

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC (FN) JOÃO PAULO ARAUJO RAMOS

O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS CAPACIDADES ESTRATÉGICAS EM
OPERAÇÕES RIBEIRINHAS

Rio de Janeiro

2024

CC (FN) JOÃO PAULO ARAUJO RAMOS

O IMPACTO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS CAPACIDADES ESTRATÉGICAS EM
OPERAÇÕES RIBEIRINHAS

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

Orientador: CMG (RM1-FN) ADRIANO
LAURO

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 PELO GOV.BR
(LOCAL DA CHANCELA)**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder saúde, força e sabedoria para concluir esta dissertação. Sem a Sua orientação e amparo, este trabalho não seria possível.

A minha esposa Tatiana, dedico todo o meu amor e gratidão. Sua paciência, compreensão e apoio incondicional foram fundamentais durante todo este processo. Você esteve ao meu lado nos momentos mais desafiadores, oferecendo sempre palavras de incentivo e encorajamento. Este trabalho é tão seu quanto meu.

Ao meu filho Theo, que com sua alegria e pureza me deu forças para continuar mesmo nos dias mais difíceis. Seu sorriso é a minha maior motivação e inspiração. Espero que este trabalho sirva de exemplo para você no futuro, mostrando que com dedicação e perseverança, tudo é possível.

Ao meu orientador, o CMG (RM1-FN) ADRIANO LAURO, expresso meus mais sinceros agradecimentos. Sua orientação precisa, paciência e vasto conhecimento foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação e compromisso foram inestimáveis, e serei eternamente grato por suas valiosas contribuições.

RESUMO

A dualidade do uso da tecnologia, tanto para estender a longevidade humana e a sua qualidade de vida, quanto para aumentar uma vantagem militar e impor a sua vontade sobre o adversário, sempre dividiu opiniões. Drones são utilizados para atividades cotidianas, como realização de filmagens, entregas e entretenimento, porém também executam ações de reconhecimento, vigilância e até ataque em zonas de conflito. O fato é que a evolução tecnológica sempre veio acompanhada de mudanças no modo de fazer guerra. O estudo aborda como as inovações oriundas da Indústria 4.0 têm sido empregadas no campo de batalha em conflitos recentes e como as mesmas inovações podem ser aplicadas em Operações Ribeirinhas, contribuindo assim com a Estratégia de Defesa Marítima brasileira, bem como identificar possíveis lacunas nessa estratégia, no que tange às Capacidades Estratégicas. A pesquisa adota uma abordagem mista, descritiva e comparativa, utilizando documentos do governo brasileiro, manuais militares, artigos de periódicos e obras complementares. Como referencial teórico, foram utilizados os conceitos de Indústria 4.0, a Estratégia de Defesa Marítima e a doutrina de Operações Ribeirinhas Conjuntas, do Ministério da Defesa. A partir daí, foi possível determinar quais Capacidades Estratégicas previstas na Estratégia de Defesa Marítima são afetadas às Operações Ribeirinhas e como elas podem ser impactadas pelas tecnologias da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Inteligência Artificial. Robótica Avançada. Impressão 3D. Operações Ribeirinhas. Estratégia De Defesa Marítima. Capacidades Estratégicas. Guerra Rússia-Ucrânia.

ABSTRACT

The Impact of Industry 4.0 on Strategic Capabilities in Riverine Operations

The duality of technology use, both to extend human longevity and quality of life, and to enhance military advantage and impose one's will on the adversary, has always divided opinions. Drones are used for everyday activities such as filming, deliveries, and entertainment, but they also perform reconnaissance, surveillance, and even attack missions in conflict zones. The fact is that technological evolution has always been accompanied by changes in the way war is conducted. This study addresses how innovations stemming from Industry 4.0 have been employed on the battlefield in recent conflicts and how these same innovations can be applied in Riverine Operations, thus contributing to Brazil's Maritime Defense Strategy, as well as identifying potential gaps in this strategy concerning Strategic Capabilities. The research adopts a mixed, descriptive, and comparative approach, utilizing Brazilian government documents, military manuals, journal articles, and complementary works. The theoretical framework includes concepts of Industry 4.0, the Maritime Defense Strategy, and the Joint Riverine Operations doctrine from the Ministry of Defense. From this, it was possible to determine which Strategic Capabilities outlined in the Maritime Defense Strategy are relevant to Riverine Operations and how they can be impacted by Industry 4.0 technologies.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A Rib	Área Ribeirinha
EDM	Estratégia de Defesa Marítima
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FARC	Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia
FDM	Fundamentos Doutrinários da Marinha
IA	Inteligência Artificial
MB	Marinha do Brasil
OBE	Objetivo Estratégico
OpRib	Operações Ribeirinhas
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
RAM	Revolução em Assuntos Militares
PND	Política Nacional de Defesa
TBPN	Tarefas Básicas do Poder Naval

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 A ESTRATÉGIA DE DEFESA MARÍTIMA.....	11
2.1.1 Objetivos Estratégicos.....	12
2.1.2 Posturas Estratégicas e Tarefas Básicas do Poder Naval.....	12
2.1.3 Capacidades Estratégicas.....	13
2.1.4 O Ambiente Operacional Ribeirinho.....	14
2.2 AS OPERAÇÕES RIBEIRINHAS.....	15
2.3 INDÚSTRIA 4.0.....	16
2.4 CONCLUSÕES PARCIAIS.....	18
3 A INDÚSTRIA 4.0 E SUAS APLICAÇÕES MILITARES.....	20
3.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	20
3.1.1 O Emprego de IA no Conflito Rússia-Ucrânia.....	21
3.2 ROBÓTICA AVANÇADA.....	23
3.2.1 O Emprego de Robótica Avançada no Conflito Rússia-Ucrânia.....	25
3.2.1.1 <i>O Emprego de Drones Aéreos no Conflito Rússia-Ucrânia.....</i>	<i>25</i>
3.2.1.2 <i>O Emprego de Drones Navais no Conflito Rússia-Ucrânia.....</i>	<i>28</i>
3.2.1.3 <i>O Emprego De Drones Terrestres no Conflito Rússia-Ucrânia.....</i>	<i>29</i>
3.3 MANUFATURA ADITIVA OU IMPRESSÃO 3D.....	30
3.3.1 Emprego de Impressão 3D no Conflito Rússia-Ucrânia.....	31
3.4 CONCLUSÕES PARCIAIS.....	33
4 EDM E INDÚSTRIA 4.0 À LUZ DAS OPRIB.....	35
4.1 A ESTRATÉGIA CONTRA UM PODER NAVAL SUPERIOR.....	35
4.2 OPRIB E A CONSCIÊNCIA SITUACIONAL.....	36
4.3 OPRIB E O PODER DE COMBATE.....	38
4.4 OPRIB E A RESILIÊNCIA.....	40
4.5 CONCLUSÕES PARCIAIS.....	42
5 CONCLUSÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica tem melhorado a qualidade de vida dos seres humanos em geral e, ao mesmo tempo, influenciado os meios e métodos utilizados na guerra. Drones surgiram durante a Primeira Guerra Mundial para serem empregados como bombas voadoras e defesa contra Zepelins (Wolf, 2021). Atualmente, ainda são amplamente utilizados em combate, mas também atendem finalidades pacíficas, como monitorar colheitas agrícolas, inspeções de infraestrutura, realizar entregas e gravar vídeos de casamento. Da mesma forma como as vacinas têm origem nos próprios agentes que causam as doenças, muitas inovações tecnológicas possuem dualidade de efeitos, benéficos ou maléficos, dependendo da sua aplicação.

Algo de bastante relevância e altamente conectado com o desenvolvimento e aplicação de tecnologias militares é o que foi definido como Revolução nos Assuntos Militares (RAM). De acordo com Turner (2000), a Revolução em Assuntos Militares pode ser caracterizada como uma sensível alteração na natureza da condução da guerra, resultante da utilização de novas tecnologias, as quais, combinadas com as significativas modificações na doutrina, nos aspectos militares organizacionais operacionais, revolucionam o caráter e a conduta das operações militares. Uma demonstração de RAM foi a criação da *blitzkrieg* pela Alemanha antes da Segunda Grande Guerra (Longo, 2007, *apud* Turner, 2000). A indústria militar alemã continuou a inovar até o final da Segunda Guerra Mundial, introduzindo novos tanques, submarinos, aviões com propulsão a jato e bombas voadoras que surpreenderam no campo de batalha, inicialmente dando uma vantagem aos alemães. No entanto, essa vantagem logo precisou ser enfrentada por inovações tecnológicas desenvolvidas pelos Aliados. Isso representou a corrida entre medida e contramedida: contra a capacidade de ocultação e furtividade dos submarinos alemães, os Aliados desenvolveram o sonar; contra os ataques aéreos noturnos da *Luftwaffe*, surgiu o radar. Além das novas tecnologias, emergiram novos conceitos táticos, como o uso de comboios para proteger navios dos ataques de submarinos no Atlântico (Mello, 2021).

Ao longo da História, tivemos diversos conflitos que ocorreram em ambientes recortados por rios e lagos. Essa dualidade entre áreas terrestres e aquáticas também suscitou o uso de tecnologia para superar as dificuldades de guerrear em

terrenos mistos. Na Guerra de Secessão norte-americana (1861-1865), os Monitores, navios adaptados com alto poder de fogo e blindagem, foram decisivos na conquista de fortes localizados em posições estratégicas. Durante a Guerra do Paraguai (1864-1870), a vulnerabilidade dos navios brasileiros e a importância do controle das margens dos rios foram evidenciadas. Na Guerra da Indochina (1946-1954), os franceses criaram unidades especializadas para operar em rios, as *Division Navales d'Assaut (Dinassaut)*, desenvolvendo táticas específicas para combate em ambiente ribeirinho. A Guerra do Vietnã (1955-1975) viu a combinação de navios, fuzileiros navais e helicópteros, aprimorando táticas anteriores. O Plano Colômbia (2000) fortaleceu o combate fluvial contra as Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (FARC), e na Guerra do Iraque, a Marinha dos Estados Unidos da América (EUA) reativou unidades ribeirinhas para enfrentar insurgentes nos rios Tigre e Eufrates, destacando a importância contínua das operações ribeirinhas em conflitos modernos (Silva, 2021).

Diante do exposto, percebemos que a tecnologia tem uma estreita ligação com os conflitos militares, havendo sido muitas vezes aplicadas para superar os desafios impostos pelo ambiente físico. Por esse motivo, o propósito desta pesquisa consiste em averiguar o emprego das inovações tecnológicas da Indústria 4.0 em conflitos militares recentes, a sua aplicação no contexto das Operações Ribeirinhas, e o conseqüente impacto na Estratégia de Defesa Marítima para atingir parcela dos seus Objetivos Estratégicos.

Para atingir este propósito, foi formulada a seguinte questão de pesquisa: como a Ucrânia tem utilizado a tecnologia da indústria 4.0 a seu favor para resistir à invasão russa, com o seu poderio militar superior, desde 2022 até os dias atuais?

De forma complementar, foi também formulada uma questão de apoio: existe alguma lacuna na Estratégia de Defesa Marítima a ser apontada à luz das peculiaridades das Operações Ribeirinhas?

Com essa finalidade, esta pesquisa adotará uma abordagem mista de pesquisa descritiva e comparativa, coletando informações em documentos dos níveis político-estratégico e operacional do governo brasileiro, do Ministério da Defesa e da Marinha do Brasil, artigos e trabalhos acadêmicos sobre a Indústria 4.0, artigos sobre os conflitos recentes abordados, bem como obras complementares.

É importante frisar que algumas limitações impactam a pesquisa. As publicações doutrinárias da Marinha do Brasil sobre Operações Ribeirinhas são

reservadas. Será utilizada a publicação do Ministério da Defesa que versa sobre Operações Ribeirinhas Conjuntas, um documento ostensivo. Uma outra limitação da pesquisa é que ela utiliza elementos da guerra entre Rússia e Ucrânia, um conflito ainda em curso, o que impede uma avaliação completa e definitiva da eficiência das tecnologias utilizadas.

A relevância deste estudo fundamenta-se na sua contribuição inicial para a revisão de uma das orientações estratégicas da MB, à luz do ambiente operacional ribeirinho e dos resultados parciais obtidos pelo emprego de tecnologia pela Ucrânia, em seu conflito com a Rússia.

Para tal, o estudo será dividido em cinco capítulos. Após a presente introdução, o segundo capítulo apresentará o Conceito Estratégico da Estratégia de Defesa Marítima e seus principais componentes. Em um segundo momento, introduzirá definições adotadas neste estudo para Operações Ribeirinhas, Inteligência Artificial, Robótica Avançada e Manufatura Ativa.

A seguir, no terceiro capítulo, serão apresentadas as transformações geradas pela Inteligência Artificial, Robótica Avançada e Manufatura Ativa na sociedade moderna e como a Ucrânia utiliza essas inovações para combater a Rússia e defender o seu território. Isso dará condições para respondermos à questão de pesquisa.

Após isso, no quarto capítulo, utilizaremos as definições expostas no capítulo 2 e informações coletadas no capítulo 3 e contrastaremos o que foi produzido, em busca de eventuais descompassos na Estratégia de Defesa Marítima. Essa comparação nos habilitará a responder à questão de apoio deste estudo.

Finalmente, no quinto capítulo, serão apresentadas as conclusões finais deste estudo, contendo implicações consideradas relevantes para a Marinha do Brasil, bem como sugestões de temas para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo, apresentaremos a fundamentação teórica necessária para entendermos como algumas das inovações tecnológicas oriundas do fenômeno da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), que vêm sendo empregadas em conflitos militares recentes, podem ser aplicadas no contexto das Operações Ribeirinhas (OpRib), modalidade de operação militar realizada no âmbito das Forças Armadas brasileiras, para potencializar a sua contribuição para a Estratégia de Defesa Marítima (EDM) da Marinha do Brasil (MB) atingir parcela dos seus Objetivos Estratégicos.

2.1 A ESTRATÉGIA DE DEFESA MARÍTIMA

A Estratégia de Defesa Marítima – EMA 310 tem por objetivo definir a orientação estratégica de mais alto nível da Marinha do Brasil, visando a integração de esforços necessários para configurar as capacidades do Poder Naval¹ brasileiro. Tais esforços permitirão enfrentar os desafios previstos para os próximos 20 anos, a partir de 2024 (Brasil, 2023). Uma das suas definições mais importantes é a de Conceito Estratégico.

O Conceito Estratégico é a base da Estratégia de Defesa Marítima. Ele resulta da integração das análises dos desafios estratégicos, incluindo ameaças e oportunidades, e fornece diretrizes para o preparo e emprego do Poder Naval. O Conceito Estratégico permite determinar os meios necessários para atingir os Objetivos Estratégicos, superando os desafios identificados. Este conceito é estruturado em torno da dinâmica “FINS-MANEIRAS-MEIOS” (ENDS-WAYS-MEANS)², onde os FINS se referem aos Objetivos Estratégicos, as MANEIRAS

¹ Parcela fundamental do Poder Marítimo, capacitada para atuar militarmente no mar, em águas interiores e em determinadas áreas terrestres de interesse para operações navais, incluindo o espaço aéreo acima dessas áreas. Inclui as Forças Navais, que abrangem meios navais, aeronavais próprios e de fuzileiros navais, suas bases e posições de apoio, além de suas estruturas de comando e controle, logísticas e administrativas. Também compreende os meios fornecidos pelos poderes militares terrestre e aerospacial, bem como outros meios vinculados ao cumprimento da missão da Marinha e sujeitos a algum tipo de orientação, comando ou controle de autoridade naval (Brasil, 2015).

² A dinâmica FINS-MANEIRAS-MEIOS (ENDS-WAYS-MEANS) é uma estrutura fundamental para a formulação de estratégias tanto em contextos militares quanto em outros campos, como negócios e políticas públicas. O US Army War College define estratégia como a relação entre fins, maneiras e meios. Fins são os objetivos ou metas buscadas. Meios são os recursos disponíveis para perseguir os objetivos. E maneiras ou métodos são como se organiza e aplica os recursos. Cada um desses componentes sugere uma pergunta relacionada. O que queremos perseguir (fins)? Com o quê (meios)? Como (maneiras) (Cook, 2001, tradução

correspondem às Posturas Estratégicas e às Tarefas Básicas do Poder Naval (TBPN), e os MEIOS às Capacidades Estratégicas necessárias para enfrentar os desafios. O Conceito Estratégico também leva em consideração as prioridades e riscos identificados durante o desenvolvimento da estratégia (Brasil, 2023).

2.1.1 Objetivos Estratégicos

Aprofundando a dinâmica FINS-MANEIRAS-MEIOS, os Objetivos Estratégicos da Marinha (OBE) são diretrizes amplas (FINS) que a Marinha do Brasil deve seguir para cumprir sua missão. Esses objetivos foram desenvolvidos a partir de uma compreensão profunda da contribuição efetiva da Instituição para a sociedade brasileira. Eles surgem da análise de documentos condicionantes de alto nível político-estratégico. Assim, os OBE orientam as ações e tarefas da MB e, em última instância, justificam sua existência (Brasil, 2023). Dentro da dinâmica apresentada, a EDM enumera os seus Objetivos Estratégicos (OBE), dentre os quais, o OBE 1 será parte fundamental do estudo:

OBE 1 – Sobrepujar as ameaças estatais aos interesses nacionais nos ambientes marítimo e fluvial. O OBE 1 orienta a MB para as atividades relacionadas à Defesa Naval com foco na garantia dos interesses nacionais. Esse OBE prioriza tarefas e ações contra as ameaças estatais que se utilizem dos ambientes marítimo e fluvial para se contrapor aos interesses brasileiros. A entrega deste OBE para a sociedade brasileira está diretamente relacionada à destinação constitucional de Defesa da Pátria (Brasil, 2023, p.10).

2.1.2 Posturas Estratégicas e Tarefas Básicas do Poder Naval

Passando agora a tratar de “como” (MANEIRAS) atingir o OBE 1, faz-se necessário apresentar os conceitos das Posturas Estratégicas e das Tarefas Básicas do Poder Naval, constantes nos Fundamentos Doutrinários da Marinha (FDM) – EMA 301, documento que define os princípios fundamentais e os conceitos essenciais que norteiam o planejamento estratégico, a preparação e o emprego do Poder Naval (Brasil, 2023).

As Posturas Estratégicas referem-se às maneiras pelas quais a Marinha do Brasil reage aos desafios externos, englobando um conjunto de atitudes ou
nossa)?

comportamentos padronizados. As posturas possíveis são: Persuasão, Cooperação, Coerção e Uso da Força. Focaremos nas posturas de Coerção e Uso da Força. A Coerção envolve principalmente a ameaça do uso da força, com ações destinadas a desencorajar ou impedir o oponente em relação às suas intenções. O Uso da Força, por sua vez, é caracterizado pelo confronto direto e pela possibilidade de choque real entre as forças. Esta postura pode ser adotada imediatamente ou escalonada a partir de uma postura coercitiva, quando o oponente já optou pelo uso da força ou ameaça utilizar força contra os objetivos de interesse brasileiro (Brasil, 2023).

Por sua vez, as TBPN são consideradas tarefas essenciais da Marinha do Brasil, expressas como ações amplas que produzem efeitos abrangentes. Para fins de análise, as TBPN reúnem as atividades necessárias para alcançar os Objetivos Estratégicos (Brasil, 2023). Entre todas as TBPN, a tarefa de “Projetar Poder” fará parte do nosso estudo. Projetar Poder pode ser entendido como um conjunto de operações e ações que agrupam capacidades com o objetivo de projetar as Expressões do Poder Nacional³, por meio do Poder Naval, em território estrangeiro, em áreas de interesse sob influência estrangeira ou em território nacional (Brasil, 2023).

2.1.3 Capacidades Estratégicas

Finalmente, verificaremos os “MEIOS” para atingir os OBE. As Capacidades Estratégicas do Poder Naval podem ser entendidas como as aptidões da Marinha do Brasil para produzir efeitos significativos no nível estratégico. Essencialmente, uma capacidade representa a aptidão de um conjunto de recursos para executar tarefas específicas, visando alcançar um determinado efeito sob condições particulares. Quando esse efeito é atingido, ele resulta em uma situação vantajosa em relação a um objetivo ou interesse estratégico. As Capacidades Estratégicas que serão abordadas no estudo são as seguintes: Consciência Situacional, Poder de Combate e Resiliência (Brasil, 2023).

Passando agora a tratar dessas capacidades, a Consciência Situacional refere-se à aptidão de perceber o que ocorre ao redor, mantendo-se informado sobre áreas de interesse para identificar e monitorar situações anômalas ou

³ É a capacidade da Nação de conquistar e manter os Objetivos Nacionais, de acordo com a Vontade Nacional. Essa capacidade se manifesta em cinco expressões: política, econômica, psicossocial, militar e científico-tecnológica (Brasil, 2015).

ameaças. Essa percepção deve ocorrer com antecedência suficiente para permitir uma resposta ou reação adequada. Para isso, utiliza-se todos os recursos de Inteligência disponíveis e uma estrutura eficaz de alarmes, bem como Comando e Controle adequado (Brasil, 2023).

Já o Poder de Combate diz respeito à capacidade de fornecer força e letalidade necessárias para superar ameaças aos Objetivos e Interesses Nacionais e Marítimos nas áreas de interesse (Brasil, 2023).

Finalmente, a Resiliência é a capacidade de absorver impactos de ações adversas e recuperar-se a tempo, sem comprometer os objetivos. Isso envolve a resistência de meios e sistemas, uma cultura organizacional robusta, comunicação estratégica eficiente, liderança capacitada, infraestrutura de bases militares e suporte logístico, além de fomentar a atividade industrial associada (Brasil, 2023). Para o estudo, focaremos em uma abordagem logística da Resiliência.

2.1.4 O Ambiente Operacional Ribeirinho

O Poder Naval atua em diversos espaços geográficos, abrangendo as esferas globais, regionais e nacionais. Sua configuração é adaptada de acordo com as condições específicas de cada ambiente. Essa atuação se dá por meio de forças navais, aeronavais e de fuzileiros navais, predominantemente em ambientes operacionais marítimos, ribeirinhos e terrestres relevantes para os interesses navais. Esses ambientes são importantes portas de entrada para o fluxo de riquezas e prosperidade, mas também são suscetíveis aos riscos de um mundo globalizado (Brasil, 2023).

Para o nosso estudo, a ênfase será no ambiente operacional ribeirinho. Esse ambiente inclui segmentos de hidrovias e suas margens, permitindo a projeção das forças para o interior, facilitando o desenvolvimento das ações militares (Brasil, 2023). A seguir, apresentaremos a relevância desse espaço geográfico para a defesa nacional.

O Brasil conta com mais de 40.000 mil quilômetros de vias navegáveis internas, com aproximadamente 31.500 quilômetros sendo naturalmente navegáveis. Essas vias formam uma variedade de ambientes ribeirinhos (Brasil, 2020). Além disso, a fronteira brasileira na região amazônica se estende por aproximadamente 12.463 quilômetros, fazendo divisa com diversos países da

América do Sul, como Bolívia, Peru, Venezuela, Colômbia, Guiana e Suriname (Oliveira, 2022).

Tamanha é a importância do ambiente ribeirinho, particularmente a Amazônia, que os documentos oficiais do mais alto escalão, destinados à defesa nacional, possuem orientações para a sua proteção. Conforme a Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END), a Amazônia brasileira, devido ao seu vasto potencial em recursos minerais e biodiversidade, atrai considerável atenção internacional. Contudo, a manutenção da presença estatal e a ocupação da faixa de fronteira são desafios, em parte, devido à baixa densidade populacional e às grandes distâncias envolvidas (Brasil, 2012).

Frente ao potencial da Amazônia e aos desafios para a sua defesa, o principal foco das diretrizes pode ser resumido sob os imperativos de monitoramento/control e mobilidade (Brasil, 2012). No que cabe à Marinha do Brasil, para garantir sua capacidade de projeção de poder, a Marinha manterá unidades de Fuzileiros Navais em constante prontidão. Nas vias fluviais, os Fuzileiros Navais serão essenciais para controlar as margens durante as operações ribeirinhas (Brasil, 2012).

2.2 AS OPERAÇÕES RIBEIRINHAS

Há diversas modalidades de operações que se enquadram na TBPN de Projetar Poder. No entanto, ao relacionar essa TBPN com o OBE 1, identificamos que a modalidade de operação militar mais apropriada ao ambiente operacional mencionado são as Operações Ribeirinhas (OpRib). Esse conceito é essencial para o presente trabalho e é definido no Manual de Operações Ribeirinhas – MD33-M-15, do Ministério da Defesa:

São operações militares realizadas por uma Força organizada atendendo ao cumprimento da missão, levando-se também em consideração seu efetivo, composição das forças e o apoio logístico necessário. O propósito da organização nas Op Rib é a formação de uma Força para atuar em terra, nos rios e no ar, inteiramente integrada e ajustada especificamente para prover a mobilidade necessária, unidade de comando, grau adequado de controle do ar e superioridade de fogos, a fim de obter o controle de parte ou de toda uma A Rib, ou a sua negação ao inimigo (Brasil, 2020, p. 15, grifo nosso).

Podemos perceber a relação entre a bacia hidrográfica amazônica e as OpRib, uma vez que o conceito dessas operações está atrelado ao ambiente físico onde elas ocorrem, que possui características descritas na definição de Área Ribeirinha (A Rib). Trata-se de uma área que engloba hidrovias fluviais ou lacustres, bem como a porção das margens adjacentes às hidrovias, caracterizada por linhas de comunicação terrestre limitadas e por uma extensa superfície aquática, além de uma rede de hidrovias interiores, que compreende rios principais, seus afluentes, braços de rios, canais, lagos e lagoas (Brasil, 2020).

Para realizar OpRib e cumprir a TBPN de Projetar Poder na região amazônica, é criada uma força, com organização temporária, a cujo comandante são designados meios navais, terrestres e aéreos, estruturados em uma organização por tarefas, para cumprir uma missão específica em uma A Rib (Brasil, 2015).

A complexidade das Operações Ribeirinhas destaca a necessidade de uma diversidade de meios e a integração eficaz das forças em múltiplas dimensões, a física, a cibernética e a informacional. Para alcançar esse nível de eficiência e eficácia operacional, a Marinha do Brasil pode se beneficiar significativamente das tecnologias emergentes que estão sendo desenvolvidas e implementadas na Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0.

2.3 INDÚSTRIA 4.0

As revoluções industriais alteraram profundamente a estrutura social e econômica. A Primeira Revolução Industrial, ao final do século XVIII, introduziu a mecanização por intermédio da energia a vapor, transformando a manufatura e aumentando a produtividade. A Segunda Revolução Industrial, no final do século XIX, trouxe a eletrificação e a produção em massa, facilitando o crescimento urbano e a economia de escala. A Terceira Revolução Industrial, a partir do século XX, foi marcada pela informatização e pela automação, mudando drasticamente a forma como as pessoas trabalham e se comunicam. A Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0, refere-se a uma nova era de transformação tecnológica caracterizada pela integração de tecnologias digitais, físicas e biológicas (Schwab, 2019).

Esse período é marcado por avanços em áreas como Inteligência Artificial

(IA), internet das coisas, robótica, biotecnologia e Impressão 3D, inovações que estão remodelando a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. O conceito abrange a automação total dos processos e a criação de sistemas ciberfísicos capazes de tomar decisões de forma autônoma, conectando e comunicando entre si de maneira inteligente e eficiente (Schwab, 2019). Para o nosso trabalho, nos aprofundaremos em Inteligência Artificial, Robótica Avançada e Impressão 3D, conceitos que apresentaremos a seguir.

Inteligência Artificial é uma tecnologia emergente que envolve o desenvolvimento de algoritmos e sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente exigem inteligência humana, como a percepção do mundo, aprendizado a partir da experiência, raciocínio sobre informações, representação de conhecimento, ação e adaptação. Essa definição destaca a capacidade da IA de melhorar a eficiência e a eficácia das operações, seja em contextos militares ou civis, pelo uso da automação e do processamento avançado de dados (Hunter et al., 2023).

Por sua vez, a Robótica Avançada é definida como a aplicação de sistemas robóticos que podem realizar tarefas de forma autônoma ou semiautônoma, substituindo ou ampliando as capacidades humanas em várias funções. Esses sistemas são projetados para operar em ambientes diversos, desde fábricas até campos de batalha, e incluem tecnologias que combinam sensores avançados, Inteligência Artificial e mecanismos de controle precisos. No contexto geral, a Robótica Avançada visa melhorar a eficiência, segurança e precisão em uma ampla gama de aplicações, desde a automação industrial até a saúde e a defesa (Springer, 2013). Dentro de Robótica Avançada, consideraremos o uso de drones. O Glossário das Forças Armadas – MD35-G-01 define “drone” como uma plataforma que trafega no meio aéreo, terrestre ou marítimo, que é pilotada à distância ou dotada de sistema de navegação autônoma (Brasil, 2015).

Por fim, Impressão 3D é o processo de criação de objetos físicos a partir de modelos digitais por meio da adição sucessiva de camadas de material. Esta tecnologia transforma informações digitais em objetos físicos, seguindo instruções de um arquivo de design eletrônico. A Impressão 3D permite a fabricação de formas complexas sem o aumento de custo associado à complexidade, diferentemente dos métodos de fabricação tradicionais. Essa tecnologia tem o potencial de revolucionar

a produção em diversas áreas, como manufatura, saúde, moda e muitas outras, possibilitando a customização e a produção sob demanda (Lipson & Kurman, 2013).

Ao longo deste trabalho, veremos como nos últimos anos a integração de tecnologias disruptivas tem transformado a natureza dos conflitos militares. Essas tecnologias proporcionam vantagens significativas em termos de reconhecimento, inteligência, ofensiva, defensiva e logística, mudando a dinâmica dos combates modernos.

2.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

A Estratégia de Defesa Marítima da Marinha do Brasil estabelece diretrizes estratégicas essenciais para configurar as capacidades do Poder Naval, visando enfrentar desafios futuros. A definição e implementação do Conceito Estratégico, baseado na dinâmica FINS-MANEIRAS-MEIOS, permitem que a Marinha identifique e utilize os meios necessários para atingir seus Objetivos Estratégicos, adaptando-se às ameaças e oportunidades identificadas. Os Objetivos Estratégicos da Marinha são fundamentais para orientar as ações e tarefas da instituição, justificando sua existência e ressaltando a importância de uma estratégia bem definida para que estes objetivos sejam atingidos. Dentre todos os eles, o OBE 1 destaca a necessidade de garantir os interesses brasileiros contra atores estatais que venham a ameaçar a segurança nacional, por meio de ações nos ambientes fluvial e marítimo.

Trazendo a atenção para os ambientes fluviais brasileiros, particularmente as características geográficas e estratégicas da Amazônia brasileira reforçam a necessidade de operações navais bem coordenadas para garantir a soberania na região, especialmente em um cenário de atenção internacional crescente devido aos recursos naturais da área. Neste contexto, podemos enxergar a relação entre as Operações Ribeirinhas e o OBE 1, algo que evidencia a importância dessas operações para a defesa dos ambientes ribeirinhos brasileiros. No entanto, a complexidade dessas operações demanda uma diversidade de meios e uma integração eficaz das forças em múltiplas dimensões.

Para mitigar as dificuldades impostas pelas condições naturais e aproveitar o avanço tecnológico atual, é essencial considerar as novas tecnologias emergentes

na Indústria 4.0. Esta revolução é caracterizada pela integração de tecnologias digitais, físicas e biológicas. Tecnologias como Inteligência Artificial, Robótica Avançada e Impressão 3D têm o potencial de transformar significativamente a condução das operações militares, incluindo as OpRib. A Inteligência Artificial pode aumentar a eficiência e a eficácia das operações por meio da automação e do processamento avançado de dados. A Robótica Avançada, incluindo o uso de drones, expande as capacidades humanas em diversas funções, permitindo operar em ambientes variados e complexos. A Impressão 3D oferece uma nova abordagem para a produção de equipamentos e suprimentos, permitindo a customização e a produção sob demanda, o que é particularmente crucial para operações em regiões remotas como a Amazônia. Essas tecnologias da Indústria 4.0 são importantes para aprimorar a eficácia das Operações Ribeirinhas, garantindo a Projeção de Poder da Marinha do Brasil.

3 A INDÚSTRIA 4.0 E SUAS APLICAÇÕES MILITARES

No presente capítulo, apresentaremos como algumas das inovações tecnológicas da Indústria 4.0 têm impactado a vida cotidiana das sociedades e como estão sendo aplicadas por forças militares, principalmente no atual conflito da Rússia contra a Ucrânia.

3.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O uso da Inteligência Artificial tem se expandido consideravelmente nas atividades diárias das pessoas, seja para ditar mensagens em seus telefones, para a obtenção de recomendações personalizadas e para a melhoria da qualidade das chamadas de conferência. Assistentes virtuais⁴, embora não sejam robôs físicos, utilizam Inteligência Artificial avançada para auxiliar em diversas tarefas cotidianas, desde controlar dispositivos domésticos até fornecer informações e entretenimento (Universal Robots Brasil, 2023).

Antes confinadas ao âmbito acadêmico, as tecnologias de aprendizado de máquina agora fazem parte do cotidiano em diversas formas. Modelos de linguagem, que aprendem os padrões de uso das palavras a partir de textos naturais, têm possibilitado aplicações como: tradução automática, classificação de textos, reconhecimento de fala e assistentes de escrita (Littman, 2021).

Até mesmo a IA aplicada ao processamento de imagens se tornou algo frequente, embora a criação de imagens realistas de pessoas e o reconhecimento facial tenham suscitado debates. Por ocasião da pandemia de COVID-19, em 2020, houve uma aceleração do desenvolvimento da robótica, visando, em parte, facilitar o distanciamento social. Por outro lado, mesmo com previsões otimistas, a condução totalmente autônoma de veículos ainda não foi alcançada, apesar de veículos autônomos já operarem em áreas específicas (Littman, 2021).

No setor da saúde, ferramentas de IA são utilizadas para identificar diversos distúrbios oculares ou de pele, detectar cânceres e auxiliar em diagnósticos clínicos.

⁴ Assistentes virtuais inteligentes, ou assistentes pessoais virtuais, são programas desenvolvidos para interagir com usuários de diferentes perfis utilizando linguagem natural. Eles operam principalmente mediante comandos de voz ou texto. As funções desses programas variam desde a busca de documentos e informações online, o envio de e-mails, até a execução de tarefas mais complexas, como monitorar e controlar residências e dispositivos domésticos, tornando essas atividades mais práticas e eficientes (MATOS; OLIVEIRA, 2021).

No campo das finanças, a IA vai além da detecção de fraudes e aprimoramento da cibersegurança, automatizando a redação de contratos, acordos e outros documentos legais, de forma que atendam às normas e regulamentos estabelecidos por órgãos reguladores, além de identificar atividades de lavagem de dinheiro. Sistemas de recomendação de anúncios têm agora uma influência significativa no consumo de produtos, serviços e conteúdo (Littman, 2021).

Embora a Inteligência Artificial tenha se consolidado em diversas áreas cotidianas, suas aplicações não se limitam a esses setores. A capacidade da IA de processar e aprender com grandes volumes de dados tem despertado o interesse de setores estratégicos e críticos, incluindo o militar. À medida que a tecnologia avança, surge uma nova fronteira: o uso da IA para fins militares. Esta aplicação está transformando a defesa e a segurança global, trazendo tanto oportunidades quanto desafios éticos e operacionais.

Vamos explorar como a IA vem sendo integrada em operações militares, ressaltando o que tem sido observado na Guerra Rússia x Ucrânia, iniciada em 2022 e que se estende até os dias atuais.

3.1.1 O Emprego de IA no Conflito Rússia-Ucrânia

O conflito entre Rússia e Ucrânia, iniciado em fevereiro de 2022 com a invasão russa à Ucrânia, representa uma das crises geopolíticas mais significativas da era moderna. A Rússia lançou uma ofensiva de larga escala, visando a rápida tomada de Kiev, capital da Ucrânia, mas encontrou resistência feroz das forças ucranianas, que utilizaram tecnologias avançadas para coordenar suas defesas e contra-ataques de maneira eficiente (Rosengren, 2023).

Com base no relatório "*The War in Ukraine: Reality Check for Emerging Technologies and the Future of Warfare*" do Centro de Políticas de Segurança de Genebra⁵, a Ucrânia tem utilizado tecnologias de Inteligência Artificial de forma significativa para identificação de alvos e análise de imagens durante o conflito com

⁵O Centro de Políticas de Segurança de Genebra (GCSP) é uma fundação internacional dedicada a fomentar a cooperação global, segurança e paz. Apoiada pelo governo suíço e composta por 54 estados-membros, a fundação oferece uma abordagem abrangente para entender e enfrentar desafios globais. A missão do GCSP inclui a educação de líderes, facilitação de diálogos, consultoria baseada em pesquisas internas, incentivo a novas ideias e conexão de especialistas para criar soluções sustentáveis e promover um futuro mais pacífico (Rickli; Mantellassi, 2024).

a Rússia. A IA tem sido um elemento crucial no processamento e fusão de grandes volumes de dados provenientes de diversas fontes, como drones, satélites, de cidadãos civis e militares, para formar uma imagem do quadro tático mais fidedigna, em tempo real (Rickli; Mantellassi, 2024).

A Ucrânia tem empregado programas de gerenciamento de batalha, como o DELTA, que utiliza algoritmos de IA para integrar informações sobre tropas russas, obtidas de filmagens de drones, satélites e até *smartphones*, em um mapa detalhado do país, facilitando a coordenação e execução de operações militares. O sistema é compatível com padrões da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e utiliza a conectividade via constelação de satélites *Starlink*⁶ para garantir resiliência contra ataques cibernéticos e de guerra eletrônica russos (Rosengren, 2023). O DELTA identifica mudanças sutis no terreno e rastreia movimentos de forças inimigas, a localização de unidades amigas e inimigas, e a análise de padrões de atividades que podem indicar ações futuras do adversário (Jones, 2023).

Até as mídias sociais são utilizadas na guerra. Entre aliados, para a comunicação. Por sua vez, as mídias dos adversários são alvo de interceptação e análise das suas comunicações. As forças ucranianas utilizam plataformas como *Telegram* e *Viber*⁷ para coordenar operações e compartilhar informações em tempo real, enquanto também monitoram e analisam as postagens dos soldados russos nas redes sociais para obter informações sobre suas atividades e geolocalizações (Karalis, 2024). Ferramentas como o *eVorog*⁸ são empregadas para coletar e

⁶ Os satélites *Starlink*, desenvolvidos pela SpaceX, uma empresa privada americana de sistemas aeroespaciais, transporte espacial e comunicações, fornecem serviço de internet de alta velocidade via constelação de satélites em órbita baixa (Rosengren, 2023).

⁷ O *Telegram* e o *Viber* são aplicativos de mensagens instantâneas que oferecem recursos de comunicação seguros e eficientes. O *Telegram*, lançado em 2013, destaca-se pela velocidade, criptografia e capacidade de criar grupos com até 200.000 membros. O *Viber*, lançado em 2010, oferece chamadas de voz e vídeo de alta qualidade, mensagens de texto e compartilhamento de mídia. Ambos os aplicativos implementam medidas de segurança para proteger a privacidade dos usuários. Tanto o *Telegram* quanto o *Viber* estão disponíveis em múltiplas plataformas, incluindo dispositivos móveis e desktops, permitindo sincronização entre diferentes dispositivos (Telegram, 2024, Viber, 2024).

⁸ O *eVorog* é um *chatbot*, um programa que simula e processa conversas humanas, permitindo que as pessoas interajam com dispositivos digitais de forma natural, como se estivessem conversando com uma pessoa real, desenvolvido pelo Ministério da Transformação Digital da Ucrânia, lançado em março de 2022, logo após a invasão russa. Hospedado na plataforma de mensagens *Telegram*, o *eVorog* permite que civis ucranianos relatem a localização de tropas e equipamentos russos, bem como de munições não detonadas. O *chatbot* guia os usuários por intermédio de uma série de perguntas para coletar informações detalhadas, que são verificadas e utilizadas pelas Forças Armadas da Ucrânia para coordenar ações militares. A identidade dos usuários é confirmada por meio do aplicativo governamental *Diia*, e a localização é verificada via GPS do *smartphone*. Até dezembro de 2022, o *eVorog* havia recebido mais de 450.000 relatórios, tornando-se uma ferramenta vital na resistência digital ucraniana contra a ocupação russa (ECONOMIST, 2023)

processar dados de civis e soldados, transformando esses dados em informações para apoiar as operações militares (Cronin, 2023).

A IA também tem sido usada para reconhecer e analisar comunicações interceptadas, como demonstrado pelo uso de algoritmos de processamento de linguagem natural para traduzir e destacar informações relevantes em comunicações russas. Este uso da IA tem permitido à Ucrânia reagir de maneira mais rápida e eficiente às movimentações inimigas, conferindo uma vantagem significativa no campo de batalha (Rickli; Mantellassi, 2024).

Automatizando tarefas rotineiras de coleta e análise de dados, a Inteligência Artificial libera os operadores humanos para se concentrarem em outras atividades, como a tomada de decisão (Cronin, 2023).

3.2 ROBÓTICA AVANÇADA

Desde tarefas domésticas até cuidados com a saúde, a Robótica Avançada está revolucionando a forma como interagimos com o mundo ao nosso redor. No ambiente doméstico, robôs aspiradores e cortadores de grama autônomos já são realidade em muitos lares, realizando tarefas de limpeza e manutenção com eficiência (Universal Robots Brasil, 2023).

Na área da saúde, a Robótica Avançada tem proporcionado avanços significativos. Próteses robóticas controladas por impulsos cerebrais permitem que pessoas com deficiências físicas recuperem mobilidade e independência. Robôs cirúrgicos, como o sistema *Da Vinci*, possibilitam cirurgias minimamente invasivas, com maior precisão e menor tempo de recuperação para os pacientes (Universal Robots Brasil, 2023).

No setor de transporte, veículos autônomos estão se tornando uma realidade cada vez mais próxima, prometendo revolucionar a mobilidade urbana e reduzir acidentes de trânsito. Empresas especializadas já realizam testes desses automóveis em vias públicas, preparando o terreno para um futuro em que carros sem motorista serão comuns. No setor de logística, robôs autônomos otimizam o armazenamento e a distribuição de produtos em grandes centros de distribuição (Universal Robots Brasil, 2023).

A Robótica Avançada também está transformando o varejo e os serviços. Robôs de atendimento ao cliente já são utilizados em alguns estabelecimentos, oferecendo informações e auxiliando na navegação de lojas e aeroportos (Universal Robots Brasil, 2023).

À medida que a Robótica Avançada continua a evoluir, é provável que vejamos uma integração ainda maior dessas tecnologias em nossa vida cotidiana, tornando tarefas mais eficientes, melhorando nossa qualidade de vida e abrindo novas possibilidades para o futuro (Universal Robots Brasil, 2023).

Quando Peter W. Singer⁹ lançou seu livro *Wired for War*, em 2009, mais de doze mil dispositivos autônomos já estavam sendo usados na 2ª Guerra do Iraque (2003-2011). A guerra robótica se destacava como o aspecto mais tangível no entusiasmo inicial pela Revolução dos Assuntos Militares (Silva, 2019).

Segundo Singer, drones aéreos revolucionaram a guerra moderna, tornando-se uma tecnologia essencial para operações militares. Esses veículos não tripulados oferecem vantagens significativas, como a capacidade de realizar missões perigosas sem risco para pilotos humanos, coletar dados de inteligência e executar ataques precisos. Singer argumenta que os drones não apenas mudaram a forma como as guerras são travadas, mas também alteraram as dinâmicas políticas, éticas e psicológicas dos conflitos. Ele observa que, embora os drones ofereçam benefícios táticos, seu uso levanta questões complexas sobre a facilidade de iniciar guerras, o distanciamento psicológico dos operadores e as implicações legais e morais de ataques remotos (Singer, 2009).

Além disso, os drones estão se tornando comuns em terra, no mar e nas profundezas oceânicas. Os veículos terrestres não tripulados são dispositivos altamente avançados que operam no solo sem intervenção humana direta. Eles são utilizados em diversas aplicações onde a presença humana é inconveniente, perigosa, cara ou impossível. No campo militar, os drones terrestres desempenham papéis relevantes em operações de desminagem, desativação de explosivos, reconhecimento, vigilância e suporte logístico (Azmat; Kummer, 2020).

Similarmente, veículos navais de superfície não tripulados estão sendo

⁹ Peter W. Singer é um cientista político americano, especialista em relações internacionais e guerra do século XXI. Ele é autor de *best-sellers* do *New York Times* e foi descrito como "o principal futurista no ambiente de segurança nacional". Singer é estrategista na *New America Foundation* e professor na *Arizona State University*. Ele também trabalhou no *Belfer Center* da Universidade de *Harvard*, no Departamento de Defesa dos EUA e foi diretor do Centro para Segurança e Inteligência do Século XXI na *Brookings Institution* (Brookings Institution, 2024)

desenvolvidos para desempenhar tarefas de detecção de minas, combate a submarinos, guerra eletrônica e segurança marítima. Veículos subaquáticos não tripulados já realizam autonomamente operações de desminagem e reconhecimento, além de auxiliar na manutenção de portos e plataformas de petróleo (Silva, 2019).

Esses drones podem ser produzidos em maior quantidade e a um custo relativamente baixo em comparação aos bilhões de dólares investidos em novos projetos de fragatas e submarinos. O avanço das tecnologias associadas a veículos controlados remotamente e autônomos tem impactos em diversos setores, promovendo inovações em produtos, processos, marketing e, especialmente, na organização (Silva, 2019).

Diante dos exemplos das aplicações da Robótica Avançada em atividades cotidianas, verificaremos a seguir como esta tecnologia vem sendo utilizada no conflito Rússia-Ucrânia.

3.2.1 O Emprego de Robótica Avançada no Conflito Rússia-Ucrânia

Para facilitar a compreensão, dividiremos o emprego de drones de acordo com o meio físico em que eles atuam, ou seja, os meios aéreo, aquático e terrestre.

3.2.1.1 O Emprego de Drones Aéreos no Conflito Rússia-Ucrânia

Na guerra da Ucrânia, os drones aéreos têm desempenhado um papel relevante, transformando significativamente a dinâmica do conflito. O seu uso vai desde operações de reconhecimento e vigilância até ataques diretos, proporcionando às forças ucranianas uma vantagem importante (Mozur; Satariano, 2024).

As aeronaves não tripuladas de reconhecimento são utilizadas extensivamente para coletar dados em tempo real sobre as posições e movimentos das forças inimigas. Equipados com câmeras de alta resolução e sensores diversos, esses robôs permitem a criação de mapas detalhados do campo de batalha e a identificação de alvos prioritários. Tal capacidade de vigilância contínua é vital para o

planejamento e controle das operações planejadas, melhorando a eficácia das respostas militares (Mozur; Satariano, 2024).

Além das missões de reconhecimento, as aeronaves remotamente pilotadas têm sido empregadas em ataques precisos contra alvos selecionados. Equipados com mísseis e bombas guiadas, esses drones podem atingir veículos blindados, depósitos de munição e infraestruturas críticas com alta precisão. Essa capacidade de realizar ataques cirúrgicos reduz o risco de danos colaterais e minimiza as baixas civis, uma preocupação constante em conflitos modernos (Mozur; Satariano, 2024).

Erroneamente assumimos que todos os veículos aéreos autônomos de ataque são providos por meio da cadeia de suprimentos militar. Em oficinas improvisadas, soldados ucranianos que colecionavam drones de corrida¹⁰ como passatempo convertem aeronaves baratas em armas, acoplando-lhes explosivos, baterias maiores para aumentar a autonomia de voo e equipamentos de visão noturna para que os dispositivos possam operar com visibilidade reduzida (Mozur; Satariano, 2024).

Com exceção das munições, grande parte dessas armas é montada utilizando códigos de programação disponíveis na internet e componentes de microcomputadores, como o *Raspberry Pi*¹¹, que podem ser adquiridos em lojas de artigos eletrônicos (Mozur; Satariano, 2024).

Incrementados com Inteligência Artificial, os sistemas aéreos não tripulados podem processar grandes volumes de dados rapidamente, identificando automaticamente ameaças e priorizando alvos. Isso não só aumenta a eficiência das operações militares, mas também permite uma tomada de decisão mais rápida e informada. Por exemplo, aeronaves não tripuladas de reconhecimento podem identificar veículos inimigos e, em seguida, coordenar ataques com drones armados, tudo isso com mínima intervenção humana (Mozur; Satariano, 2024).

Todavia, os drones não necessariamente são utilizados isoladamente. Esses veículos também podem ser empregados na forma de enxames de drones, onde múltiplos robôs operam de forma coordenada para cobrir grandes áreas e realizar missões complexas. Esses enxames podem confundir e sobrecarregar as defesas

¹⁰ Os drones de corrida são projetados para velocidade e agilidade, podendo atingir velocidades superiores a 100 km/h (Dean, 2021).

¹¹ O *Raspberry Pi* é um minicomputador do tamanho de um cartão de crédito que transforma um monitor, TV, mouse ou teclado em um PC completo. Desenvolvido pela Fundação *Raspberry Pi*, no Reino Unido (Basumallick, 2022).

inimigas, tornando mais difícil a interceptação de todos os drones. Além disso, a redundância proporcionada por enxames aumenta a resiliência das operações, garantindo que mesmo se alguns drones forem abatidos, a ação possa continuar (Mozur; Satariano, 2024).

As aeronaves remotamente pilotadas também desempenham um papel vital na guerra eletrônica, sendo usadas para interferir em comunicações inimigas e sistemas de radar. Equipados com dispositivos de interferência, esses robôs podem desativar ou enganar sistemas eletrônicos inimigos, facilitando ataques subsequentes e protegendo as forças terrestres (Mozur; Satariano, 2024).

Ao mesmo tempo em que desempenham inúmeras funções, os sistemas aéreos não tripulados ucranianos remetem a uma crescente importância da guerra autônoma. A capacidade de operar drones de forma remota e autônoma reduz a exposição das tropas ucranianas ao contato com as forças russas, ao passo em que mantém uma presença constante e vigilante no campo de batalha (Mozur; Satariano, 2024).

Alguns dos drones aéreos mais conhecidos empregados no conflito são os *Shahed-136*, de fabricação iraniana, utilizados pela Rússia, e os *TB2 Bayraktar*, de origem turca, empregados pela Ucrânia. Ao contrário da aviação militar convencional, essa tecnologia permite a realização de diferentes tipos de ataques, que variam em termos de alcance e capacidade ofensiva, com a vantagem adicional de serem significativamente mais econômicos do que uma aeronave tradicional. Por exemplo, o custo de um único caça multipropósito F-35 é equivalente ao preço de 55 mil drones *DJI Mavic*, fabricados na China, e eles ainda têm a vantagem de não colocar a vida de pilotos em risco (Padilha, 2024).

3.2.1.2 O Emprego de Drones Navais no Conflito Rússia-Ucrânia

A iniciativa de drones navais da Ucrânia surgiu por necessidade, não por uma grande estratégia. No início da guerra, a frota russa do Mar Negro lançou mísseis de cruzeiro contra a Ucrânia e bloqueou Odesa, importante região para o comércio marítimo e para a Marinha ucraniana, com o maior porto marítimo da Ucrânia e uma das bases navais mais importantes. Com sua marinha capturada ou afundada nos primeiros dias da guerra, a Ucrânia tinha poucas opções para recuperar o acesso ao

mar. Então, as tropas de Kyiv decidiram utilizar uma abordagem inovadora. Lukashevich Ivan Volodymyrovych, um general de brigada do Serviço de Segurança da Ucrânia, a agência de Contraineligência do país, propôs construir uma série de embarcações de ataque rápido e não tripulados. No verão de 2022, o Serviço de Segurança começou com alguns protótipos de drones. Esses, rapidamente levaram a alguns poucos drones navais que, quando combinados com imagens de satélite comerciais, aeronaves não tripuladas disponíveis no mercado e terminais *Starlink*, deram aos operadores ucranianos os meios para afundar ou desativar um terço da Esquadra do Mar Negro da Rússia (Clark, 2024).

Os primeiros drones marítimos ucranianos foram montados artesanalmente com peças de *jet skis*, lanchas e componentes eletrônicos comuns. No entanto, em poucos meses, fabricantes trabalhando para o Ministério da Defesa da Ucrânia desenvolveram vários modelos que provaram seu valor em combate, com destaque para o *Magura V5* e o *Sea Baby* (Clark, 2024).

O *Magura V5*, equipado com uma ogiva de 300 kg (comparável a um torpedo pesado), é um drone antinavio projetado para operar em enxames, confundindo e sobrecarregando as defesas dos navios. Dotado de terminais *Starlink* e GPS, um grupo de três a cinco *Maguras* geralmente se move de forma autônoma para uma posição próxima ao alvo potencial. A partir daí, os operadores podem aguardar as condições ideais e então atacar o alvo de múltiplos ângulos, usando controle remoto e transmissões de vídeo dos veículos (Clark, 2024).

O *Sea Baby*, maior que o *Magura*, é um veículo multifuncional capaz de transportar cerca de 800 kg de explosivos. Em 2023, um *Sea Baby* foi usado para causar danos significativos a uma ponte, no Estreito de Kerch. Uma versão mais recente possui um lançador de foguetes que as tropas ucranianas planejam usar contra forças russas ao longo do rio *Dnipro*, uma área frequentemente disputada na região leste da Ucrânia. A Rússia reduziu a ameaça às suas embarcações ao retirá-las da região (Clark, 2024).

Assim como o *Magura*, o *Sea Baby* é provavelmente controlado remotamente usando *Starlink* e GPS, e além de ataques, também pode ser configurado para reconhecimento, vigilância e logística (Clark, 2024).

3.2.1.3 O Emprego de Drones Terrestres no Conflito Rússia-Ucrânia

O conflito na Ucrânia testemunhou recentemente uma nova fase na utilização de tecnologia militar, com a Rússia realizando seu primeiro ataque terrestre utilizando veículos não tripulados armados. Este evento marca uma mudança significativa na guerra, que até então havia se caracterizado pelo uso extensivo de drones aéreos por ambos os lados e drones marítimos pelos ucranianos, enquanto os robôs terrestres eram limitados a funções de apoio como reabastecimento e remoção de minas (Axe, 2024).

O ataque ocorreu nas proximidades de *Bakhmut*, no leste da Ucrânia, onde o exército russo empregou pelo menos dois pequenos veículos terrestres não tripulados, equipados com lançadores de granadas, contra uma brigada mecanizada ucraniana. O resultado, no entanto, não foi favorável aos russos, como evidenciado por imagens de drones ucranianos que mostram robôs terrestres danificados em meio a veículos tripulados destruídos (Axe, 2024).

Este incidente ressalta os desafios previstos por analistas quanto à integração de veículos terrestres robóticos em ataques mecanizados. Um estudo realizado pelo *think tank* RAND¹², em 2020, simulou confrontos entre unidades mecanizadas americanas e russas, incorporando robôs terrestres armados. A simulação revelou uma vulnerabilidade crítica desses sistemas: a dependência de comunicação por rádio com operadores remotos. Esta dependência torna os drones suscetíveis a perder contato com seus operadores, seja devido a obstáculos no terreno ou interferência eletrônica inimiga. No cenário simulado, o uso eficaz de dispositivos de interferência por parte das forças russas limitou significativamente a capacidade das forças americanas de utilizar seus veículos robóticos, resultando em movimentações erráticas e tornando-os alvos fáceis (Axe, 2024).

Embora não se saiba ao certo se o ataque russo em *Bakhmut* foi comprometido por interferência ucraniana, é plausível que tenha enfrentado desafios similares. As forças ucranianas têm demonstrado expertise em guerra eletrônica,

¹² A RAND Corporation é uma organização estadunidense de pesquisa sem fins lucrativos que desenvolve soluções para desafios de políticas públicas. Fundada em 1948, a RAND inicialmente focava em conectar o planejamento militar com decisões de pesquisa e desenvolvimento. Ao longo do tempo, expandiu seu escopo para abordar questões urgentes nas áreas de segurança, saúde, educação, sustentabilidade, crescimento e desenvolvimento (RAND, 2024).

frequentemente neutralizando drones inimigos por intermédio de interferência em canais de rádio (Axe, 2024).

Este episódio ilustra os desafios e limitações atuais da tecnologia de combate robótica terrestre, destacando a necessidade de avanços em comunicações seguras e autonomia para sua eficácia em cenários de combate reais (Axe, 2024).

3.3 MANUFATURA ADITIVA OU IMPRESSÃO 3D

A Manufatura Aditiva ou Impressão 3D tem revolucionado diversos aspectos do cotidiano da sociedade, transformando a personalização em massa e atividades de saúde. Esta tecnologia inovadora tem proporcionado soluções mais eficientes, personalizadas e acessíveis em várias áreas.

No campo da personalização em massa, a Impressão 3D abriu novas perspectivas para a fabricação customizada. Essa tecnologia tem impactado a arquitetura, permitindo a criação de componentes de construção multifuncionais e estruturas complexas personalizadas. Tal capacidade de customização se estende a diversos setores, desde móveis até peças automotivas, atendendo às preferências individuais dos consumidores sem aumentar significativamente os custos de produção (Paoletti, 2017).

Na área médica, os avanços proporcionados pela Impressão 3D são notáveis. Essa tecnologia impactou diversos campos da medicina, possibilitando a criação de implantes específicos para pacientes e melhorando os resultados dos tratamentos de forma relevante. Além disso, a Impressão 3D tem sido utilizada para criar modelos anatômicos precisos para planejamento cirúrgico, próteses personalizadas e até mesmo na produção de *scaffolds*¹³ para regeneração de tecidos (Aimar, 2019).

Essas transformações evidenciam o impacto profundo que a Impressão 3D tem exercido na sociedade contemporânea. Ao oferecer soluções personalizadas ou melhorar tratamentos médicos, essa tecnologia continua a moldar o futuro de diversas áreas, prometendo ainda mais inovações nos anos vindouros.

¹³ *Scaffolds*, no contexto médico, são estruturas tridimensionais utilizadas na engenharia de tecidos e medicina regenerativa. Eles fornecem suporte físico e bioquímico para o crescimento e diferenciação celular, facilitando a regeneração de tecidos danificados ou a criação de novos tecidos. As principais aplicações incluem engenharia de tecidos, regeneração periodontal e curativos para ferimentos (Zielińska, 2023).

Já para fins militares, a Impressão 3D está transformando a capacidade logística e a resposta a crises em zonas de conflito, oferecendo soluções rápidas e adaptadas para uma variedade de necessidades. No conflito Rússia-Ucrânia, a Manufatura Aditiva tem sido utilizada para a produção de componentes militares, fabricação de drones e suas partes, produção de suprimentos médicos e inovação em armamentos, tudo de forma descentralizada da cadeia de suprimentos militar tradicional.

3.3.1 Emprego de Impressão 3D no Conflito Rússia-Ucrânia

A guerra na Ucrânia marcou a primeira aplicação generalizada da Impressão 3D em um campo de batalha, principalmente pelas forças ucranianas. Essa inovação tem sido observada de perto por militares de todo o mundo, especialmente dos EUA, Europa, China e Índia (Verdict, 2024).

A Impressão 3D no contexto militar tem o potencial de reduzir as cadeias de suprimento em circunstâncias críticas. A *Coastal Automotive*, uma empresa especializada em soluções automotivas, está utilizando a tecnologia de Impressão 3D para produzir torniquetes destinados às forças ucranianas, em resposta às necessidades urgentes decorrentes do conflito em andamento (Coastal Automotive, 2023).

Uma das principais vantagens da Impressão 3D é sua capacidade de mudar rapidamente de um item para outro sem a necessidade de reconfiguração extensa, ao contrário dos métodos tradicionais de fabricação. Essa agilidade permite um desenvolvimento iterativo rápido, onde protótipos são criados, avaliados no campo e o *feedback* é prontamente integrado na próxima versão (Hambling, 2024).

Adicionalmente, a Impressão 3D no campo permite a criação de peças sob demanda que geralmente estão em oferta limitada ou que não são fabricadas há décadas. Por exemplo, a Ucrânia recebeu 28 unidades da variante australiana do veículo de combate blindado M113, fabricado há mais de 40 anos e com modificações únicas. A Impressão 3D permite que as forças ucranianas fabriquem as dobradiças específicas necessárias para manter esses M113s em operação (Verdict, 2024).

A empresa australiana *Spee3D* tem sido líder no fornecimento de ajuda industrial de Impressão 3D para a Ucrânia. Desde 2023, enviaram três de suas impressoras de metal *WarpSPEED3D* como parte de uma doação militar financiada conjuntamente pelo governo australiano. Essas impressoras avançadas permitem a criação de ferramentas e peças personalizadas para carros de combate, veículos blindados e outras plataformas (Verdict, 2024).

Com essa capacidade de rápida personalização e produção da Manufatura Aditiva, a Ucrânia tem utilizado essa tecnologia para abastecer e manter a sua frota excepcionalmente diversificada de plataformas militares, incluindo mais de 40 veículos blindados diferentes. Isso apresenta desafios significativos em termos de manutenção e prontidão das forças (Verdict, 2024).

Entre os produtos mais procurados estão os invólucros de munição. Esses invólucros, quando armados com explosivos e detonadores, aumentam a eficácia dos ataques de drones, garantindo entrega precisa e impacto máximo. Notavelmente, o *WildBees Poland*¹⁴ fornece todos os seus produtos gratuitamente, financiados por doações e recursos próprios (Hambling, 2024).

Além disso, o *WildBees Poland* fabrica municionadores de cartuchos para fuzis, simplificando o processo de recarga de munição e garantindo eficiência para os soldados em campo. O portfólio diversificado do grupo inclui plataformas de lançamento de drones, carregadores e soluções inovadoras (Hambling, 2024).

A adaptabilidade e a capacidade de resposta rápida da Impressão 3D provaram ser inestimáveis no fornecimento de itens críticos que, de outra forma, seriam difíceis de obter (Hambling, 2024).

3.4 CONCLUSÕES PARCIAIS

A Ucrânia foi capaz de frustrar a ofensiva russa sobre seu território utilizando tecnologia de ponta. Dentre essas tecnologias, a Inteligência Artificial desempenha um papel primordial na identificação de alvos, análise de imagens e comunicações adversárias, além do processamento e fusão de grandes volumes de dados provenientes de diversas fontes. Essas tarefas são geridas pelo sistema DELTA, desenvolvido pelos próprios ucranianos, que provê consciência situacional e apoia a

¹⁴ O *WildBees Poland* colabora com uma rede global de voluntários utilizando impressoras 3D para apoiar o esforço de guerra ucraniano, enfatizando a natureza descentralizada e independente de suas operações, semelhante a um coletivo de abelhas (HAMBLING, 2024).

tomada de decisão. Apesar de sua eficácia, o DELTA é vulnerável devido à sua dependência de internet para conexão, uma necessidade parcialmente suprida pela rede de satélites *Starlink*, disponibilizada logo após o início da invasão russa em fevereiro de 2022.

Os ucranianos também utilizam a globalização das mídias sociais para comunicação e vigilância do inimigo, especialmente no campo informacional. Diversas ferramentas virtuais desenvolvidas para atender às necessidades de inteligência são alimentadas pela população ucraniana nas áreas de conflito e por soldados russos frustrados, revelando atividades e geolocalizações.

Da mesma forma, os drones aéreos se mostraram ferramentas indispensáveis na guerra moderna, especialmente no conflito na Ucrânia. Eles oferecem vantagens significativas, desde reconhecimento e vigilância, até ataques precisos e ações de guerra eletrônica. A inovação e adaptabilidade dessas aeronaves autônomas, combinadas com IA, demonstram um avanço na condução dos conflitos, economizando recursos e pessoal. O custo-benefício em comparação com a aquisição e uso de aeronaves tradicionais enaltece a importância crescente dessa tecnologia na guerra contemporânea, tornando os drones aéreos essenciais para as forças modernas.

Do mesmo modo, a iniciativa de drones navais da Ucrânia representa uma resposta adaptativa e tecnológica às adversidades impostas pelo conflito. Inicialmente montados de forma improvisada, esses drones se mostraram eficazes na defesa e ataque, combatendo a superioridade naval russa de maneira econômica e inovadora. Os drones navais ucranianos operam de forma autônoma e coordenada, confundindo defesas inimigas e realizando ataques precisos, reduzindo a exposição das forças ucranianas e poupando pessoal. Comparados a navios, esses drones são mais baratos de produzir e manter, permitindo à Ucrânia desenvolver uma capacidade naval de negação do uso do mar sem os altos custos associados aos meios navais de uma marinha convencional.

Por outro lado, apesar dos avanços, os veículos terrestres não tripulados armados no conflito na Ucrânia enfrentam desafios substanciais, especialmente em relação à dependência de comunicações seguras e à autonomia operacional. Esses drones terrestres são suscetíveis à interferência eletrônica e necessitam de aprimoramentos para se tornarem eficazes em combate, demonstrando que essa inovação ainda precisa de tempo para maturar e provar sua utilidade na guerra.

Por fim, a Impressão 3D tem se mostrado uma ferramenta inestimável na guerra na Ucrânia, oferecendo soluções rápidas e adaptáveis para os desafios logísticos enfrentados pelas forças ucranianas. A capacidade de produzir peças sob demanda, combinada com a agilidade na mudança de produção e o desenvolvimento iterativo, prova ser um diferencial fundamental em cenários de conflito. A contribuição de empresas e organizações internacionais tem sido vital, fornecendo tecnologia e produtos essenciais que suportam a eficácia das forças ucranianas. A aplicação dessa tecnologia melhora não só a prontidão operacional, mas também a resiliência logística.

- .

4 EDM E INDÚSTRIA 4.0 À LUZ DAS OPRIB

Neste capítulo, examinaremos os direcionamentos da Estratégia de Defesa Marítima sobre as Capacidades Estratégicas necessárias para alcançar o Objetivo Estratégico 1 (FINS) – "Sobrepular as ameaças estatais aos interesses nacionais nos ambientes marítimo e fluvial", com foco na região amazônica. Nossa análise se baseará em dois aspectos principais: as ações da Ucrânia contra a invasão russa em 2022 e uma breve comparação da experiência americana no Vietnã com aspectos da nossa doutrina de Operações Ribeirinhas relacionados às Capacidades Estratégicas. Ambos os casos revelam peculiaridades que destacam lacunas em nossa estratégia.

4.1 A ESTRATÉGIA CONTRA UM PODER NAVAL SUPERIOR

No intuito de delinear uma Força Naval adequada para fazer frente aos seus desafios, o enquadramento FINS-MANEIRAS-MEIOS é essencial para a definição de qualquer estratégia (Brasil, 2023).

A Estratégia de Defesa Marítima, fundamentada nos Objetivos Estratégicos da MB (FINS), nas Posturas Estratégicas (MANEIRAS), Tarefas Básicas do Poder Naval (MANEIRAS) e nas Capacidades Estratégicas (MEIOS), desenvolve um Conceito Estratégico que alicerça e orienta as ações da MB, desde o nível estratégico até o nível tático, em um horizonte de 20 anos (Brasil, 2023).

No que tange ao Objetivo Estratégico de "Superar as ameaças estatais aos interesses nacionais nos ambientes marítimo e fluvial", é evidente que as ameaças capazes de comprometer a segurança do Brasil possuem um Poder Militar, e em particular um Poder Naval, superior ao nosso (Brasil, 2023). Ainda em relação a esse OBE, não identificamos a necessidade de alterar as orientações no que diz respeito às Posturas Estratégicas (MANEIRAS), que são "Coerção" e "Uso da Força", posturas essas apropriadas para o cenário que o OBE apresenta.

Segundo a EDM, para que essa estratégia seja bem-sucedida, especificamente nas áreas ribeirinhas de interesse, é essencial que o Poder Naval possua Capacidades Estratégicas sólidas, onde, entre outras, destacam-se a Consciência Situacional e Poder de Combate (Brasil, 2023).

É indispensável analisar a nossa estratégia sob o prisma do conflito Rússia-Ucrânia. Tal embate concretiza o desafio ucraniano de se contrapor a um poder militar superior. De acordo com declarações recentes, em 2023, do então Ministro da Defesa do Reino Unido, Ben Wallace, a Ucrânia se apresenta como um “laboratório de testes trágico” para tecnologias de guerra. Wallace destaca as lições valiosas aprendidas com o conflito, que podem moldar o futuro das Forças Armadas Britânicas. Enfatizou ainda o impacto significativo das armas fornecidas pelos aliados a Kiev e a necessidade de adaptação rápida às mudanças nos desafios militares (Adams; Gillett, 2023).

Um outro ensinamento obtido com a guerra é que o ritmo de inovação está acelerando, tornando obsoletos os tradicionais programas para aquisição de equipamentos, muitas vezes com décadas de duração. Ao invés disso, é necessário que os equipamentos militares sejam projetados com a capacidade de serem atualizados rapidamente (Adams; Gillett, 2023).

Prosseguiremos efetuando comparações entre as orientações da EDM sobre as Capacidades Estratégicas para atingir o OBE-1 no ambiente ribeirinho com dois casos: o primeiro com aspectos relevantes da doutrina de OpRib e exemplos de relatos da Guerra do Vietnã; e com os apontamentos sobre o uso de tecnologia pela Ucrânia contra a Rússia

4.2 OPRIB E A CONSCIÊNCIA SITUACIONAL

Segundo relatos da participação das tropas americanas na Guerra do Vietnã (1963-1973), as dificuldades eram muitas. O terreno onde as operações ocorriam era denso e hostil, caracterizado por florestas tropicais e montanhas, dificultando a mobilidade, a visibilidade e tornando as operações de reconhecimento extremamente desafiadoras. Adicionalmente, a fragmentação das informações, exacerbada por estruturas organizacionais que operavam de maneira isolada, dificultou a integração e a fusão dos dados coletados. Esses desafios combinados resultaram em atrasos na análise e disseminação das informações, impactando negativamente a eficácia das operações militares americanas no Vietnã (USA Vietnam War Commemoration, 2024).

Traçando um paralelo com as OpRib, que ocorrem em ambientes muito

semelhantes ao do Vietnã, marcado pelas grandes distâncias e onde a capacidade de observação é limitada pela cobertura vegetal, a Consciência Situacional é particularmente prejudicada. Essas limitações inerentes ao ambiente ribeirinho fazem com que o Comando tenha uma capacidade reduzida de conduzir as operações de forma centralizada e coordenada. Como resultado, as ações militares tendem a se tornar consideravelmente descentralizadas, com as unidades operando de maneira mais autônoma e dispersa (Brasil, 2020).

Passaremos agora a analisar como essa demanda de percepção da Força empregada em OpRib pode ser identificada na nossa Estratégia de Defesa Marítima. A EDM menciona a necessidade da capacidade de Consciência Situacional para lidar com um poder militar superior em uma situação de conflito. No entanto, visualizamos ser preciso especificar a inclusão no uso de IA para multiplicar tal capacidade, sob o risco de não ser dada a devida importância à incorporação dessa tecnologia, algo que vem sendo implementado pelas forças armadas de muitos países. O relatório “Inteligência Artificial e Autonomia nas Forças Armadas: Uma Visão Geral das Estratégias e Implantações dos Estados Membros da OTAN” de 2021, do *NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence*, um centro de excelência da OTAN especializado em ciberdefesa, já apontava que diversos países estão incorporando Inteligência Artificial em suas forças armadas, tais como Estados Unidos, China, França, Reino Unido, Alemanha, Israel, Rússia, Japão, Coreia do Sul, Turquia, Canadá, Espanha, Itália, Países Baixos, Noruega, Polônia, Portugal, Suécia, Suíça e Bélgica (Gray; Ertan, 2021).

Faz-se necessário explicitar as suas aplicações para a implementação de um sistema com algoritmos de IA, a ser desenvolvido no Brasil, nos mesmos moldes do sistema DELTA da Ucrânia, capaz de realizar o processamento de dados oriundos de fontes diversas para a identificação de alvos, movimentações de tropas amigas e inimigas, estudo de padrões de atividades que podem indicar ações futuras do adversário, coordenação de operações correntes e análise de comunicações inimigas interceptadas. É importante acrescentar a orientação de que o sistema sugerido possa ser facilmente acessado, via internet, a fim de possibilitar que elementos isolados possam receber e transmitir informações a serem processadas no sistema. Este sistema contribuirá para uma melhor Consciência Situacional e apoiará a tomada de decisão.

4.3 OPRIB E O PODER DE COMBATE

Novamente, nos valendo dos ensinamentos colhidos na Guerra do Vietnã, a densa vegetação dificultava a visualização de tropas e instalações inimigas a partir do ar. Para superar esses desafios, os americanos utilizaram uma variedade de aeronaves de reconhecimento, equipadas com câmeras de alta resolução e sensores eletrônicos para captar imagens e sinais de comunicação. Além disso, aeronaves de reconhecimento eram empregadas para missões de observação a baixa altitude, permitindo uma coleta de dados mais detalhada e precisa. Essas aeronaves eram frequentemente escoltadas por caças. Nessas missões, eram buscadas mudanças sutis no terreno que pudessem indicar a presença de forças inimigas, por meio de observadores aéreos embarcados familiarizados com a região (Command History Office, 2015).

Já para missões de ataque, as aeronaves eram frequentemente utilizadas com o apoio de um helicóptero de observação, que identificava alvos inimigos e coordenava ataques com helicópteros de ataque. Essas missões eram fundamentais para detectar e neutralizar forças inimigas camufladas na densa vegetação e terrenos montanhosos do Vietnã (Why, 2004).

Por parte da nossa doutrina, percebemos que aeronaves, com ênfase em helicópteros, são valiosas no ambiente ribeirinho, onde as vias de comunicação terrestres são bastante restritas e o movimento de forças basicamente se restringe ao modal aéreo e às hidrovias. Isso faz com que haja uma grande dependência de meios para movimentar pessoal, diferentemente de outros tipos de operações. Considerando as possíveis ameaças que podem se opor a uma Força realizando OpRib, em resumo, a aviação, as tropas localizadas nas margens e os meios fluviais inimigos representam as principais ameaças. Em relação às tropas terrestres, a lição da Guerra do Vietnã também destaca que o primeiro tiro geralmente vem da margem. Essas ameaças exigem que uma Força operando em ambiente ribeirinho tenha, além do apoio aéreo para fornecer Defesa Aérea¹⁵, a capacidade de Defesa Antiaérea¹⁶ e Autodefesa (Silva, 2021). Observamos então que o uso de drones

¹⁵ Conjunto de ações e medidas desencadeadas a partir de plataformas ou vetores aeroespaciais, com o propósito de impedir, anular ou neutralizar a ação de vetores aeroespaciais hostis (BRASIL, 2015).

¹⁶ Defesa Antiaérea consiste em ações direcionadas contra vetores aeroespaciais inimigos em voo, com o objetivo de anular ou reduzir a eficácia de um ataque aeroespacial. Isso inclui a defesa aérea e a defesa antiaérea realizadas a partir da superfície, visando impedir, anular ou neutralizar a ação de vetores aéreos hostis, sejam eles tripulados ou não (Brasil, 2015).

proporcionaria maior poder de fogo a uma Força, ao mesmo tempo em que viabilizaria uma maior descentralização e alcance das suas ações, traduzindo-se em um maior Poder de Combate a um custo menor.

Mais uma vez nos utilizando de um conflito como base para a nossa análise, agora nos concentraremos nas ações da Ucrânia em sua guerra contra a Rússia. O general Valerii Zaluzhnyi, Comandante das Forças Armadas da Ucrânia, em um artigo escrito para a CNN, defende uma mudança significativa na estratégia militar do seu país, enfatizando o uso mais amplo de tecnologias avançadas, especialmente drones. Ele argumenta que essa abordagem é fundamental para preservar vidas ucranianas no campo de batalha, contrapor a vantagem material russa em armamentos e munições e evitar uma guerra de atrito¹⁷ desfavorável à Ucrânia (Ataman; Pleitgen; Tarasova-Markina, 2024).

Zaluzhnyi destaca que os sistemas não tripulados, em conjunto com outras armas modernas, oferecem à Ucrânia a melhor chance de evitar um impasse prolongado. Ele enfatiza a necessidade de uma "reformulação generalizada das operações no campo de batalha", abandonando métodos obsoletos em favor de abordagens inovadoras. O general ucraniano vê essa transformação como essencial para adaptar-se à natureza evolutiva do conflito, reconhecendo que o caráter da guerra mudou significativamente. Essa visão reflete uma compreensão da necessidade de constante adaptação e inovação no campo militar para manter uma vantagem significativa. A ênfase de Zaluzhnyi nos drones e em outras tecnologias avançadas não é apenas uma questão de eficiência, mas também uma resposta à assimetria de Poder de Combate entre Ucrânia e Rússia. Ao priorizar sistemas não tripulados, a Ucrânia busca compensar sua desvantagem numérica e material, focando em soluções de alta tecnologia para contrapor um adversário mais forte (Ataman; Pleitgen; Tarasova-Markina, 2024).

Em relação à capacidade de Poder de Combate, a EDM frisa a importância da tecnologia na potencialização da capacidade, assim como o emprego de mísseis de médio alcance. Todavia, mísseis, aeronaves e navios são dispendiosos. Ainda com vistas às lições aprendidas com a Ucrânia, percebemos que é possível contrapor um

¹⁷ Guerra de Atrito - A guerra de atrito é uma forma de conduzir operações militares que se baseia na aplicação maciça do poder de combate, visando reduzir a capacidade combatente do inimigo, por intermédio do desgaste de seus recursos humanos e materiais. Nesse tipo de abordagem, o foco está no confronto direto com as unidades de combate inimigas, de modo a neutralizá-las. Os resultados obtidos são proporcionais ao nível de força empregada e, normalmente, implicam em custos mais elevados em termos de perdas humanas e danos materiais. (Brasil, 2015).

poder militar superior com embarcações e aeronaves autônomas, gerando simetria com o oponente mais poderoso. Então, é primordial acrescentar na EDM uma orientação sobre um maior emprego de drones aéreos e aquáticos, uma vez que são meios com uma melhor relação custo-benefício em relação aos meios militares tradicionais. Com tais drones, seria possível realizar tarefas de apoio de fogo preciso e controlado contra alvos em terra ou no mar, incrementando a letalidade de uma Força dotada desses meios, bem como também ações de reconhecimento e vigilância, guerra eletrônica e despistamento¹⁸, contribuindo dessa forma com outras Capacidades Estratégicas. Tudo isso a um menor custo de pessoal e material, uma vez que esses veículos podem ser operados a distâncias consideráveis e até possuir certo grau de autonomia, navegando com GPS. De forma semelhante ao sistema de IA mencionado anteriormente, o ideal seria que esses drones aéreos e aquáticos tivessem origem nacional, de modo a não tornar a cadeia de suprimentos dependente de fornecedor estrangeiro, algo que é plausível, uma vez que os drones mais simples utilizados pela Ucrânia foram lá desenvolvidos, inclusive durante o conflito, com o uso de peças improvisadas e de baixo custo. Após a devida análise, também percebemos que os drones terrestres ainda carecem de serem mais bem desenvolvidos e testados para que seja comprovada a sua eficiência em combate.

4.4 OPRIB E A RESILIÊNCIA

Na Guerra do Vietnã, a logística foi uma função particularmente desafiadora para os americanos, principalmente em virtude dos obstáculos físicos que tiveram que ser superados. Os EUA possuíam uma máquina de guerra altamente sofisticada que foi implantada em um país que não apenas carecia de infraestrutura de transporte, como estradas, portos e aeroportos, mas também apresentava condições extremas de terreno e clima (Gruenwald, 2015).

Da mesma forma, a logística das forças em OpRib é impactada. Assim como no Vietnã, o ambiente ribeirinho dificulta o abastecimento e a manutenção do material militar, em função da elevada umidade, constante previsão de chuvas, calor intenso e vegetação abundante. Todos esses componentes contribuem para uma degradação generalizada do material empregado nessas operações, reduzindo a

¹⁸ Conjunto de medidas adotadas contra o inimigo, por meio da manipulação, distorção ou falsificação de evidências, de forma a induzi-lo a reagir de modo prejudicial aos seus interesses (BRASIL, 2015).

sua vida útil e necessitando de substituição. Além disso, as distâncias envolvidas somam-se para penalizar ainda mais a cadeia de suprimentos. Mesmo os centros urbanos são distantes dos principais polos industriais e dos fornecedores de itens de suprimento necessários para o funcionamento dos meios navais, aéreos e de fuzileiros navais na região amazônica. Faz-se necessário reforçar a estrutura logística dos Distritos Navais lá localizados e facilitar a obtenção de itens de reposição mais simples, aumentando dessa forma a capacidade de Resiliência desses Comandos Distritais.

Como já apresentado anteriormente, a Manufatura Aditiva está sendo utilizada pelas forças ucranianas e por entidades estrangeiras que apoiam a Ucrânia para produzir componentes de armamento, peças de aeronaves, partes de veículos, suprimentos médicos e ferramentas. Outros países, como Estados Unidos, Reino Unido, França, Holanda e Austrália, também estão desenvolvendo a Impressão 3D para produzir peças de reposição, componentes e até mesmo estruturas para a construção de abrigos contra fogos inimigos (Markforged, 2022).

Outro aspecto a ser considerado no exemplo da Ucrânia, e que é semelhante à nossa situação, é a diversidade de meios e plataformas, algumas já obsoletas e difíceis de manter por falta de peças de reposição, descontinuadas pelos fabricantes. Uma das maiores vantagens da Impressão 3D é a possibilidade de fabricar itens diversos sem reconfigurar a impressora, algo que torna esta tecnologia altamente versátil.

Trazendo o foco para a EDM, passamos a tratar da Capacidade Estratégica Resiliência, com enfoque em sua vertente logística. Ao longo do estudo, apresentamos como a Manufatura Aditiva vem complementando a cadeia de suprimentos ucraniana, tornando a manutenção do esforço de guerra menos onerosa e mais capaz de suportar as ações russas para a sua interrupção. Analisando a EDM, notamos que a Resiliência não foi apontada como uma capacidade necessária para atingirmos o OBE-1, algo que julgamos ser primordial para sustentar o esforço militar necessário para sobrepujar uma ameaça estatal estrangeira, especialmente uma ameaça com poder militar superior.

4.5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Após analisarmos como as Capacidades Estratégicas “Consciência Situacional”, “Poder de Combate” e “Resiliência” se relacionam com o OBE-1 - “Sobrepular as ameaças estatais aos interesses nacionais nos ambientes marítimo e fluvial”, com foco na região amazônica, observamos que a Estratégia de Defesa carece de detalhamento em suas orientações para o delineamento de um Poder Naval crível para proteger os interesses nacionais.

Esse Poder Naval deverá ser dotado de um sistema com algoritmos de IA, um produto nacional, para prover a capacidade de monitorar o espaço, as forças e fornecer estimativas sobre possíveis manobras do inimigo. Especialmente no ambiente ribeirinho, onde o comando e controle é gravemente impactado, onde há grande influência da ameaça inimiga oriunda das margens na proteção da força e as ações são descentralizadas, um sistema como o sugerido aumentará sensivelmente a capacidade de Consciência Situacional.

Já a análise da capacidade de Poder de Combate evidencia a importância da utilização de tecnologias avançadas e o emprego de mísseis de médio alcance como componentes essenciais. Nesse contexto, alternativas como drones aéreos e aquáticos oferecem uma relação custo-benefício mais vantajosa, quando comparados a meios militares tradicionais. Inspirando-se nas lições da guerra na Ucrânia, onde drones têm sido utilizados com sucesso contra um poder militar superior, uma abordagem similar na nossa EDM representaria uma vantagem. Drones podem realizar uma variedade de tarefas, incluindo apoio de fogo, reconhecimento, vigilância, guerra eletrônica e despistamento, proporcionando um aumento significativo no Poder de Combate a um custo menor e com menor risco de perdas humanas.

A autonomia e a capacidade de operação à distância fazem dos drones um importante item para compor uma versátil gama de meios, priorizando a fabricação nacional. No ambiente ribeirinho, a flexibilidade e a eficiência dos drones são particularmente valiosas, considerando as limitações das vias terrestres, a necessidade de defesa antiaérea e as ameaças oriundas das margens.

Com relação à Capacidade Estratégica de Resiliência, esta é fundamental para sustentar o esforço militar em face de uma ameaça estatal estrangeira, especialmente uma com poder militar superior. A análise da EDM revelou que a Resiliência não foi inicialmente apontada como essencial para alcançar o OBE-1, mas os exemplos da Ucrânia demonstram a sua importância.

A Manufatura Aditiva, utilizada pelas forças ucranianas para contribuir com o esforço de guerra contra a Rússia, tem se mostrado como uma tecnologia que potencializa a Resiliência.

A diversidade de meios e plataformas, muitas vezes obsoletas e de difícil manutenção por falta de peças de reposição, é um desafio comum tanto para a Ucrânia quanto para as nossas forças. A Impressão 3D permite fabricar uma variedade de itens sem a necessidade de reconfiguração constante das impressoras, tornando-a altamente versátil.

No contexto das Operações Ribeirinhas, a logística é especialmente desafiada pelo ambiente ribeirinho, caracterizado por alta umidade, calor intenso e vegetação extensa, que aceleram a degradação dos materiais. As grandes distâncias e a falta de proximidade com os polos industriais complicam ainda mais a cadeia de suprimentos. A adoção da Manufatura Aditiva nos Distritos Navais da Amazônia poderia mitigar esses problemas logísticos, permitindo a produção local de peças e componentes essenciais, reduzindo a dependência de fornecedores e aumentando a Resiliência, principalmente na sua vertente logística.

Conforme o nosso estudo, concluímos então que as orientações da EDM são fundamentais para o delineamento da Força Naval do futuro, capaz de se opor a um Poder Naval superior, em um horizonte dos próximos 20 anos. Apesar de estar fora do escopo deste trabalho, concluímos também, baseados em declarações do antigo ministro da Defesa do Reino Unido, Ben Wallace, de que é preciso estabelecer ciclos curtos de revisão da EDM, visando meios com a possibilidade de atualização constante, fruto do elevado ritmo de inovação tecnológica, sob pena de construir um Poder Naval que rapidamente se tornará obsoleto.

5 CONCLUSÕES FINAIS

O propósito desta pesquisa foi analisar como algumas das inovações tecnológicas oriundas da Indústria 4.0, que vêm sendo empregadas em conflitos militares recentes, podem ser aplicadas no contexto das Operações Ribeirinhas, para potencializar a sua contribuição para a Estratégia de Defesa Marítima atingir parcela dos seus Objetivos Estratégicos.

Para atingir este propósito, foi definida a seguinte questão de pesquisa: como a Ucrânia tem utilizado a tecnologia da indústria 4.0 a seu favor para resistir à invasão russa, com o seu poderio militar superior, desde 2022 até os dias atuais?

Foi também formulada uma questão de apoio: existe alguma lacuna na EDM a ser apontada à luz das peculiaridades das OpRib?

Para responder às questões propostas e alcançar o propósito, foi adotada uma abordagem mista de pesquisa descritiva e comparativa, buscando descrever e analisar como as inovações tecnológicas da Indústria 4.0 vêm impactando conflitos militares recentes, como podem ser adotadas em OpRib e comparar as orientações da EDM com as características das Operações Ribeirinhas. Assim, a pesquisa se baseou na consulta a documentos dos níveis político-estratégico e operacional do governo brasileiro, do Ministério da Defesa e da Marinha do Brasil, artigos e trabalhos acadêmicos sobre a Indústria 4.0, artigos sobre os conflitos recentes abordados e obras complementares.

Entretanto, a pesquisa foi impactada por algumas limitações. As publicações doutrinárias da MB sobre OpRib são reservadas, o que nos impossibilitou de aproveitar o seu conteúdo. Uma outra limitação é que o conflito entre Rússia e Ucrânia ainda não terminou, não nos permitindo afirmar categoricamente sobre a eficiência do uso ucraniano da tecnologia a seu favor.

Após a contextualização do capítulo introdutório, no segundo capítulo foi estudada a EDM, a fim de se compreender o seu Conceito Estratégico, sua estrutura FINS-MANEIRAS-MEIOS e o ambiente operacional ribeirinho como espaço de atuação da MB. Posteriormente, foram apresentadas as definições de Operações Ribeirinhas, de Inteligência Artificial, Robótica Avançada e Manufatura Ativa, importantes conceitos que serviram de base teórica para o estudo.

Posteriormente, no capítulo 3, foram apresentados os impactos da Inteligência Artificial, Robótica Avançada e Manufatura Ativa na sociedade moderna e como a Ucrânia tem aproveitado essas inovações para diminuir a vantagem militar russa e defender parcela do seu território invadido em 2022, respondendo à questão de pesquisa do estudo.

A pesquisa revelou que a Ucrânia foi capaz de conter a ofensiva russa e equilibrar a desvantagem militar por meio do uso de tecnologia. Destaca-se, entre essas tecnologias, a Inteligência Artificial, que têm um relevante papel na integração e análise de uma infinidade de dados obtidos, e que entrega uma Consciência Situacional mais próxima do que realmente ocorre no campo de batalha, permitindo maior eficiência nas comunicações, elevada rapidez no processo decisório e precisão na neutralização de alvos, o que torna o poder de combate ucraniano mais eficiente. Além disso, a IA é integrada a meios autônomos, como drones, potencializando as suas capacidades.

Adicionalmente, os drones se mostraram instrumentos primordiais para a Ucrânia. Desde ações de guerra eletrônica e esclarecimento, até ataques precisos contra pessoal, instalações e navios, esses veículos demonstram a possibilidade de realizar ações militares eficazes e poupar recursos humanos para o emprego em outras atividades. A utilização de IA combinada com drones habilitou a Ucrânia a efetivamente contrapor o Poder de Combate dos meios militares russos com equipamentos infinitamente mais baratos, no entanto, igualmente letais.

Já em uma abordagem de apoio à sustentação do combate, a Impressão 3D tem oferecido alternativas rápidas e adaptáveis para os desafios logísticos enfrentados pelas forças ucranianas. A opção de fabricar peças customizadas, aliada à rapidez na adaptação da cadeia de produção, é um diferencial essencial para a Resiliência da Ucrânia nesse conflito, no sentido de incrementar o esforço de guerra para manter as forças ucranianas em condições de segurar a ofensiva russa sobre o seu território.

A partir deste ponto, no capítulo 4, confrontamos as orientações sobre as Capacidades Estratégicas para alcançar o Objetivo Estratégico 1 da EDM com aspectos da nossa doutrina de Operações Ribeirinhas, apoiados em relatos da Guerra do Vietnã, e com as informações coletadas sobre o conflito Rússia-Ucrânia. Ao identificar lacunas na EDM evidenciadas pela comparação das orientações

estratégicas com a doutrina de Operações Ribeirinhas e com a pesquisa realizada sobre inovações tecnológicas, respondemos à questão de apoio do estudo.

Constatamos que a EDM, ao tratar das diretrizes para o delineamento do Poder Naval dos próximos 20 anos, capaz de sobrepujar ameaças estatais, particularmente no ambiente ribeirinho, orienta com relação às Capacidades Estratégicas de Consciência Situacional e Poder de Combate. No entanto, à luz da pesquisa realizada, julgamos prudente incluir um direcionamento sobre o uso de IA, drones aéreos e aquáticos. Percebemos também a necessidade de menção à Capacidade Estratégica Resiliência nas orientações supracitadas, e consequentemente, o emprego de Manufatura Aditiva no delineamento desse Poder Naval. Por fim, constatamos que, devido à rápida evolução da Indústria 4.0, a própria revisão da EDM deve ser realizada em ciclos curtos de planejamento.

A relevância das conclusões deste estudo baseia-se no apontamento da necessidade de revisão das orientações estratégicas da MB, com vistas às especificidades dos vastos ambientes operacionais onde a Força atua, como o ambiente ribeirinho, e observando de perto os ensinamentos e os resultados obtidos pelo emprego de tecnologia pela Ucrânia, em seu conflito com a Rússia.

No entanto, os frutos da pesquisa apresentada podem ser explorados de maneira aprofundada. Sendo assim, para pesquisas futuras, recomenda-se investigar os desafios para a criação de um sistema de Consciência Situacional com algoritmos de IA no Brasil ou para a implementação de Manufatura Aditiva nas cadeias de suprimento militares, o processo de fabricação e emprego de drones em larga escala pelas forças militares ou um objeto de estudo similar ao deste estudo, porém com um recorte em outro ambiente operacional, como o marítimo.

Em suma, as conclusões realizadas reforçam para a Marinha do Brasil a importância de delinear um Poder Naval crível, apoiando-se em um conjugado de meios navais tradicionais, tecnologia de ponta e equipamentos autônomos de fabricação nacional.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, Paul; GILLET, Francesca. Ucrânia virou 'trágico laboratório' para tecnologia de guerra, diz ministro britânico. **BBC News Brasil**, 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cl5evd89nqwo>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- AIMAR, A. et al. *The Role of 3D Printing in Medical Applications: A State of the Art*. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2019, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6451800/>. Acesso em: 13 jul. 2024.
- ATAMAN, Joseph; PLEITGEN, Frederik; TARASOVA-MARKINA, Daria. Piloto ucraniano descreve como drones movidos por jet skis afundaram navio russo. **CNN Brasil**, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/piloto-ucraniano-descreve-como-drones-afundaram-navio-russo/>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- AXE, David. *Russia's First-Ever Robotic Ground Assault Ended Badly For The Robots*. **Forbes**, 2024. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2024/03/29/russias-first-ever-r>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- AZMAT, M.; KUMMER, S. *Potential applications of unmanned ground and aerial vehicles to mitigate challenges of transport and logistics-related critical success factors in the humanitarian supply chain*. **Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility**, v. 5, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41180-020-0033-7>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. **EMA-310**: Estratégia de Defesa Marítima. 1 Ed. Brasília, DF, 2023.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. **EMA-301**: Fundamentos Doutrinários da Marinha. 1 Ed. Brasília, DF, 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Glossário das Forças Armadas – MD35-G-01**. 5 Ed. Brasília, DF, 2015.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de Operações Ribeirinhas – MD33-M-15**. 1 Ed. Brasília, DF, 2020.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Política de Defesa Nacional / Estratégia Militar de Defesa**. Brasília, 2012.
- BASUMALLICK, Chiradeep. *What Is Raspberry Pi? Models, Features, and Uses*. **Spiceworks**, 2022. Disponível em: <https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/what-is-raspberry-pi/>. Acesso em: 12 jul. 2024.
- BROOKINGS INSTITUTION. Peter W. Singer. Disponível em: <https://www.brookings.edu/people/peter-w-singer/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CLARK, Bryan. *Sea Drones in the Russia-Ukraine War Inspire New Tactics*. **IEEE Spectrum**, 2024. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/sea-drone>. Acesso em: 12 jul. 2024.

COASTAL AUTOMOTIVE. *3D Printing Tourniquets for Ukraine*. Coastal Automotive, 2023. Disponível em: <https://coastal-automotive.com/blog/3d-printing-tourniquets/>. Acesso em: 13 jul. 2024.

COOK, Martin L. et al. **US Army War College guide to strategy**. Strategic Studies Institute, 2001.

COMMAND HISTORY OFFICE. *More aerial intelligence systems used during Vietnam War*. US Army, 2015. Disponível em: https://www.army.mil/article/151825/more_aerial_intelligence_systems_used_during_vietnam_war. Acesso em: 25 jul. 2024.

CRONIN, Audrey Kurth. *Open Source Technology and Public-Private Innovation Are the Key to Ukraine's Strategic Resilience*. **War on the Rocks**, 2023. Disponível em: <https://warontherocks.com/2023/08/open-source-technology-and-public-private-innovation-are-the-key-to-ukraines-strategic-resilience/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

DEAN, Grace. *Drone racing: Everything you need to know*. **Space.com**, 2021. Disponível em: <https://www.space.com/drone-racing-explained>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ECONOMIST. *How a chatbot has turned Ukrainian civilians into digital resistance fighters*. **The Economist**, 2023. Disponível em: <https://www.economist.com/the-economist-explains/2023/02/22/how-a-chatbot-has-turned-ukrainian-civilians-into-digital-resistance-fighters>. Acesso em: 6 jul. 2024.

GRAY, Maggie; ERTAN, Amy. *Artificial Intelligence and Autonomy in the Military: An Overview of NATO Member States' Strategies and Deployment*. NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence (CCDCOE), 2021. Disponível em: <https://ccdcoe.org/library/publications/artificial-intelligence-and-autonomy-in-the-military-an-overview-of-nato-member-states-strategies-and-deployment/>. Acesso em: 20 jul. 2024.

GRUENWALD, Hermann. *Military Logistics Efforts during the Vietnam War Supply Chain Management on Both Sides*. Chonburi: Burapha University International College, 2015. Disponível em: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/22504880/69d5f256-e508-48be-ad28-97d18d72d993/Military-Logistics-Efforts-during-the-Vietnam-War-Supply-Chain-Management-on-Both.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2024.

HAMBLING, David. *How Volunteers Worldwide Are Helping Ukraine's War With 3D Printers*. **Forbes**, 2024. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2024/06/07/how-volunteers-worldwide-are-helping-ukraines-war-with-3d-printers/>. Acesso em: 13 jul. 2024.

HUNTER, L. Y.; ALBERT, C.; HENNINGAN, C.; RUTLAND, J. *The military*

application of artificial intelligence technology in the United States, China, and Russia and the implications for global security. **Defense & Security Analysis**, 2023.

Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/taf/cdanxx/v39y2023i2p207-232.html>. Acesso em: 15 jun. 2024.

JONES, Grace; EGAN, Janet; ROSENBACH, Eric. *Advancing in Adversity: Ukraine's Battlefield Technologies and Lessons for the U.S.* **Belfer Center for Science and International Affairs**, Harvard Kennedy School, 2023. Disponível em:

<https://www.belfercenter.org/publication/advancing-adversity-ukraines-battlefield-technologies-and-lessons-us>. Acesso em: 5 jul. 2024.

KARALIS, Magdalene. (Gjia). *Russia-Ukraine War Through the Eyes of Social Media.* **Georgetown Journal of International Affairs**, 2024. Disponível em:

<https://gjia.georgetown.edu/2024/02/02/russia-ukraine-through-the-eyes-of-social-media/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

LIPSON, H.; KURMAN, M. *Fabricated: The New World of 3D Printing*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, 2013. Disponível em:

https://archive.org/details/fabricatednewwor0000lips_c2c3. Acesso em: 15 jun. 2024.

LITTMAN, M. L. et al. *The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100) 2021 Study Panel Report*. 2021.

LONGO, W. P. *Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento.* **Tensões Mundiais**, 2007. Disponível em:

<https://revistas.uece.br/index.php/tensoesmundiais/article/view/722>. Acesso em: 23 maio. 2024.

MARKFORGED. *How Are Different Branches of the US Military Using Additive?*

Markforged, 2022. Disponível em: <https://markforged.com/resources/blog/how-are-different-branches-of-the-us-military-using-additive>. Acesso em: 23 jul. 2024.

MATOS, D. R. S.; OLIVEIRA, F. K. *Análise com assistentes virtuais inteligentes: Um estudo de caso com o Google Assistente.* **Revista Novas Tecnologias na Educação**, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.22456/1679-1916.118537>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MELLO, Luis Manuel de Campos. *Conceitos emergentes para os Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav).* **Âncoras e Fuzis**, n. 52, p. 13-13, 2021.

MOZUR, Paul; SATARIANO, Adam. *In Ukraine War, A.I. Begins Ushering In an Age of Killer Robots.* **The New York Times**, 2 de julho de 2024. Disponível em:

<https://www.nytimes.com/2024/07/02/technology/ukraine-war-ai-weapons.html>. Acesso em: 10 jul. 2024.

OLIVEIRA, Diego. *Saiba quais Estados da Amazônia brasileira fazem fronteira com a Amazônia.* **Portal Amazônia**. Disponível em:

<<https://portalamazonia.com/amazonia-internacional/saiba-quais-estados-da-amazonia-brasileira-fazem-fronteira-com-a-amazonia-internacional/>>. Acesso em: 02

junho 2024.

PADILHA, Luiz. Guerra dos Drones: o impacto do emprego de veículos não tripulados no conflito russo-ucraniano. **Defesa Aérea & Naval**. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/guerra-dos-drones-o-impacto-do-emprego-de-veiculos-nao-tripulados-no-conflito-russo-ucraniano>. Acesso em: 12 jul. 2024.

PAOLETTI, I. *Mass Customization with Additive Manufacturing: New Perspectives for Multi Performative Building Components in Architecture*. **Procedia Engineering**, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317824>. Acesso em: 13 jul. 2024.

RAND CORPORATION. *About RAND*. Santa Monica, [2024]. Disponível em: <https://www.rand.org/about.html>. Acesso em: 12 jul. 2024.

RICKLI, Jean-Marc; MANTELLASSI, Federico. *The War in Ukraine: Reality Check for Emerging Technologies and the Future of Warfare*. Geneva Centre for Security Policy, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Federico-Mantellassi/publication/379744204_The_War_in_Ukraine_Reality_Check_for_Emerging_Technologies_and_the_Future_of_Warfare/links/6617ee0d39e7641c0bacee08/The-War-in-Ukraine-Reality-Check-for-Emerging-Technologies-and-the-Future-of-Warfare.pdf. Acesso em: 5 jul. 2024.

ROSENGREN, Oscar. *Network-centric Warfare in Ukraine: The Delta System*. Grey Dynamics, 2023. Disponível em: <https://greydynamics.com/network-centric-warfare-in-ukraine-the-delta-system/>. Acesso em: 6 jul. 2024.

SAS Institute. **Machine learning: o que é e qual sua importância?** Disponível em: https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/machine-learning.html. Acesso em: 8 jul. 2024.

SILVA, André Luiz Guimarães. Nova visão das Operações Ribeirinhas para a Marinha do Brasil. **Âncoras e Fuzis**, n. 52, p. 57-57, 2021.

SILVA, Peterson Ferreira da. A guerra do futuro já começou e o Brasil enfrenta o desafio do abismo tecnológico. **Revista Análise Estratégica**. Centro de Estudos Estratégicos do Exército, Vol. 11, n. 1, 2019. Disponível em: <https://ppl-ai-file-upload.s3.amazonaws.com/web/direct-files/22504880/6d5c71c3-33f1-4d4d-9a5f-47566cccd1be/a-guerra-do-futuro-ja-comecou-e-o-brasil-enfrenta-o-desafio-do-abismo-tecnologico.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SINGER, P. W. *Wired for War: The Robotics Revolution and Conflict in the 21st Century*. New York: Penguin Books, 2009.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Edipro. São Paulo, 2019.

SPRINGER, P. J. *Military Robots and Drones: A Reference Handbook*. Santa

Barbara, Calif.: ABC-CLIO, 2013.

TELEGRAM. *Telegram Messenger*. 2024. Disponível em: <https://telegram.org>. Acesso em: 6 jul. 2024.

UNIVERSAL ROBOTS BRASIL. Robótica Avançada: o que é, benefícios e principais aplicações. 2023. Disponível em: <https://www.universal-robots.com/br/blog/rob%C3%B3tica-avancada-o-que-%C3%A9-benef%C3%ADcios-e-principais-aplicac%C3%B5es/>. Acesso em: 8 jul. 2024.

USA VIETNAM WAR COMMEMORATION. *Intelligence in the Vietnam War*. USA Vietnam War Commemoration, 2024. Disponível em: https://www.vietnamwar50th.com/assets/1/7/INTEL_POSTER_SERIES.pdf. Acesso em: 25 jul. 2024.

VERDICT. *3D battlefield printing in Ukraine*. Verdict, 2024. Disponível em: <https://www.verdict.co.uk/3d-printing-ukraine-battlefield/?cf-view>. Acesso em: 13 jul. 2024.

VIBER. *Features*. 2024. Disponível em: <https://www.viber.com/en/features/>. Acesso em: 6 jul. 2024. VIBER.

WHY, Robert A. *The evolution of fire support doctrine was driven by airmobile doctrine and new weapon systems during the Vietnam War*. 2004. 99 f. Thesis (Master of Military Art and Science) – U.S. Army Command and General Staff College, Fort Leavenworth, KS, 2004.

WOLF, William. *Off Target: America's Guided Bombs, Missiles and Drones 1917-1950*. Fonthill Media, 2021.

ZIELIŃSKA, A. et al. *Scaffolds for drug delivery and tissue engineering: The role of genetics*. **Journal of Controlled Release**, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168365923003553>. Acesso em: 13 jul. 2024.