

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG ANDRÉ MARCELLO VIVIANI SILVA

**SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS:
Possibilidades e novas capacidades para a Marinha do Brasil.**

Rio de Janeiro

2024

CMG ANDRÉ MARCELLO VIVIANI SILVA

**SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS:
Possibilidades e novas capacidades para a Marinha do Brasil.**

Tese apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: Prof Daniel Daher Rodrigues

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.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu saudoso e eterno pai (*“in memoriam”*), à minha amada mãe, e ao meu irmão, Marcos, por todo o amor, carinho, incentivo e sabedoria transmitidos a mim ao longo da minha vida, bem como da minha carreira.

AGRADECIMENTO

Nesse momento tão especial, após um árduo e longo caminho percorrido, não poderia deixar de mencionar àqueles que contribuíram para a conclusão desse trabalho acadêmico.

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter me abençoado com muita saúde para eu conseguir alcançar mais esse objetivo na carreira.

À minha querida esposa e aos meus amados filhos, pela compreensão, apoio irrestrito e demonstração de carinho que me motivaram durante o desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu orientador, pela paciência a mim dispensada, bem como pelas sugestões e orientações assertivas, as quais foram primordiais para o atingimento dos objetivos propostos.

Aos instrutores da Escola de Guerra Naval, pela dedicação e motivação ao transmitirem seus conhecimentos e experiências aos alunos da turma do C-PEM 2024.

Por fim, ao Encarregado do Curso, o Capitão de Mar e Guerra (RM1) Sousa, ao seu auxiliar, o Capitão de Corveta Ribeiro Costa, bem como os demais integrantes da secretaria do C-PEM, pelo apoio incondicional durante o trabalho de pesquisa e desenvolvimento desta Tese.

"Inventar é imaginar o que ninguém pensou; é acreditar no que ninguém jurou; é arriscar o que ninguém ousou; é realizar o que ninguém tentou."

Santos Dumont

RESUMO

Este estudo teve como objetivo compreender e analisar de que forma o emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas poderá agregar novas capacidades à Marinha do Brasil no futuro, em especial, na execução de operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), desencadeadas a partir de terra ou de bordo de meios navais. Para isso, o presente trabalho foi elaborado a partir de pesquisas bibliográficas e documentais, que serviram de suporte para a confecção desta tese. Dessa forma, o estudo procurou mostrar a evolução de tais plataformas desde o seu início, ocorrido com o desenvolvimento dos primeiros protótipos de SARPs, ainda no período pós Segunda Guerra Mundial. O trabalho continua passando pela grande evolução tecnológica ocorrida nas duas últimas décadas do século 20, com a incorporação a esses meios de sofisticados sensores e armamentos, bem como suas variações quanto à diversidade de emprego. Para contextualizar a importância desses modernos vetores no cenário militar global, foram apresentados, em seguida, exemplos de conflitos contemporâneos onde o uso maciço dessas plataformas teve total influência no desfecho dos mesmos. O estudo ressalta, ainda, a nova fase da Aviação Naval brasileira, que passou a operar seu primeiro sistema remoto não tripulado, bem como a importância da indústria nacional de defesa no desenvolvimento de projetos de SARPs, que poderão ser incorporados no futuro ao arsenal das Forças Armadas do Brasil. Por fim, tendo em vista os fatos e análises apresentados, conclui-se que a incorporação de modernos Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados pela Marinha do Brasil, trará possibilidades e agregará novas capacidades à Força.

Palavras-chave: Sistemas Remotamente Pilotados. Aeronaves Não Tripuladas. SARP. Drones. Sensores. Armamento. Precisão. Tecnologia.

ABSTRACT

REMOTELY PILOTED SYSTEMS:

Possibilities and New Capabilities for the Brazilian Navy

This study aimed to understand and analyze how the employment of Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) could bring new capabilities to the Brazilian Navy in the future, particularly in the execution of Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR) operations, launched from land or aboard naval vessels. To achieve this, the present work was developed based on bibliographic and documentary research, which supported the creation of this thesis. Thus, the study sought to show the evolution of such platforms from their inception, which began with the development of the first RPAS prototypes in the post-World War II period. The work continues by detailing the significant technological advancements that occurred in the last two decades of the 20th century, including the incorporation of sophisticated sensors and armaments into these systems, as well as their diverse applications. To contextualize the importance of these modern vectors in the global military scenario, examples of contemporary conflicts where the extensive use of these platforms had a decisive influence on their outcomes were presented. The study also highlights the new phase of Brazilian Naval Aviation, which began operating its first unmanned remote system, as well as the importance of the national defense industry in developing RPAS projects that could be incorporated into the Brazilian Armed Forces' arsenal in the future. Finally, considering the facts and analyses presented, it is concluded that the incorporation of modern Remotely Piloted Aircraft Systems by the Brazilian Navy will bring possibilities and add new capabilities to the Force.

Keywords: Remotely Piloted Systems. Unmanned Aircraft. RPAS. Drones. Sensors. Armament. Precision. Technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - UAV RQ-4 Global Hawk	18
FIGURA 2 - SNRPs Magura V-5 atingindo o NP Sergei Kotov	22
FIGURA 3 - SARP MQ-9 Reaper	38
FIGURA 4 - SARP Shahed-136	48
FIGURA 5 - SARP-E ScanEagle RQ-1	52
FIGURA 6 - SARP Atobá.....	53
FIGURA 7 - SARP Albatroz.....	54
FIGURA 8 - SARP ATD 150.....	56
FIGURA 9 - SARP Tupan 1000.....	57
FIGURA 10 - Amazônia Azul.....	59
FIGURA 11 - Composição de uma Força de Intervenção Marítima	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQAP	-	<i>Al-Qaeda in the Arabian Peninsula</i>
BAENSPA	-	Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia
C ²	-	Comando e Controle
CIA	-	<i>Central Intelligence Agency</i>
DoD	-	Departamento de Defesa
EDM	-	Estratégia de Defesa Marítima
EED	-	Empresa Estratégica de Defesa
END	-	Estratégia Nacional de Defesa
ERP	-	Estação Remota de Pilotagem
ESQDQE-1	-	1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas
EUA	-	Estados Unidos da América
FAB	-	Força Aérea Brasileira
FDM	-	Fundamentos Doutrinários da Marinha
GPS	-	<i>Global Positioning System</i>
GWOT	-	<i>Global War on Terrorism</i>
IR	-	Infravermelho
IVR	-	Inteligência, Vigilância e Reconhecimento
JDAM	-	<i>Joint Direct Attack Munition</i>
JSOC	-	<i>Joint Special Operation Command</i>
MB	-	Marinha do Brasil
MD	-	Ministério da Defesa
MMI	-	Munição Micro Inteligente
MTS	-	<i>Multispectral Targeting System</i>
OBE	-	Objetivo Estratégico
ONU	-	Organização das Nações Unidas
OTAN	-	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PIB	-	Produto Interno Bruto
ROA	-	<i>Remotely Operated Aircraft</i>
RPA	-	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
RPV	-	<i>Remote Piloted Vehicle</i>

SAM	-	<i>Surface to Air Missile</i>
SARP	-	Sistema Aéreo Remotamente Pilotado
SARP-E	-	Sistema Aéreo Remotamente Pilotado Embarcado
SISGAAZ	-	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
STRP	-	Sistema Terrestre Remotamente Pilotado
SNRP	-	Sistema Naval Remotamente Pilotado
SSA	-	Sistema Submarino Autônomo
SRP	-	Sistema Remotamente Pilotado
TBIJ	-	<i>The Bureau of Investigative Journalism</i>
TDL	-	<i>Tactical Data Link</i>
UA	-	<i>Unmanned Aircraft</i>
UAV	-	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
URSS	-	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USAF	-	<i>United States Air Force</i>
VANT	-	Veículo Aéreo Não Tripulado
VTOL	-	<i>Vertical Take-Off and Landing</i>
ZOPACAS	-	Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul

LISTA DE SIMBOLOS

kg	Quilograma
km	Quilômetro
km ²	Quilômetro quadrado
km/h	Quilômetro por hora
Ton	Tonelada
US\$	Dólar americano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OS SISTEMAS REMOTAMENTE PILOTADOS	17
2.1	DEFINIÇÕES.....	17
2.1.1	Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados	17
2.1.2	Sistemas Terrestres Remotamente Pilotados	20
2.1.3	Sistemas Navais Remotamente Pilotados.....	21
2.1.4	Sistemas Submarinos Autônomos.....	23
2.2	SARP.....	24
2.3	BREVE HISTÓRICO DOS SARP	25
2.4	ÁREAS DE ATUAÇÃO DOS SARPS	29
2.5	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	30
3	O EMPREGO DE SARP NOS CONFLITOS CONTEMPORÂNEOS	32
3.1	NO AFGANISTÃO E NO PAQUISTÃO (2001 - 2021).....	32
3.2	NO IÊMEN (2009 -).....	37
3.3	EM NAGORNO-KARABAKH (2020).....	41
3.4	NA UCRÂNIA (2022 -).....	45
3.5	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	49
4	O PRESENTE E O POSSÍVEL FUTURO DOS SARPS NA MB.....	51
4.1	O INÍCIO DE UMA NOVA FASE DA AVIAÇÃO NAVAL BRASILEIRA.....	51
4.2	OS NOVOS SARPS DA INDÚSTRIA NACIONAL DE DEFESA.....	52
4.3	VANTAGENS E DESVANTAGENS DO EMPREGO DE SARPS	57
4.3.1	Vantagens do Emprego de SARPs	58
4.3.2	Desvantagens do Emprego de SARPs.....	58
4.4	NOVAS CAPACIDADES À FORÇA NAVAL DO FUTURO	58
4.5	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS	61
5	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos têm desempenhado um papel fundamental na transformação das operações militares, impulsionando a busca por novas capacidades e soluções inovadoras para enfrentar os desafios contemporâneos.

Nesse contexto, os Sistemas Remotamente Pilotados (SRPs) emergem como uma ferramenta tática de grande potencial para as Forças Armadas em todo mundo, oferecendo uma diversidade de possibilidades de emprego em quaisquer ambientes, que podem fortalecer sua eficiência operacional, bem como ampliar suas capacidades, em especial, as de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR).

E dentro do universo dos tipos de SRPs, encontram-se os Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARPs), os quais serão o foco de estudos desse trabalho. Tais equipamentos começaram a ser projetados e desenvolvidos ao final da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), e foram sendo aperfeiçoados com a integração de novas tecnologias e sofisticados sensores. Por estarem em contínua evolução, posteriormente, alguns modelos receberam armamentos, fazendo com que passassem a ser intensamente empregados nos conflitos desencadeados nas últimas décadas em várias regiões do mundo.

Nesse escopo, a presente pesquisa terá como proposta compreender e analisar de que forma o emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas poderá agregar novas capacidades à Marinha do Brasil no futuro, em especial, na execução de operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), desencadeadas a partir de terra ou de bordo de meios navais.

Essa Estratégia que, por sua vez, foi elaborada e redigida em consonância com a Estratégia Nacional de Defesa (END), estabelece diretrizes fundamentais para a proteção dos interesses estratégicos marítimos brasileiros, assim como para o aprimoramento da segurança e soberania do mar territorial e águas interiores brasileiras.

E, para isso, inicialmente, torna-se essencial compreender o contexto em que os SARPs se inserem, onde os avanços tecnológicos têm permitido o desenvolvimento de plataformas sofisticadas remotamente controladas, capazes de operar em diversos ambientes e condições, incluindo o marítimo.

Dotadas de sensores avançados, que permitem a captura de imagens em alta definição à longas distâncias de seus alvos, essas plataformas oferecem uma

excelente capacidade de vigilância, esclarecimento, reconhecimento e coleta de dados de inteligência, tornando-se primordiais nas operações navais, sejam elas operando a partir de terra ou de bordo de navios.

Ao passar a correlacionar os SARPs com os OBEs previstos na EDM, torna-se evidente a sua relevância para a consecução dos principais pilares desta Estratégia. Dessa forma, se justifica o emprego desses meios para a proteção e defesa do mar territorial, ilhas oceânicas, rios, bacias hidrográficas, bem como as instalações críticas portuárias do país, conforme previstos na END.

Nesse sentido os SARPs podem desempenhar um papel crucial na vigilância e proteção do ambiente marítimo e suas riquezas, de forma a contribuir para a detecção antecipada de ameaças e ações ilícitas, tais como o tráfico de drogas, contrabando, pesca predatória, exploração marinha ilegal, crimes ambientais no litoral brasileiro, dentre outros.

Não menos importante, o incremento na capacidade de dissuasão associada ao emprego desses modernos meios, fortalece a imagem de uma Força Armada regional preocupada com os bens e interesses da nação.

A presença de plataformas remotamente pilotadas operando em áreas estratégicas ajuda a inibir ações hostis de possíveis interesses de atores internacionais, seja do entorno estratégico brasileiro ou de qualquer outra parte do mundo, servindo também para demonstrar a prontidão e a capacidade de resposta da Marinha do Brasil (MB).

Cabe ainda ressaltar a possibilidade de emprego dos SARPs em operações interagências ou de Garantia da Lei e da Ordem (GLO), reforçando o conceito de interoperabilidade entre as Forças Armadas e os órgãos públicos federais e estaduais de segurança, conforme previsto na END.

Assim, os SARPs podem contribuir para um ambiente marítimo devidamente seguro e estável, garantindo a paz e a segurança na região, essenciais para se ter linhas de comércio marítimo pujantes.

O compartilhamento de informações de inteligência e o trabalho em conjunto na utilização desses vetores aumentam a eficácia nas operações navais, permitindo uma resposta coordenada com outros agentes e uma rápida resposta às situações de emergência ou desastre.

Diante do exposto, esta pesquisa se desenvolverá em três capítulos de desenvolvimento e contextualização, onde no primeiro, ou seja, no capítulo dois,

será apresentada a definição e uma apresentação de alguns tipos de sistemas remotamente pilotados, de acordo com seus ambientes de operação: aéreo, terrestre, naval e submarino. Na sequência, falaremos sobre os SARPs, descrevendo um breve histórico e a evolução desses meios.

No capítulo seguinte, serão utilizados quatro conflitos contemporâneos como exemplo da intensificação e eficácia do emprego de SARPs, como a campanha dos Estados Unidos da América (EUA) e seus aliados contra terroristas, desenvolvida no Afeganistão e Paquistão; na caçada aos membros de organizações terroristas que fugiram desses dois últimos países e se refugiaram no Iêmen; na segunda guerra ocorrida na região de Nagorno-Karabakh em 2020, envolvendo tropas do Azerbaijão e a Armênia, e que durou apenas 44 dias; e, por último, no conflito entre a Rússia e a Ucrânia, iniciada a partir da invasão das tropas russas ao território ucraniano, em fevereiro de 2022.

Esses conflitos tiveram como destaque o emprego e a operação maciça de sistemas remotamente pilotados, trazendo grande transformação ao teatro de operação moderno e, por consequência, provocaram significativas mudanças estratégicas e operacionais nos planejamentos das Forças Armadas de cada país envolvido.

O quarto capítulo de desenvolvimento abordará o presente e o possível futuro dos SARPs na MB, tendo como ponto de partida a operação do primeiro sistema não tripulado por um esquadrão de aeronaves, que acarretou o início de uma nova fase da Aviação Naval brasileira. Em seguida serão ilustrados os ambiciosos projetos de SARPs da indústria nacional de defesa, ressaltando suas vantagens e desvantagens e, por fim, serão mencionadas as possibilidades de emprego, bem como as capacidades que podem ser agregadas à Força Naval.

O quinto e último capítulo evidenciará a relevância histórica do surgimento e a evolução dos SARPs, bem como seu versátil emprego no mundo contemporâneo, de forma a trazer uma análise conclusiva para o contexto da Marinha do Brasil, que poderá obter incrementos operacionais significativos com aquisições de modelos multifuncionais mais avançados, ampliando, assim, a capacidade de proteção e defesa marítima do país.

2 OS SISTEMAS REMOTAMENTE PILOTADOS

No presente capítulo será apresentada a definição de Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados para que se assegure uma correta compreensão do leitor sobre essas plataformas inovadoras.

Em seguida, será esboçado um breve histórico do surgimento desses dispositivos, bem como a rápida evolução tecnológica sofrida por eles. Na sequência, serão mencionados os tipos existentes quanto ao ambiente de atuação, sejam eles: aéreos, terrestres, navais e submarinos. E, por fim, serão apresentadas algumas áreas de atuação no âmbito civil e militar.

2.1 DEFINIÇÕES

Os sistemas remotamente pilotados abrangem uma ampla variedade de plataformas tecnológicas utilizadas em diferentes ambientes operacionais. Entre estes sistemas, destacam-se quatro categorias principais: aéreos, terrestres, navais e submersíveis.

Cada uma dessas categorias apresenta características e aplicações específicas, refletindo a diversidade de cenários em que são empregados e as particularidades de suas operações.

2.1.1 Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados

Os sistemas aéreos remotamente pilotados são amplamente reconhecidos e utilizados em todo o mundo devido à sua versatilidade e ampla gama de aplicações. Eles variam, significativamente, em termos de tamanho e capacidade, desde pequenos *quadricópteros*, frequentemente empregados em atividades de fotografia e filmagem recreativa e profissional, até grandes modelos que possuem a capacidade de transportar cargas pesadas, como armamentos e sensores, ou até mesmo pessoas, sendo esses últimos em versões ainda experimentais.

Os drones destinados ao uso militar destacam-se por sua tecnologia avançada e pela capacidade de realizar uma vasta gama de missões complexas. Esses VANTs são meticulosamente projetados para suportar operações de longa

duração e em distâncias consideráveis, executando tarefas como reconhecimento estratégico e ataques precisos a alvos específicos.

Entre os modelos mais notáveis, está o UAV RQ-4 *Global Hawk*¹, conforme figura 1, desenvolvido pela empresa de equipamentos aeronáuticos norte-americana *Northrop Grumman*.

Figura 1 - UAV RQ-4 *Global Hawk*



Fonte: ZAPKA, 2007

Essa arma foi especialmente concebida para missões de reconhecimento e vigilância de longa duração à altas altitudes, características que o tornam uma das principais plataformas de inteligência da Marinha e da Força Aérea dos Estados Unidos.

O RQ-4 *Global Hawk* é um exemplo paradigmático da integração de tecnologias avançadas em drones militares. Equipado com um radar de abertura sintética de alta resolução, sensores eletro-ópticos e infravermelhos de longo alcance, este meio é capaz de monitorar uma área de até 100 mil km² por dia. Esta capacidade se traduz em uma vigilância contínua e detalhada de grandes extensões territoriais, permitindo a coleta de informações críticas em tempo real.

A capacidade de operar a altitudes elevadas e por períodos que podem alcançar até 32 horas ininterruptas de voo, confere ao *Global Hawk* uma vantagem estratégica significativa, especialmente em cenários onde a presença de aeronaves tripuladas seria inviável ou arriscada.

A utilização do RQ-4 *Global Hawk* em missões reais tem sido particularmente

¹ Global Hawk. Em português, Falcão Global (tradução nossa).

notável em regiões caracterizadas por altos níveis de risco para operações com aeronaves tripuladas.

Exemplos disso, incluem áreas de conflito no Oriente Médio, como Iraque e Síria, além das regiões montanhosas do norte do Afeganistão. Nestes cenários, a capacidade do *Global Hawk* de operar de forma autônoma e a grande altitude reduz, significativamente, os riscos associados às missões de reconhecimento e vigilância.

Sua sofisticada tecnologia embarcada permite a coleta de dados vitais sem expor vidas humanas ao perigo, o que representa um avanço considerável nas operações militares modernas.

A adoção e o desenvolvimento contínuo de plataformas aéreas como o RQ-4 *Global Hawk* evidenciam a importância crescente desses dispositivos na estratégia militar global.

À medida que as tecnologias de drones continuam a evoluir, espera-se que suas capacidades e aplicações se expandam ainda mais, abrangendo não apenas o domínio militar, mas também áreas como monitoramento ambiental, gestão de desastres, segurança pública e, principalmente, na agroindústria mundial, onde já estão realizando pulverizações de fertilizantes e agrotóxicos em áreas com imensas plantações.

Em suma, os drones aéreos representam uma revolução tecnológica que está transformando profundamente a forma como operações complexas são conduzidas em diversos setores, com implicações significativas para a segurança e a eficiência das missões contemporâneas.

No próximo capítulo, será discorrido o emprego desse vetor aéreo no conflito que ocorreu no Afeganistão por quase 20 anos, período também conhecido como Guerra ao Terror (*Global War on Terrorism*²) envolvendo tropas dos Estados Unidos e combatentes do grupo extremista *Talibã*³. Esses que, por sua vez, deram refúgio aos militantes radicais da organização terrorista *Al-Qaeda*⁴, comandada e financiada por *Osama Bin Laden*⁵, o homem mais procurado pelo governo norte-americano

² Global War on Terrorism. Expressão criada pelo ex-Presidente norte-americano George W. Bush (1946-) para a campanha militar dos EUA em resposta aos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 à Washington (SCHMITT; SHANKER, 2005, apud PINTO, 2019). Em português, Guerra ao Terror (tradução nossa).

³ Talibã. Organização fundamentalista islâmica sunita que teve sua origem em 1994, no Afeganistão, durante a guerra civil afegã.

⁴ Al-Qaeda. Organização terrorista fundamentalista islâmica, fundada em 1988 na cidade de Pexauar, no Paquistão.

⁵ Osama Bin Laden. Milionário de origem saudita, líder e fundador da organização terrorista Al-

após os atentados de 11 de setembro de 2001 (BUNKER, 2015).

2.1.2 Sistemas Terrestres Remotamente Pilotados

A necessidade de desenvolvimento e aperfeiçoamento de veículos e dispositivos terrestres não tripulados surgiu em função de uma evolução acelerada dos cenários de combate pelo mundo, somado ao apelo das guerras de informação e psicológicas, de se poupar ao máximo vidas humanas nos conflitos modernos, onde o inimigo já não está mais no visual do seu oponente, como nas guerras convencionais do século passado.

E nesse contexto fez emergir os Sistemas Terrestres Remotamente Pilotados (STRPs), que foram projetados para operar em diversos cenários, tais como, zonas rurais, região litorânea ou áreas urbanas.

Equipados com sensores ópticos e eletrônicos modernos, essas plataformas são capazes de realizar uma gama de tarefas em áreas hostis ou de difícil acesso, tais como vigilância, reconhecimento, coleta de dados, acompanhamento de tropas inimigas, transporte de material e pessoal, ou ainda, evacuação de feridos.

Entretanto, a eficácia desses sistemas em conflitos recentes, fez com que ganhassem grande admiração por seus utilizadores, fazendo com que seu portfólio de tarefas fosse expandido rapidamente. Dessa forma, novos drones começaram a ser desenvolvidos com a finalidade de não prestar somente apoio às tropas no terreno, como também, incorporaram a tarefa de combater o inimigo em conjunto com suas próprias tropas.

Em face da necessidade de se realizar novas tarefas, associada à criatividade de engenheiros e projetistas militares, atualmente, outros modelos de STRPs foram criados e passaram a ser empregados em combates reais, como no conflito iniciado em fevereiro de 2022 e, ainda em curso, em que a Rússia invadiu o território da Ucrânia.

E foi com essa nova visão, que plataformas, operando remotamente sobre rodas ou lagartas, passaram a ser equipadas com metralhadoras, como é o caso do protótipo de STRP da empresa turca *Aselsan*⁶, fabricante de equipamentos militares

Qaeda.

⁶ Aselsan. Empresa de defesa turca que atua na área de desenvolvimento e fabricação de equipamentos militares.

de defesa.

Alguns desses novos modelos foram desenvolvidos para realizarem ações de defesa antiaérea, em especial, na destruição de drones aéreos inimigos. Outros STRPs foram projetados e estão sendo empregados para a localização e destruição de minas terrestres, bem como, a minagem defensiva do terreno, como é o caso do drone terrestre designado *Ratel S*⁷, fabricado pelo governo ucraniano para atuar no conflito.

2.1.3 Sistemas Navais Remotamente Pilotados

Os Sistemas Navais Remotamente Pilotados (SNRP) vêm conquistando grande importância no segmento marítimo do teatro de operações, principalmente, dada à sua capacidade de se deslocar de forma quase que oculta em ambientes controlados por forças navais inimigas.

E é nesse contexto, que a indústria de tecnologia militar naval da Ucrânia, por exemplo, tem investido no desenvolvimento e na fabricação desses meios para atuarem no Mar Negro e no Mar de Azov.

Tal interesse tem como principal objetivo a execução de operações de ataque contra navios da Marinha da Rússia, instalações portuárias críticas e, ainda, contra alvos estratégicos de apoio logístico das forças armadas russas, como por exemplo, o ataque executado por drones navais para derrubar parte da ponte sobre o Estreito de *Kerch*⁸.

E como parte desse programa de desenvolvimento desses novos vetores, surgiu o sistema de fabricação nacional *Magura V-5*⁹.

Os SNRPs *Magura V-5* são equipados com câmeras de alta resolução de imagens e sensores infravermelho, e possuem grande autonomia, o que lhe permite atingir alvos até 800 quilômetros de distância da sua estação controladora. Diante de tamanhas capacidades, esses veículos se tornaram uma ameaça em potencial às forças inimigas operando em águas hostis, face à sua capacidade de transportar até

⁷ *Ratel S*. Sistema Terrestre Remotamente Pilotado desenvolvido pela indústria de defesa da Ucrânia.

⁸ Ponte sobre o Estreito de Kerch. Ponte construída pela Rússia, ligando a Crimeia à região de Krasnodar, território russo.

⁹ *Magura V-5*. Sistema Naval Remotamente Pilotado de fabricação ucraniana, capaz de carregar explosivos para ataques à alvos de superfície.

350 kg de carga explosiva e velocidade que pode atingir os 78 km/h.

Segundo a Inteligência de Defesa da Ucrânia, conforme figura 2, drones navais *Magura V-5* operados pela unidade especial Grupo 13 atingiram e afundaram o navio-patrolha russo *Sergei Kotov* no Mar Negro, próximo ao estreito de *Kerch*, que separa a Crimeia ocupada da costa sudoeste da federação russa (VLASOVA; LENDON, 2024).

Figura 2 - SNRPs *Magura V-5* atingindo o NP *Sergei Kotov*



Fonte: VLASOVA; LENDON, 2024

Mesmo sendo o navio mais novo russo da Frota do Mar Negro e estando equipado com sofisticados sistemas automatizados de defesa contra alvos de superfície e aéreos, a tripulação do NP *Sergei Kotov* foi incapaz de evitar as colisões dos drones navais *Magura V-5* a boreste e a bombordo da popa da embarcação de 1,3 mil toneladas de deslocamento, tampouco o seu afundamento.

Ainda de acordo com Vlasova e Lendon (2024), ataques à navios de guerra da Marinha russa com drones navais carregados de explosivos, como o que afundou o Navio-Patrolha *Sergei Kotov*, têm causado grandes prejuízos ao poder naval combatente russo naquela região.

Vlasova e Lendon (2024) lembraram que, em abril de 2022, a Marinha da Rússia havia sofrido a sua maior perda na guerra, até então, quando drones navais conseguiram afundar com sucesso o navio cruzador de mísseis guiados *Moskva*. E ainda que, em fevereiro de 2024, outro ataque bem-sucedido com drones do mesmo modelo afundou o navio de transporte e desembarque russo *César Kunikov*, mostrando ao mundo que, nos conflitos modernos, esses vetores podem

desempenhar tarefas do poder naval, similares às dos submarinos, como o ataque e a negação do uso do mar.

Após ter perdido cerca de 24 navios e um submarino, este último que se encontrava docado em manutenção num estaleiro na Base Naval Russa de *Sevastopol*, as autoridades militares russas foram forçadas a transferir parte dos navios que ainda restavam da Frota do Mar Negro para uma região mais segura, nas proximidades da cidade de *Novorossisk*, localizada na região de *Krasnodar* (MARQUES, 2023).

Diante do sucesso do emprego do SNRP *Magura V5* nas águas do Mar Negro, helicópteros russos passaram a monitorar e atacar esses drones navais com seus armamentos, que, até então, eram indefesos contra-ataques aéreos. Diante de tal situação, engenheiros ucranianos buscaram aperfeiçoar a plataforma do *Magura V5*, incorporando aos mesmos mísseis antiaéreos *Vympel R-73*¹⁰.

Tal modificação alterou as táticas da aviação naval russa naquela região, pois seus helicópteros passaram a ser caçados não só pelos aviões da força aérea ucraniana e o sistema de defesa aéreo ucraniano no Mar Negro, mas sim, por pequenas e velozes plataformas navais adaptadas, difíceis de serem identificadas por radar de busca ar-superfície.

2.1.4 Sistemas Submarinos Autônomos

Apesar dos Sistemas Submarinos Autônomos (SSA) não se enquadrarem, especificamente, na categoria de SRPs, é válido que os mesmos sejam mencionados nesse trabalho de pesquisa, tendo em vista que também são plataformas com tecnologia avançada embarcada, empregadas em tarefas semelhantes aos SNRPs, como inteligência, vigilância, reconhecimento e ataque.

A capacidade de operarem à grandes profundidades e de forma autônoma, onde os riscos das operações tripuladas são altos, os tornam vetores atraentes para serem incluídos no arsenal de equipamentos militares de nações como os Estados Unidos, Rússia, China e Coreia do Sul, que têm aumentado seus investimentos na indústria de defesa para o desenvolvimento e fabricação desses dispositivos em

¹⁰ Mísseis antiaéreos Vympel R-73. São mísseis de curto alcance desenvolvidos na era soviética, impulsionados por propelente sólido, com guiagem infravermelha.

larga escala.

Além disso, a operação submersa proporciona a esses novos meios a vantagem de ocultação até as proximidades de seus alvos, o que contribui para que se obtenha o fator surpresa, e dessa forma, um incremento nas chances de sucesso no seu emprego.

Como exemplo desses dispositivos, podemos citar o SSA Orca XLUUV, desenvolvido pela empresa norte-americana *Boeing* para a Marinha dos Estados Unidos.

2.2 SARP

Os SARPs, também conhecidos como drones ou veículos aéreos não tripulados, são equipamentos controlados remotamente por operadores humanos ou por sistemas autônomos. Esses sistemas são caracterizados pela sua capacidade de operar sem a presença física de um piloto a bordo, sendo controlados a distância por meio de comunicações de dados, sejam eles transmitidos por meio de ondas de rádio ou via satélite.

Cabe ressaltar que o termo drone¹¹ não é o mais adequado do ponto de vista técnico, mas tornou-se um jargão mundial para se referir a aeronaves remotamente pilotadas.

Os drones são veículos aéreos não tripulados, mais conhecidos pela sigla de suas iniciais VANT. Contudo, também podem receber outras denominações no idioma inglês, como *Unmanned Aircraft*¹² (UA), *Remotely Operated Aircraft*¹³ (ROA), *Remotely Piloted Vehicle*¹⁴ (RPV), *Unmanned Aerial Vehicle*¹⁵ (UAV) ou, ainda, *Remotely Piloted Aircraft*¹⁶ (RPA).

De acordo com o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD), um VANT é definido como uma aeronave motorizada que opera sem a presença de um

¹¹ O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD) define “drone” como sendo um veículo aéreo que não possui um operador humano, pode voar autonomamente ou ser pilotado remotamente, pode ser descartável ou recuperável e pode transportar uma carga letal ou não letal (O’CONNELL, 2010).

¹² Unmanned Aircraft. Em português, Aeronave Não Tripulada (tradução nossa).

¹³ Remotely Operated Aircraft. Em português, Aeronave Operada Remotamente (tradução nossa).

¹⁴ Remotely Piloted Vehicle. Em português, Veículo Pilotado Remotamente (tradução nossa).

¹⁵ Unmanned Aerial Vehicle. Em português, Veículo Aéreo Não Tripulado (tradução nossa).

¹⁶ Remotely Piloted Aircraft. Em português, Aeronave Pilotada Remotamente (tradução nossa).

piloto a bordo. Este veículo utiliza forças aerodinâmicas para se manter em voo, podendo ser controlado remotamente ou operar de forma autônoma, usando navegação inercial ou satelital (NEVES, 2018).

É possível ainda encontrar outra definição para tais meios, segundo Brasil (2017a), ARP é uma subcategoria de aeronave não tripulada, a qual é pilotada a partir de uma Estação Remota de Pilotagem¹⁷ (ERP), utilizada para qualquer outra finalidade que não seja a recreativa.

Ainda, de acordo com Neves (2018), quanto a sua utilização, os VANTs podem ser projetados para serem descartáveis ou recuperáveis, sendo os primeiros também conhecidos como suicidas, quando então são utilizados para atingir e destruir alvos com suas cargas explosivas. Já os do tipo recuperáveis, são aqueles capazes de cumprir sua missão e retornar em seguida para a sua base, de forma a serem reutilizados futuramente.

Portanto, visto que alguns autores usam nomenclaturas diferentes para sistemas com o mesmo princípio, serão considerados neste trabalho os termos SARP e ARP para efeitos de referências e denominações, considerando tanto os modelos recuperáveis quanto os descartáveis.

2.3 BREVE HISTÓRICO DOS SARP

A história do surgimento dos primeiros projetos de desenvolvimento de Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados remonta o início do século 20, após o término da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), tendo ocorrido a partir de experiências de protótipos no âmbito militar.

O interesse por essas plataformas tinha como premissas base a necessidade de redução nos gastos com equipamentos militares e, talvez a mais contundente e importante, a preservação da vida humana quanto aos riscos inerentes envolvidos no campo de batalha.

De acordo com Pey (2022), o primeiro protótipo desenvolvido foi o míssil de cruzeiro, projetado para ser destruído ao atingir seu alvo, o qual recebeu a denominação de *Kattering Aerial Torpedo*. Anos mais tarde, já na década de 30, foi

¹⁷ Estação Remota de Pilotagem. Componente fixo ou móvel que compreende os meios de controle da aeronave e da coleta de dados oriundos da carga útil instalada. Poderá englobar a Estação de Comando da Aeronave e a Estação do Operador da Carga Útil (BRASIL, 2017a).

desenvolvido e testado o RP-1 ou *Remote Piloted Vehicle*¹⁸ (RPV), designação na época para uma aeronave remotamente pilotada, sendo então considerada a primeira aeronave não tripulada radiocontrolada.

Ainda, segundo Pey (2022), foi a partir desta conquista que novos protótipos foram projetados, desenvolvidos e testados, como o RP-2 e RP-3. Contudo, foi apenas com o seu sucessor, o RP-4, que houve emprego em escala pelo Exército dos Estados Unidos da América, que fez a aquisição de 53 unidades, alterando sua designação militar para a sigla OQ-1.

Após o término da Segunda Guerra Mundial¹⁹ (1939-1945) e, com o início do período conhecido como Guerra Fria²⁰ (1947-1991), surge a necessidade de se empregar tais veículos para missões de espionagem do bloco socialista. E foi durante a Guerra do Vietnã²¹ (1955-1975) que essas plataformas ganharam uma nova tarefa, quando, então, começaram a ser empregadas pela Força Aérea norte-americana para reconhecimento e localização de alvos chineses e norte-vietnamitas durante o conflito (PEY, 2022).

No entanto, foi apenas a partir das últimas décadas que houve um crescimento significativo no desenvolvimento e utilização desses sistemas, que por sua vez, foram impulsionados pelo avanço da tecnologia de sensores, comunicações e sistemas de controle. Outro fato que pode ser associado ao acelerado incremento na busca por esses meios, foram os atentados de 11 de setembro de 2001, quando então, os Estados Unidos passaram a aumentar seus investimentos no desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos projetos, face à necessidade de se contrapor à novas ameaças, num teatro de operações ainda não explorado anteriormente e de alto risco (MARTINS, 2023).

Entretanto, segundo Gramkow (2017), o interesse em desenvolver sistemas aéreos remotamente pilotados se deu em função da busca para resolver o problema de se realizar voos tripulados sobre áreas protegidas por defesa antiaérea, colocando em risco seus tripulantes.

¹⁸ Remote Piloted Vehicle. Designação dada aos primeiros protótipos de aeronaves remotamente pilotadas, desenvolvidos no início do século 20 (PEY, 2022).

¹⁹ Segunda Guerra Mundial. Conflito em escala global, envolvendo vários países, ocorrido no período de 1939 a 1945.

²⁰ Guerra Fria. Período marcado por um conflito político-ideológico travado entre Estados Unidos e a ex-União Soviética, que polarizou o mundo em dois grandes blocos, um alinhado ao capitalismo e outro alinhado ao comunismo.

²¹ Guerra do Vietnã. Conflito armado ocorrido entre os anos de 1955 e 1975, em que o Vietnã do Norte e o do Sul pegaram em armas para lutar pela unificação do país.

Gramkow (2017) enfatiza, ainda, que existia outro fator motivador para o investimento nessa nova tecnologia, ao correlacionar o fato de que as missões aéreas de longa duração tenderiam a ser menos eficientes, devido ao desgaste físico e psicológico das tripulações envolvidas, onde o excesso de fadiga poderia vir a comprometer o resultado de uma operação.

Desta forma, em determinadas missões a substituição de aeronaves pilotadas por SARPs conseguiu mitigar tais problemas, tendo em vista que seus controladores podem estar acondicionados em locais seguros e, na maioria das vezes, muito distantes da área de atuação de seus dispositivos. Podendo, ainda, usufruírem da flexibilidade de serem substituídos por equipes reservas descansadas e atualizadas da situação tática reinante, aumentando assim, as chances de sucesso nas operações.

Após o término da Segunda Guerra Mundial, o então General Henry Arnold²² afirmou no Japão que: “Após vencer uma guerra com inúmeros heróis pilotando aviões, a próxima guerra será conduzida por aeronaves não tripuladas.” Ele sugeriu que todos os conhecimentos adquiridos sobre aviação de combate até aquele momento fossem descartados, enfatizando a necessidade de investir na aviação do futuro, que será significativamente diferente de tudo que já se presenciou no mundo (McCURLLEY, 2015).

O ideal de desenvolver aeronaves que possam ser controladas remotamente, sem a necessidade de fios, data aos primórdios da aviação. Todavia, nas décadas subsequentes à primeira decolagem autônoma, a limitação tecnológica de componentes sofisticados prevaleceu como o principal obstáculo à realização desse antigo anseio (PLAVETZ, 2005).

Atualmente, existem uma grande variedade de SARPs, sejam eles de asas fixas ou rotativas, os quais diferenciam de acordo com o seu tamanho, complexidade capacidade e finalidade. Tais sistemas vão desde os de pequeno porte até os modelos de dimensões semelhantes às aeronaves convencionais tripuladas; sendo esses capazes de realizar missões de longa duração e alcance, além de possuir uma maior carga útil para transporte de sensores e armamentos.

Bunker (2015) considera que o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas

²² Henry Harley Arnold. Foi um pioneiro da aviação militar e Comandante geral das Forças Aéreas do Exército dos Estados Unidos. Defensor da pesquisa e desenvolvimento tecnológico aeronáutico, contribuiu para a concepção dos bombardeiros aéreos intercontinentais e de caças com propulsão à jato (McCURLLEY, 2015).

(ARPs) em operações de combate teve início durante a Guerra do Vietnã, ocorrida entre os anos de 1959 e 1975. Em que pese inicialmente serem limitadas às missões de reconhecimento, essas operações marcaram o início do desenvolvimento de tecnologias e da doutrina para a utilização das ARPs.

Ainda, segundo Bunker (2015), um dos primeiros avanços tecnológicos significativos foi o desenvolvimento e a implementação de tecnologia *stealth*²³ no protótipo *Ryan Firebee Q-2C*.

Quebrando alguns paradigmas para a época em que foi projetada, essa aeronave teve suas entradas de ar redesenhadas, a fim de reduzir sua assinatura radar²⁴. Além disso, foi incorporado de forma pioneira à estrutura de um vetor aéreo, um componente especial conhecido como *Radar Absorbent Material*²⁵. Sua aplicação ocorreu em pontos críticos de sua fuselagem, como as raízes das asas, as quais receberam uma pintura especial, com o objetivo de minimizar a reflexão das ondas de radar.

Durante a Guerra Fria, os SARPs foram utilizados, principalmente, para fins militares, como reconhecimento e vigilância, mas, desde então têm encontrado uma ampla gama de aplicações em diversos setores, incluindo agricultura, segurança pública, monitoramento ambiental e entretenimento.

A complexidade dos cenários nos conflitos modernos requer equipamentos cada vez mais sofisticados, capazes de realizar múltiplas tarefas, tendo como pontos fortes do seu emprego: o baixo índice de danos colaterais e a preservação da segurança de seu operador, bem como toda equipe de controle, que ficam distantes da zona de conflito.

E é neste contexto que surgem os sistemas remotamente pilotados, com características furtivas e de longa permanência no teatro de operações. Onde a fadiga do piloto passou a ser substituída pela autonomia que cada sistema pode oferecer ao seu operador, resultando em maior performance e um melhor aproveitamento em cada missão.

²³ Em português, literalmente furtiva (tradução nossa). Tecnologia que diminui a assinatura radar de uma aeronave ou equipamento de combate, de emprego terrestre ou naval. Tem como seus maiores expoentes, os aviões Lockheed U2, SR-71 Blackbird, F-117 Stealth e B-2 Spirit (CORDESMAN, 2013, apud PINTO, 2019).

²⁴ Assinatura radar. Característica de um objeto em refletir ondas de radar, geralmente, varia de acordo com a sua forma, tamanho e material (BUNKER, 2015).

²⁵ Radar Absorbent Material. Trata-se de um material que foi especialmente projetado e moldado para absorver a radiação de radiofrequência incidente, da forma mais eficaz possível, e do maior número possível de direções de incidência (BUNKER, 2015).

“Os *unmanned aerial vehicle* (UAV), também chamados de aeronaves remotamente pilotadas ou apenas drones, entraram no cenário do combate atual para conquistar seu lugar e não mais sair” (MARCUS, 2022, apud POCHMANN, 2023, p. 33).

Segundo Katsano (2016), nas operações militares conduzidas no Afeganistão e no Iraque, durante o ano de 2003, verificou-se a utilização inédita de plataformas aéreas como armas de precisão, também denominadas de armas para ataques cirúrgicos²⁶, direcionadas para a destruição de alvos de importância estratégica e tática. Essa abordagem inovadora não representou apenas a introdução de um novo equipamento militar, e sim, desencadeou uma evolução significativa na doutrina de operações militares em ambientes hostis.

A capacidade de empregar tais tecnologias, de forma disruptiva e altamente eficaz, marcou uma nova fase na história militar contemporânea, evidenciando a transformação dos métodos de guerra convencionais e destacando a importância da adaptação diante de avanços tecnológicos.

A capacidade de transmissão de dados e imagens em tempo real, se tornou possível graças ao avanço e modernização das telecomunicações globais. Essas melhorias propiciaram a transmissão ao vivo de conflitos, fazendo com que as nações procurassem por equipamentos mais precisos, de forma a mitigar danos colaterais, evitando possíveis crimes de guerra contra determinado país.

2.4 ÁREAS DE ATUAÇÃO DOS SARP_s

Os SARP_s têm uma ampla gama de aplicações, seja no campo militar ou civil, ou ainda, de forma recreativa. No âmbito civil, os SARP_s podem ser empregados na agricultura de precisão, monitoramento ambiental, inspeções de infraestruturas, coleta de dados, combate a incêndio e, até mesmo, em operações de busca em áreas de difícil acesso.

Já no contexto militar, esses equipamentos são utilizados para vigilância, inteligência, reconhecimento, identificação de alvos, apoio às operações terrestres,

²⁶ Ataque cirúrgico. Expressão utilizada para se referir a um ataque planejado, executado com precisão, visando um alvo específico, de forma a evitar danos colaterais, em especial, à população civil (KATSANO, 2016).

ataque, entre outros. Por exemplo, na guerra moderna, os SARPs desempenham papéis fundamentais no monitoramento de movimentos de tropas inimigas e na realização de ataques precisos contra alvos estratégicos.

Os SARPs têm desempenhado funções importantes nas operações militares modernas, oferecendo uma série de possibilidades que antes eram exclusivas às aeronaves tripuladas. Suas capacidades de voar por longos períodos à baixa altura, grande alcance, reduzido consumo de combustível e, conseqüentemente, uma grande autonomia de operação *on station*²⁷, os torna um vetor eficaz no desempenho de uma ampla gama de tarefas em cenários diversos e complexos.

De acordo com Pochmann (2023), os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), também conhecidos como Aeronaves Remotamente Pilotadas ou apenas drones, entraram no cenário do combate atual para conquistar seu espaço e nunca mais sair.

Dessa forma, torna-se mister destacar alguns empregos específicos dos SARPs, como a vigilância de fronteiras e infraestruturas críticas, reconhecimento tático e estratégico, apoio de fogo e coordenação de ataques, supressão e saturação de defesas aéreas inimigas, com a tática conhecida como “enxame de drones”, ou ainda, operações de busca e salvamento.

2.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

No início deste capítulo, exploramos a definição e oferecemos um breve histórico do surgimento dos sistemas remotamente pilotados. A seguir, discutimos os diferentes tipos de sistemas, categorizando-os conforme seu emprego, seja ele aéreo, terrestre, naval ou submarino. Finalizamos com uma análise abrangente das diversas áreas de aplicação desses sistemas, evidenciando sua versatilidade e a importância crucial dos SRPs no contexto do combate moderno global. Tal análise ressalta a relevância estratégica e tática desses dispositivos, justificando o crescente interesse das Forças Armadas em todo o mundo na aquisição e incorporação de tais tecnologias.

Embora exista uma ampla diversidade de sistemas não tripulados com vastas

²⁷ On station. Em português, na área (tradução nossa). Expressão utilizada para se referir a uma área de operação.

aplicações tanto no âmbito civil quanto militar, este estudo delimitará seu foco exclusivamente nos Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados. Essa escolha visa aprofundar a análise e proporcionar uma compreensão mais detalhada sobre as especificidades e os benefícios desses sistemas no cenário militar contemporâneo global.

Diante do exposto, o próximo capítulo se dedicará a examinar o emprego dos Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados em diversos conflitos ocorridos nas últimas décadas ao redor do mundo, ilustrando sua eficácia e impacto em operações militares atuais.

3 O EMPREGO DE SARP NOS CONFLITOS CONTEMPORÂNEOS

Após ter sido apresentada a definição de SARPs no capítulo anterior, um breve histórico, e a evolução desses equipamentos, bem como os tipos e suas aplicações, nesse capítulo serão mencionados o emprego desses vetores durante alguns conflitos internacionais ocorridos nas últimas décadas, com o objetivo de ratificar como esses meios têm se tornado uma arma poderosa, eficaz e indispensável às forças armadas atualmente.

Para isto, o presente capítulo será subdividido em partes, de forma a contextualizar o emprego dessas plataformas em recentes ocasiões, como no Afeganistão e Paquistão, iniciada em 2001 contra o grupo *Talibã* e a organização Al-Qaeda e que durou quase 20 anos; no Iêmen, na caçada aos terroristas daquele país, a partir de dezembro de 2009; no segundo conflito envolvendo as forças armadas da Armênia e do Azerbaijão, ocorrido em 2020, na disputa pela região de Nagorno Karabakh; e, por último, na guerra iniciada em fevereiro de 2022, onde tropas russas invadiram o território ucraniano.

Ao final do capítulo, serão discorridas algumas considerações parciais sobre os efeitos do uso dessas sofisticadas plataformas, as quais foram transformadas num eficiente e preciso armamento. Vale ressaltar que tais dispositivos vêm mudando as estratégias e táticas de quem as possui e, por sua vez, têm causado enormes impactos naqueles que sofrem com seus ataques.

3.1 NO AFEGANISTÃO E NO PAQUISTÃO (2001 - 2021)

O emprego de SARPs no conflito ocorrido em território afegão, e posteriormente paquistanês, iniciou meses após os atentados de 11 de setembro de 2001 aos Estados Unidos, onde 19 integrantes da organização terrorista Al-Qaeda²⁸, após terem realizado curso de habilitação para pilotos em modelos de aeronaves comerciais, orquestraram e sequestraram quatro aviões com centenas de passageiros cada, que foram usados como bombas contra alvos pré-definidos, instalações do governo e edifícios comerciais, como os dois que atingiram as torres

²⁸ Al-Qaeda. Organização terrorista fundada em 1988, com o propósito de lutar contra as tropas da antiga União Soviética que ocupavam o Afeganistão.

do World Trade Center²⁹, em Nova Iorque, causando a morte de cidadãos civis e integrantes das equipes de emergência da cidade que tentavam combater o incêndio, causado após o impacto dos jatos, bem como resgatar os feridos e sobreviventes que se encontravam presos no interior dos edifícios (GLOBAL TERRORISM DATABASE, 2019).

Naquela manhã, duas aeronaves comerciais, um Boeing 767 da American Airlines e um Boeing 757 da United Airlines, que realizavam voos domésticos, foram sequestradas por terroristas muçulmanos e utilizadas como “mísseis” em um ataque suicida às torres gêmeas do World Trade Center. Momentos depois das duas colisões, ambas as torres desabaram. 2.838 pessoas morreram. Simultaneamente, em Washington, outro avião, um Boeing 737 da American Airlines, atingia o Pentágono, o prédio do Departamento de Defesa norte-americano, resultando em 189 vítimas fatais. Na Pensilvânia, uma quarta aeronave sequestrada, outro Boeing 757 da United Airlines, caiu sem atingir seu alvo, provavelmente a Casa Branca ou o Capitólio, matando todas as 44 pessoas que se encontravam a bordo. (VISACRO, 2009, p. 2, apud DIAS, 2020, p. 26).

Tirando proveito da sua influência religiosa islâmica, o então milionário de origem saudita e líder da Al-Qaeda, *Osama Bin Laden* (1957-2011)³⁰, convenceu alguns de seus seguidores mais radicais a executar o audacioso plano de atentado contra a maior potência mundial, justificando, para isso, que as perdas de suas vidas seriam recompensadas após a morte, quando então passariam a se tornar mártires³¹ pela causa islâmica.

Após um período de investigação do Pentágono³² e da Agência de Inteligência dos Estados Unidos (CIA)³³, chegou-se à conclusão de que a arquitetura e planejamento dos ataques haviam partido de *Bin Laden*, o qual passou a ser o homem mais procurado no mundo pelas autoridades norte-americanas, e que havia buscado refúgio e apoio com o grupo islâmico *Talibã*, no Afeganistão.

Como resposta imediata ao duro golpe sofrido e que alterou a estratégia militar norte-americana, membros da alta cúpula do governo, do então Presidente da

²⁹ World Trade Center. Complexo de sete edifícios comerciais inaugurado em 1973, localizado na ilha de Manhattan, na cidade de Nova Iorque.

³⁰ Osama Bin Laden. Foi um dos fundadores e ex-líder da organização Al-Qaeda, sendo um dos herdeiros da fortuna da próspera família saudita Bin Laden, e que foi morto em 2011, no Paquistão, por tropas especiais norte-americanas.

³¹ Mártires. Pessoas que vivem a radicalidade da fé, oferecendo sua vida à Deus pela confiança.

³² Pentágono. Sede do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América.

³³ Central Intelligence Agency. É o órgão federal responsável pelo serviço de inteligência do governo dos EUA. Em português, Agência Central de Inteligência (tradução nossa).

época George W. Bush (2001-2009)³⁴, decidiram retaliar tais atentados com uma forte campanha ofensiva para caçar e neutralizar organizações terroristas em qualquer parte do globo, a qual foi batizada de Guerra ao Terror (GWOT, do inglês, Global War on Terrorism³⁵). Tal campanha tinha como objetivo a eliminação de grupos terroristas e seus líderes, bem como de governos que davam suporte a qualquer grupo terrorista no mundo, o que se tornou uma prioridade para as forças armadas do país (BUNKER, 2015, apud PINTO, 2019).

Segundo Barr e Feigenbaum (1997), empresas norte-americanas do setor de tecnologia e defesa já haviam desenvolvido e fabricado protótipos de SARPs com capacidade de combate ofensivo, os quais passaram a ser testados por membros da CIA e das Forças Armadas dos EUA, ainda no final do século 20.

Diante da situação, o início da ofensiva norte-americana no Afeganistão já se tornava algo inevitável. E foi em outubro do mesmo ano que tropas norte-americanas começaram a combater os terroristas naquele país, representando um marco significativo na utilização de SARPs de combate. Esses dispositivos tecnologicamente avançados desempenharam um papel crucial tanto em operações de reconhecimento e vigilância, quanto em ataques de precisão, transformando a maneira como os EUA conduziram suas operações militares contra o grupo insurgente³⁶ *Talibã* e integrantes da *Al-Qaeda*.

O uso de SARPs de combate pelos EUA no Afeganistão começou a ganhar destaque a partir de 2001, com o emprego do modelo MQ-1 *Predator*³⁷. Desenvolvido com a ajuda de especialistas militares e fabricado pela empresa aeronáutica norte-americana *General Atomics*, esse sofisticado vetor possui uma autonomia de até 24 horas de voo ininterruptas.

Equipados com câmeras de alta resolução, sensores de imagem térmica e armamentos avançados, como mísseis *Hellfire*, esses drones permitiram aos militares dos EUA conduzirem operações de vigilância e ataques aéreos sem a necessidade de presença física no terreno. A capacidade de voar por longos períodos e fornecer inteligência em tempo real, tornou esses vetores ferramentas

³⁴ George W. Bush. Foi o 43º presidente eleito que governou os Estados Unidos da América no período de 2001 a 2009.

³⁵ Expressão criada pelo governo norte-americano na gestão de George W. Bush para a campanha militar dos EUA, em resposta aos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 à Washington (SCHMITT; SHANKER, 2005, apud PINTO, 2019).

³⁶ Insurgente. Pessoa ou grupo rebelde que se revolta contra um poder estabelecido.

³⁷ Predator. Em português, Predador (tradução nossa).

indispensáveis para monitorar as atividades dos grupos terroristas nas regiões remotas e montanhosas do Afeganistão (CHAMAYOU, 2015).

A vigilância e o monitoramento constante oferecida pelos SARPs, como o MQ-1 *Predator*, proporcionou uma vantagem estratégica significativa aos EUA nas campanhas do Afeganistão e Paquistão. Ao sobrevoar áreas controladas pelo grupo *Talibã*, os drones de combate puderam identificar e rastrear movimentos de combatentes, esconderijos de armas e centros de comando. Essa coleta contínua de dados foi vital para a elaboração de estratégias de combate e para a realização de operações de precisão. A inteligência obtida por esses meios ajudou a prevenir ataques contra as tropas estadunidenses e a interromper operações logísticas dos terroristas.

Desde o início da Operação *Enduring Freedom*³⁸, guerra contra o regime *Talibã* no Afeganistão, o qual dava refúgio e apoio para campos de treinamento para membros da *Al-Qaeda*, a participação e emprego dos SARPs foi de enorme relevância e ganhos para as forças norte-americanas, tendo em vista o cenário em que se desenrolavam as operações, onde o terreno afegão possui grandes cadeias de montanhas e cavernas, que serviam de esconderijo para os terroristas e proporcionavam uma ótima defesa natural para os combatentes que recorriam aos sistemas de defesa antiaérea portátil, conhecidos como *SAM MANPADS*³⁹, que, por sua vez, comprometiam o uso de aeronaves tripuladas convencionais para localização e ataque aos pontos de disparos desses grupos. Com isso, a utilização dessas plataformas na campanha contra o *Talibã* foi de grande importância para atacar posições fortemente equipadas com esse tipo de sistema antiaéreo (RONCONI; BATISTA; MEROLA, 2014).

Desta forma, os ataques com SARPs se tornaram uma tática central na campanha dos EUA contra o *Talibã*. Utilizando informações coletadas de inteligência, os drones puderam alvejar e neutralizar com precisão líderes e membros do regime, mesmo estando camuflados em seus esconderijos. Tal tática ajudava a minimizar a exposição e o risco das tropas norte-americanas em áreas de combates extremamente hostis.

³⁸ Enduring Freedom. Em português, Liberdade Duradoura (tradução nossa).

³⁹ SAM MANPADS. Sigla em inglês para Man-portable Air-defense System, em português, Sistema Portátil de Defesa Antiaérea (tradução nossa).

Segundo Bunker (2015), a Força Aérea dos Estados Unidos (*USAF*)⁴⁰, em conjunto com a CIA, fizeram uso intenso de SARP's no Afeganistão com o objetivo principal de localizar e destruir campos de treinamento de terroristas, bem como para a neutralização de líderes da *Al-Qaeda*, com ataques bem planejados e com precisão cirúrgica.

Um dos exemplos mais notórios foi a eliminação do terrorista *Baitullah Mehsud* (1974-2009), líder do *Talibã* paquistanês, em 2009, por um ataque preciso de drone. Tais operações tinham como objetivo desmantelar e eliminar as lideranças do grupo *Talibã* e da *Al-Qaeda*, além de enfraquecer suas capacidades operacionais (ASLAM, 2013).

Apesar de sua eficácia, o uso de SARP's no Afeganistão gerou várias controvérsias e debates éticos. Relatos de vítimas civis em ataques de drones alimentaram críticas severas à política de uso dessas armas. A imprecisão ocasional da inteligência ou falhas técnicas resultaram em baixas civis, o que, por sua vez, gerou sentimentos antiamericanos entre a população afegã e proporcionou propaganda ao *Talibã*. O *The Bureau of Investigative Journalism*⁴¹ (TBIJ) estimou que centenas de civis, incluindo mulheres e crianças, foram mortos em ataques de sistemas não tripulados durante o conflito, levantando questões sobre a proporcionalidade e discriminação dos referidos ataques.

Embora seja muito questionado por legisladores de armamento e grupos de direitos humanos que condenam o uso de SARP's para a neutralização de pessoas, sejam elas civis inocentes ou combatentes armados, esse tem sido o principal emprego desses meios de combate do governo norte-americano. A legalidade das operações de drones também foi objeto de intensa investigação criminosa. O uso de drones para realizar execuções extrajudiciais fora de zonas de guerra declaradas levantou preocupações sobre violações do direito internacional. Além disso, a falta de transparência em torno dos critérios de seleção de alvos e das operações de SARP's impediu uma supervisão adequada, dificultando a responsabilização por erros e abusos (RONCONI; BATISTA; MEROLA, 2014).

Todavia, segundo Banker (2015), cabe ressaltar que esses vetores desempenharam um papel, indiscutivelmente, significativo na estratégia militar dos

⁴⁰ USAF. Sigla em inglês para United States Air Force, em português, Força Aérea dos Estados Unidos (tradução nossa).

⁴¹ The Bureau of Investigative Journalism. Em português, Escritório de Jornalismo Investigativo (tradução nossa).

EUA no Afeganistão e no Paquistão, que permitiu a realização de operações militares complexas com baixo risco para as tropas norte-americanas, além de ter colaborado para o incremento da capacidade das Forças Armadas estadunidenses em responder rapidamente às ameaças emergentes.

Entretanto, o legado do emprego de SARPs nessa guerra contra o terrorismo global é muito complexo. Embora tenham proporcionado vantagens táticas, também contribuíram para a polarização e desconfiança entre os governos dos países envolvidos, o que gerou debates contínuos sobre a ética e a legalidade do uso dessas plataformas na execução sumária de seus cidadãos, sejam eles terroristas ou apenas pessoas inocentes (RONCONI; BATISTA; MEROLA, 2014).

Diante do exposto, é notório que a utilização de drones pelos EUA na guerra contra a *Al-Qaeda* e o *Talibã*, no Afeganistão e no Paquistão, refletiu um avanço considerado na guerra moderna, trazendo tanto benefícios estratégicos quanto desafios éticos. A experiência que esses Estados vivenciaram, destaca a necessidade de um equilíbrio cuidadoso entre a eficácia militar e a conformidade com os princípios do direito internacional humanitário.

3.2 NO IÊMEN (2009 -)

Com a intensificação da campanha norte-americana na guerra irregular⁴² que se desenrolava, empregando SARPs de última geração na caçada e eliminação de terroristas no Afeganistão e no Paquistão, parte da organização *Al-Qaeda* migrou para se refugiar na República do Iêmen, país localizado na Península Árabe.

Tal fato fez o governo norte-americano reavaliar suas estratégias contra o terrorismo mundial, passando a redirecionar parte de seus esforços para o principal reduto da recém-criada *Al-Qaeda na Península Árabe* (AQAP): o Iêmen. Desde a morte de *Osama Bin Laden*, acusado pelos EUA de ser o mentor dos atentados de 11 de setembro de 2001, que as atenções da Guerra ao Terror se voltaram para os membros da *Al-Qaeda* naquele país.

⁴² Guerra irregular. O termo "irregular" refere-se à participação de entidades não estatais como um dos lados no conflito, que não dispõem de forças "regulares", isto é, forças armadas hierárquicas, profissionalizadas e controladas por um governo constituído. Podem-se identificar duas estratégias de combate implementadas por forças irregulares para enfrentar exércitos estatais: a guerrilha e o terrorismo. Ambas se configuram como antíteses à guerra convencional, na medida em que eludem sua força e exploram suas fraquezas (PERES, 2015, apud COLMENERO, 2020).

A decisão da organização em se transferir para a Península Árabe, visava proteger parte de seus membros e líderes do massacre que vinham sofrendo pelas Forças Armadas norte-americanas, face aos incessantes ataques cirúrgicos contra o grupo no continente asiático. Contudo, esse movimento culminou na união, em 2009, da *Al-Qaeda* do Iêmen com a *Al-Qaeda* da Arábia Saudita, surgindo dessa fusão a *Al-Qaeda in the Arabian Peninsula*⁴³ (AQAP). Essa união ajudou na reorganização logística e no fortalecimento do grupo extremista. (LACKNER, 2017).

Diante desse novo cenário, o governo dos EUA, de forma secreta, iniciou uma série de incursões clandestinas de SARPs contra campos de treinamento e vilarejos que serviam de esconderijos para os integrantes do grupo terrorista no Iêmen. Esses meios eram lançados a partir de navios da *US Navy*⁴⁴ posicionados no Golfo Pérsico e de bases aéreas na Arábia Saudita, com o objetivo de realizarem missões de coleta de dados de inteligência, vigilância e acompanhamento dos terroristas no interior do país. A tática incluía o monitoramento e a interceptação de comunicações transmitidas via rádio, de forma a facilitar o mapeamento dos movimentos de integrantes do grupo e, principalmente, para se obter a localização precisa dos esconderijos de seus líderes (BUNKER, 2015).

E para desenvolver essas complexas operações, a *US Navy* e a *USAF* passaram a empregar o mais letal e moderno modelo de SARP que as Forças Armadas dos EUA possuíam em seu arsenal, o *MQ-9 Reaper*, conforme figura 3.

Figura 3 - SARP MQ-9 *Reaper*



Fonte: Divulgação General Atomics Aeronautical Systems, 2007

⁴³ *Al-Qaeda in the Arabian Peninsula*. Em português, *Al-Qaeda na Península Árabe* (tradução nossa).

⁴⁴ *US Navy*. Sigla em inglês para *United States Navy*. Em português, *Marinha dos Estados Unidos* (tradução nossa).

Equipado com sensores eletro-ópticos avançados, que incluem câmeras IR e designadores/iluminadores de alvos a laser, sistema de posicionamento global (GPS)⁴⁵, além de um sistema tático de enlace de dados denominado *Tactical Data Link*⁴⁶ (TDL), aliado à sua autonomia de 22 horas de voo, tornou-se uma plataforma ideal na execução de missões de vigilância, inteligência, monitoramento, apoio aéreo, designação de alvos e ataques de precisão, onde contava com o emprego de bombas do tipo JDAM⁴⁷, fazendo com que seus ataques passassem a ser mais eficazes e letais, causando reduzido ou até mesmo nenhum, efeito colateral adverso.

De acordo com Grier (2006), as bombas JDAM possuem enormes vantagens quando comparadas a outros tipos, pois podem ser empregadas sob quaisquer condições meteorológicas na área de operações, ou seja, não sofrendo qualquer tipo de interferência em sua trajetória até o objetivo, inclusive de fumaça ou nuvens; também não necessitam que seus alvos sejam iluminados a laser por outros meios, ou que estejam irradiando calor, como é o caso das bombas guiadas por infravermelho (IR).

Grier (2006) ressalta, ainda, outra grande vantagem do uso desse tipo de armamento, que é, até então, a inexistência de um dispositivo de defesa antiaéreo capaz de confundir ou desviar seu sistema avançado e complexo de guiagem da bomba até o alvo.

Face à disponibilidade de potência gerada pelos eficientes motores, a carga útil do SARP MQ-9 *Reaper* pode chegar a 1,7 mil kg, dependendo da quantidade de combustível que carrega em cada missão. Isso faz com que ele possa ser armado com mísseis e/ou bombas, como o AGM-114 *Hellfire* e as bombas do tipo GBU-12 e GBU-49 *Paveway*⁴⁸ II, GBU-38 *JDAM* e GBU-54 *LJDAM*⁴⁹, armamentos de precisão muito empregados na destruição de alvos como esconderijos, peças de artilharia e veículos blindados. Como exemplo de configuração de combate, o *Reaper* pode ser

⁴⁵ GPS. Sigla em inglês para Global Positioning System. Em português, Sistema de Posicionamento Global (tradução nossa).

⁴⁶ Tactical Data Link. Sistema de enlace de dados táticos entre dois ou mais terminais, distantes entre si. Em português, Enlace Tático de Dados (tradução nossa).

⁴⁷ Bombas JDAM. Sigla em inglês para Joint Direct Attack Munition, em português, Munição de Ataque Direto Conjunto (tradução nossa).

⁴⁸ GBU-49 Paveway II. Bomba guiada à laser, fabricada pela empresa Raytheon, do Reino Unido.

⁴⁹ LJDAM. Sigla em inglês para Laser Joint Direct Attack Munition, em português, Munição de Ataque Direto Conjunto à Laser (tradução nossa).

carregado com até duas bombas de precisão de 226,8 kg e quatro mísseis de precisão *Hellfire* (ENGELHARDT, 2010).

Outro fator relevante que torna o SARP MQ-9 *Reaper* uma plataforma ideal para esse tipo de emprego, provém do Sistema de Alvos Multiespectral (MTS⁵⁰), inserido em seu conjunto eletro-óptico, que lhe dá capacidade para realizar aquisição de alvos de superfície, além de auxiliar no direcionamento de bombas e mísseis. O MTS também pode ser utilizado na iluminação de alvos para artilharia e aeronaves amigas, proporcionando que as mesmas possam operar em altitude fora do alcance de armamentos inimigos, como Mísseis Ar-Superfície (SAM⁵¹) ou artilharia antiaérea (RAYTHEON, 2015, apud PINTO, 2019).

Willians (2013) ressalta que houve um incremento significativo no emprego dos SARPs MQ-1 *Predator* e MQ-9 *Reaper* no Iêmen após o surgimento da AQAP, em 2009, e a tentativa desse grupo de derrubar um avião comercial que tinha como destino os EUA, levando o presidente do país, Ali Abdullah Saleh (1947-2017), a autorizar missões com drones norte-americanos em seu território.

Desde então, esses dispositivos passaram a ser os principais responsáveis pela localização de esconderijos, identificação e eliminação da maioria dos líderes e integrantes da *Al-Qaeda*, bem como de elementos de grupos extremistas aliados na região.

Em 2011, quando ocorreu a mudança na presidência do país, o qual passou a ser governado por Abd Rabuh Mansur Al-Hadi (1945-), então vice-presidente do governo de Saleh, a população do Iêmen vivia sob grande tensão, e o país sofria com os atos violentos do grupo insurgente armado *Houthis*⁵², o qual, a partir do ano de 2015, passou a receber apoio bélico e financeiro do governo do Irã. Diante da instabilidade interna instaurada por esses grupos, que passaram a usar o território iemenita como refúgio para seus líderes e como base de treinamento de seus integrantes para ações contra alvos estadunidenses espalhados pelo mundo, o governo norte-americano passou a tratar o combate ao terrorismo no Iêmen como uma extensão do teatro de operações no Afeganistão, delegando tal competência ao DoD (SEITZ, 2013).

⁵⁰ MTS. Sigla em inglês para Multispectral Targeting System. Em português, Sistema de Ataque Multiespectral (tradução nossa).

⁵¹ SAM. Sigla em inglês para Surface to Air Missile. Em português, Míssil Superfície-Ar (tradução nossa).

⁵² Houthis. Grupo armado insurgente de cunho político-religioso que atua no noroeste do Iêmen, e que passou financiado pelo governo do Irã.

Ainda, segundo Seitz (2013), o DoD, por intermédio do Pentágono, delegou o planejamento e a coordenação dessas missões ao seu Comando regional naquela área, o *Central Command*⁵³. Por consequência de subordinação, passou-se então a empregar seu eventual Comando tático, o *Joint Special Operations Command*⁵⁴(JSOC), para operacionalizar e executar as operações de ataque, bem como as missões especiais contra os líderes da AQAP no Iêmen.

Portanto, pode-se considerar que, face à grande presença e influência da *Al-Qaeda*, e de sua aliada AQAP na República do Iêmen, o direcionamento da política externa dos Estados Unidos após os atentados de 2001 levou ao aumento do uso de SARPs de combate naquele país, alterando o foco da guerra contrainsurgência para a guerra contra o terrorismo, com o objetivo de localizar e neutralizar esses grupos em qualquer parte do mundo.

3.3 EM NAGORNO-KARABAKH (2020)

As raízes do conflito entre o Azerbaijão e a Armênia em relação à região de Nagorno-Karabakh encontram-se em questões étnicas, territoriais e históricas. A hostilidade entre armênios e azeris teve origem no final da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), quando o líder soviético Joseph Stalin (1878-1953) anexou a região autônoma de Nagorno-Karabakh, predominantemente de população armênia, à República Socialista Soviética do Azerbaijão. Essa decisão foi percebida pelos armênios como uma injustiça histórica, gerando sentimentos de ódio e desconfiança que perduraram por décadas.

Após colapso da antiga União Soviética, em 1991, e o término da Primeira Guerra de Nagorno-Karabakh (1988-1994), a Armênia e o Azerbaijão conquistaram suas independências. Contudo, o aumento nos movimentos nacionalistas tornou aquela região o palco de um iminente e inevitável conflito contemporâneo, onde a vontade de integração territorial, por parte do governo do Azerbaijão, ia de encontro com a autodeterminação da população armênia que há décadas já habitava aquela

⁵³ Central Command. Em português, Comando Central (tradução nossa). Comando militar dos Estados Unidos responsável pelas operações na região compreendida entre O Golfo Pérsico, o Chifre da África e a Ásia Central.

⁵⁴ Joint Special Operations Command. Em português, Comando Conjunto de Operações Especiais (tradução nossa). Comando responsável por coordenar e *interoperabilizar* as operações especiais das Forças Armadas dos EUA.

província (ANTAL, 2022).

A Armênia, com recursos escassos, dependia consideravelmente da Rússia, e suas possibilidades de crescimento econômico foram ainda mais limitadas pelo bloqueio imposto pela Turquia e pelo Azerbaijão. Em contraste, o Azerbaijão desfrutava de uma situação financeira bastante diferente devido às suas abundantes reservas de gás e petróleo, cujos preços subiram acentuadamente na última década. Esses recursos permitiram ao país aumentar significativamente seus gastos militares, a partir de 2005-2006 (ČURČIJA; PAVIČ, 2022).

Vale ressaltar que os investimentos realizados pelo Azerbaijão, no período que antecedeu ao conflito, refletiram claramente as prioridades estratégicas e políticas estabelecidas pelo governo daquele país, conforme detalhado a seguir:

O orçamento de defesa do Azerbaijão passou a ser de 3 bilhões de dólares anuais, a partir de 2011, o qual era muito maior que todo o orçamento estatal armênio. No período de 2010 a 2015, o governo azerbaijanês aumentou seus gastos com defesa de 2,8% para 4,6% do seu Produto Interno Bruto (PIB) (ANTAL, 2022, p.33, tradução nossa).

A Segunda Guerra na região de Nagorno-Karabakh teve início em 27 de setembro de 2020 e durou apenas 44 dias, porém marcou um ponto significativo na história dos conflitos modernos, não apenas pela intensidade e curta duração, mas, principalmente, pelo uso inovador e decisivo de SARP's de combate. Este conflito foi o primeiro na história a ser vencido, predominantemente, por plataformas remotamente pilotadas, sinalizando o advento da guerra com sistemas aéreos avançados não tripulados (ANTAL, 2022).

A estratégia azerbaijana durante a ofensiva foi marcada pelo emprego coordenado e extensivo de SARP's para fins de reconhecimento, ataque e neutralização de defesas aéreas. As forças armadas do Azerbaijão incorporaram veículos aéreos não tripulados em todas as etapas da operação, desde a identificação e localização de alvos até a realização de ataques precisos (WATLING, 2021).

O emprego inovador de drones permitiu ao Azerbaijão manter uma vantagem tática constante, desmantelando as defesas armênias e minimizando consideravelmente as perdas em suas próprias forças. Os SARP's não apenas neutralizaram as defesas aéreas armênias, mas também forneceram capacidades de inteligência, vigilância contínua e a habilidade de realizar ataques altamente

precisos. Esses elementos contribuíram significativamente para a superioridade militar do Azerbaijão (ANTAL, 2022).

Enquanto isso, a vulnerabilidade do lado armênio provinha da falta de sistemas de bloqueio eletrônico capazes de interferir nos sinais que conectavam os veículos aéreos de combate não tripulados às suas estações de controle. Praticamente no final do conflito, a Armênia empregou o sistema de guerra eletrônica russo *Krasukha*⁵⁵, operando a partir de sua base militar em *Giumri*, para neutralizar os drones de reconhecimento usados pelo Azerbaijão. Nesse contexto, as forças azerbaijanesas empregaram os drones autônomos suicidas de fabricação israelense *Harop*⁵⁶, que, apesar de sua eficácia limitada, não dependiam de comunicação contínua com suas estações de controle (GRESSEL, 2020).

Além das funções táticas desempenhadas pelos drones de ataque de uso único, o Azerbaijão também contou com sistemas de vigilância avançada que complementaram suas operações militares, utilizando modelos de maior porte e robustez, como os modelos *Elbit Hermes 450* e o *900*⁵⁷, os quais tiveram um papel significativo durante o conflito ao oferecer capacidades de inteligência e vigilância aérea em tempo real aos centros de comando e controle (ILIC; TOMASEVIC, 2021).

Equipados com sensores eletro-ópticos avançados, aliados à sua grande autonomia e flexibilidade operacional, esses sistemas foram eficazes no suporte às operações terrestres das tropas azerbaijanas, proporcionando consciência situacional, monitoramento de atividades inimigas e auxílio na localização de alvos. Além disso, tais plataformas foram primordiais nas ações de coleta de dados de inteligência da área de operação, como posicionamento de tropas, veículos e peças de artilharia inimiga, entregando uma compilação do quadro tático em tempo real, proporcionando, assim, uma situação geral concreta para que o alto escalão militar daquele país pudesse tomar as melhores decisões durante o transcurso dos combates (ILIC; TOMASEVIC, 2021).

No entanto, o componente principal do esforço bélico do Azerbaijão na região do conflito foram os SARPs de ataque *Bayraktar TB2*, fabricados pela Turquia.

⁵⁵ *Krasukha*. Sistema móvel russo de guerra eletrônica, capaz de bloquear sinais de controle de SARPs.

⁵⁶ SARP *Harop*. Desenvolvido e fabricado pela empresa de tecnologia aeroespacial israelense MBT.

⁵⁷ SARPs *Hermes 450* e *900*. Desenvolvido e fabricado pela empresa de tecnologia aeronáutica israelense *Elbit Systems*.

Armados com munições inteligentes guiadas à laser *Roketsan MAM-L*⁵⁸, esses vetores se tornaram elementos essenciais no arsenal militar do país. Sua capacidade ininterrupta de reconhecimento, monitoramento e precisão em seus ataques resultaram na neutralização de uma grande quantidade de artefatos militares armênios, incluindo tanques, veículos de combate de infantaria, artilharia e posições de infantaria (YERMAKOV, 2020).

O êxito do TB2 em neutralizar alvos adversários é amplamente atribuído à sua tecnologia avançada. Equipado com sensores eletro-ópticos de última geração, essa plataforma tem a capacidade de identificar e monitorar seus alvos com extrema precisão. Para operações de ataque, utiliza munições inteligentes guiadas à laser, conhecidas como Munição Micro Inteligente (MMI), as quais asseguram ataques precisos e reduzem o risco de danos secundários (ANTAL, 2022).

Segundo Whelan (2023), as câmeras de alta definição dos *Bayraktar TB2* desempenharam um papel crucial nas operações de informação ao transmitirem vídeos dos ataques dos SARP em tempo real, impactando negativamente o moral do adversário. Essas imagens, continuamente disponibilizadas para organizações de mídia, forneceram uma cobertura detalhada do conflito, beneficiando tanto os comandantes militares quanto a opinião da população sobre o referido conflito. Esta estratégia fortaleceu a eficácia operacional e a percepção pública da superioridade tecnológica e militar do Azerbaijão.

Para assegurar a vantagem aérea sobre a região, o Azerbaijão concentrou-se na neutralização das defesas antiaéreas armênias, utilizando os *Bayraktar TB2* e os drones suicidas *Harop*. Ao combinar a capacidade de ataque do *TB2* com a precisão do *Harop*, o Azerbaijão conseguiu neutralizar as defesas aéreas armênias, permitindo ataques aéreos precisos, inclusive contra os antigos sistemas *S-300* russos, ainda da era soviética (SAPMAZ, 2021).

Ainda, de acordo com Whelan (2023), é importante ressaltar que os SARP *TB2* foram entregues ao Azerbaijão pela Turquia em meados de 2020, pouco antes do início do conflito. Tal fato faz levantar suspeita de que pilotos turcos possam ter operado esses meios em nome do Azerbaijão, trazendo consigo larga experiência no emprego desses vetores, contribuindo significativamente para o sucesso das missões desempenhadas por eles.

⁵⁸ Munições *Roketsan MAM-L*. São munições inteligentes guiadas à laser, utilizadas em ataques de precisão contra alvos terrestres.

A ofensiva conduzida pelo Azerbaijão foi marcada pelo emprego coordenado e intensivo de drones para reconhecimento, ataque e neutralização das defesas aéreas inimigas. As forças armadas azerbaijanas empregaram tais plataformas em todas as etapas da operação, desde a identificação e aquisição de alvos até a realização de ataques precisos. Esse uso inovador de drones permitiu ao Azerbaijão manter uma vantagem tática constante, desestabilizando as defesas armênicas e reduzindo significativamente as baixas entre suas próprias tropas. Os SARPs não apenas neutralizaram as defesas aéreas da Armênia, mas também forneceram inteligência, vigilância contínua e a capacidade de conduzir ataques de alta precisão, fatores que conferiram ao Azerbaijão uma superioridade militar significativa (WATLING, 2021).

Diante do exposto, pode-se compreender que o uso maciço de vetores aéreos controlados remotamente transformou radicalmente o panorama estratégico e tático do conflito, proporcionando uma vantagem decisiva às forças armadas do Azerbaijão, diante de uma precária e envelhecida força bélica da armênia, que durante o decorrer das operações, ainda recorria aos equipamentos militares convencionais ultrapassados da era soviética.

Dessa forma, a guerra em Nagorno-Karabakh, envolvendo a Armênia e o Azerbaijão, especialmente na escalada significativa ocorrida em 2020, destacou a importância dos drones como elementos decisivos na condução e no desfecho do conflito no campo de batalha moderno, não apenas evidenciando a evolução tecnológica no teatro de operações, mas também inaugurando uma nova era nos conflitos contemporâneos, em que a superioridade tecnológica dos equipamentos militares empregados pode sobrepôr a vantagem numérica e tática tradicional.

3.4 NA UCRÂNIA (2022 -)

Em fevereiro de 2022, aproximadamente oito anos após a revolução ucraniana que levou a queda do então Presidente *Viktor Yanukovych*⁵⁹ (1950 -), a Rússia iniciou uma invasão em larga escala ao território ucraniano, marcando um ponto de inflexão crítico na relação entre os dois países e na geopolítica global. Tal conflito, chamado pela Rússia de “Operação Militar Especial”, foi precedido por anos

⁵⁹ Viktor Yanukovych. Foi presidente da Ucrânia no período de 25 de fevereiro de 2010 a 22 de fevereiro de 2014.

de tensões crescentes na região, principalmente após a derrubada do presidente alinhado aos interesses russos, destacou profundas divisões políticas, culturais e históricas na região. A anexação da Crimeia pela Rússia, em 2014, e o apoio contínuo aos separatistas nas regiões de *Donetsk* e *Luhansk*⁶⁰ foram prelúdios significativos para a escalada de 2022, evidenciando a intenção do governo russo de reafirmar sua influência sobre a ex-república soviética.

A ofensiva militar das Forças Armadas russas foi caracterizada pelo uso maciço das forças terrestres e aéreas, que avançaram de frentes provenientes dos territórios da federação russa e da República da Bielorrússia. Simultaneamente, foram desencadeados diversos ataques cibernéticos pelo ministério da defesa russo, objetivando desestabilizar o governo e a infraestrutura de defesa e energética ucraniana, como seus radares de defesa antiaérea, bem como suas usinas nucleares e hidroelétricas. Contudo, a invasão foi condenada poucos dias após o seu início, por uma assembleia geral da Organização das Nações Unidas (ONU), resultando em severas sanções econômicas e um isolamento diplomático crescente para a Rússia (ZARUR, 2022).

A resposta imediata da Ucrânia, que monitorava há meses o deslocamento e a concentração de grande efetivo de tropas russas junto à sua fronteira, foi de tentar conter o ímpeto do avanço terrestre e aéreo das forças invasoras, com a preocupação especial voltada para a preservação de sua capital, a cidade de *Kiev*, de onde partiam as instruções de comando e controle para as unidades das forças armadas ucranianas espalhadas pelo território. E foi graças a essa estratégia inicial de defesa e contenção, que o governo do Presidente *Volodymyr Zelensky*⁶¹ (2019-) conseguiu sustentar sua posição no poder, principalmente, nos primeiros dias da guerra, os quais foram marcados por intenso bombardeio e avanço pesado da infantaria mecanizada russa (ZARUR, 2022).

Apesar da Ucrânia não fazer parte da OTAN⁶², os principais países da aliança, dentre eles os EUA, o Reino Unido e a França, viram-se pressionados a ajudar aquele país perante a brutal invasão, que passou a colocar em risco os interesses das potências ocidentais em relação ao Leste Europeu, fazendo com que

⁶⁰ Donetsk e Luhansk. Regiões localizadas na extremidade leste do território ucraniano invadido pela Rússia.

⁶¹ Volodymyr Zelensky. Presidente atual da República da Ucrânia, tendo assumido o referido cargo em 20 de maio de 2019.

⁶² OTAN. É uma aliança militar intergovernamental, fundada em 1949, com a finalidade de prover defesa militar coletiva aos seus países-membros.

reconsiderassem suas políticas de expansão e defesa coletiva. O conflito Rússia-Ucrânia iniciado em 2022, portanto, não é apenas uma disputa territorial, mas um reflexo das tensões mais amplas entre a Rússia e o Ocidente, com implicações duradouras para a ordem internacional do século 21.

Após a breve contextualização dessa guerra que perdura até hoje, serão apresentados nesse subcapítulo os desdobramentos do uso de SARPs no cenário tático de ambos os lados, onde será possível visualizar o incremento gradual no emprego dessas plataformas em um amplo espectro de missões, como de reconhecimento, vigilância, monitoramento de movimentação de tropas, correção de fogo de artilharia e de ataques suicidas contra infraestruturas críticas, veículos blindados, peças de artilharia, defesas antiaéreas e bases aéreas, todos visando a redução da capacidade militar adversária.

A campanha aérea russa no início do conflito contra a Ucrânia foi baseada no emprego maciço de mísseis de cruzeiro e bombardeio aéreo, que visavam, principalmente, a degradação do sistema de defesa antiaéreo ucraniano e a destruição dos seus centros de Comando e Controle (C²), de forma a garantir a superioridade aérea na região. Contudo, a Rússia não conseguiu atingir esses objetivos completamente, tendo em vista os constantes relatos de interceptação e destruição de aeronaves russas naquela fase da guerra (LAURAS, 2022, apud POCHMANN, 2023).

Além disso, as forças russas fizeram amplo uso de seus sistemas não tripulados *Orlan-10*⁶³, em missões de monitoramento e direcionamento para ataques contra alvos terrestres ucranianos (MARQUES, 2022, apud POCHMANN, 2023).

Segundo Pochmann (2023), ainda nessa fase inicial, foi observado um intenso emprego de SARPs, em especial pelas forças ucranianas que dispunham de menor capacidade aérea, fazendo então uso do sistema turco *Bayraktar-TB2*, já citado nesse trabalho no conflito entre o Azerbaijão e a Armênia, em função do seu alcance, autonomia de voo e ataques de precisão com bombas guiadas à laser contra alvos em terra, como tropas, veículos blindados e peças de artilharia inimiga (POCHMANN, 2023).

De acordo com Crumley (2022), a guerra entre a Rússia e a Ucrânia tem se desenvolvido com o amplo emprego de dispositivos remotamente pilotados, desde

⁶³ SARP Orlan-10. Desenvolvido e fabricado pelo Centro Tecnológico Espacial da Rússia.

modelos comerciais modificados até os mais sofisticados SARPs militares. A Ucrânia, com apoio ocidental, emprega em larga escala o modelo de baixo custo e desenvolvido para uso civil recreativo *DJI Mavic 3*⁶⁴, o qual foi adaptado para missões complexas de vigilância, monitoramento, e, até mesmo, para lançar pequenos artefatos explosivos, como munições de morteiro contra equipamentos e tropas inimigas.

Devido à necessidade de altos investimentos no desenvolvimento e fabricação dos sofisticados SARPs militares, a Pesquisadora do Centro de Pesquisa sobre Segurança, do Instituto Federal de Tecnologia de Zurique, *Dominika Kunertova* (2022) considera que ambas as partes reduzirão o emprego desses drones de alto valor.

Ambos os lados aprenderam que usar drones grandes e caros, que carregam mísseis, é ineficaz porque esta é uma guerra em que nenhum dos lados pode controlar os céus. Então, passarão a usar mais drones táticos menores (KUNERTOVA, 2022, apud VIGGIANO, 2022, p. 4).

Por outro lado, as forças russas têm utilizado maciçamente os SARPs de fabricação nacional *Lancet*⁶⁵, para missões de reconhecimento e ataques suicidas, principalmente, contra radares ucranianos, defesas antiaéreas, equipamentos de artilharia e veículos blindados, sejam eles de apoio à infantaria ou de ataque.

Segundo Viggiano (2022), outro vetor muito empregado pelos russos desde o início do conflito, é o SARP de ataque suicida *Shahed-136*⁶⁶, conforme figura 4.

Figura 4 - SARP *Shahed-136*



Fonte: PADILHA, 2024

⁶⁴ SARP DJI Mavic 3. Desenvolvido e fabricado pela empresa chinesa DJI.

⁶⁵ SARP Lancet. Desenvolvido e fabricado pela empresa russa Zala Aero.

⁶⁶ SARP Shahed-136. Desenvolvido pela empresa iraniana Shahed Aviation Industries.

Apesar de ser um projeto iraniano, esse SARP passou a ser produzido em solo russo em grande escala, recebendo naquele país outra designação: SARP *Geran-2o*. Capaz de atingir alvos estratégicos à longas distâncias de suas bases de lançamento, tais dispositivos têm sido responsáveis por diversos ataques à alvos estratégicos da infraestrutura ucraniana, principalmente, contra subestações da rede elétrica, causando transtorno para parte da população que depende da eletricidade para o aquecimento de suas moradias, em especial, no período do inverno (VIGGIANO, 2022).

Entretanto, apesar desses equipamentos possuírem capacidade de causar grandes danos aos seus alvos, os mesmos têm desvantagens quando comparados a outros dispositivos, pois voam à baixa altitude e a velocidades reduzidas, facilitando sua interceptação e destruição pela defesa aérea da força inimiga, tendo alcançado taxas elevadas de 60% do total desses dispositivos lançados pelas forças russas, desde o início da guerra (VIGGIANO, 2022).

3.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Dessa forma, constatamos que a capacidade dos SARPs militares de operar por longos períodos no ar e a grandes distâncias, realizando vigilância, reconhecimento e ataques contínuos sem a necessidade de reabastecimento, os distingue significativamente das aeronaves tripuladas. A vantagem do voo prolongado possibilita uma presença constante na área de operações, proporcionando uma vantagem tática substancial.

Ademais, o fato desses dispositivos serem equipados com sistemas de ataque de precisão permite a execução de engajamentos cirúrgicos em alvos específicos, minimizando o risco de danos colaterais. A combinação de precisão e rapidez permite identificar e neutralizar alvos antes que o inimigo possa reagir, proporcionando ao atacante, portanto, a surpresa tática.

Adicionalmente, as capacidades furtivas desses equipamentos os tornam ideais para missões de reconhecimento e ataque em áreas hostis, geralmente monitoradas e protegidas por sistemas de defesa antiaéreos inimigos. Tal tecnologia dificulta a localização desses meios, ajudando a aumentar a eficácia operacional em

ambientes de elevado nível de ameaça, onde a detecção e a interceptação por forças adversárias são preocupações constantes de quem os controla.

Vale ressaltar que essa evolução tecnológica destaca a necessidade premente de desenvolver contramedidas eficazes contra esses dispositivos, tais como sistemas de guerra eletrônica e defesas aéreas especializadas, com o objetivo de mitigar os efeitos dos possíveis danos causados por essas armas. Os avanços tecnológicos futuros na engenharia de sistemas de defesa antiaérea serão cruciais para contrapor a crescente ameaça representada pelos SARPs.

Assim, após termos analisado neste capítulo quatro exemplos de conflitos contemporâneos, onde foi mencionada a diversidade de sistemas aéreos não tripulados sendo utilizados em combates reais, podemos compreender que o papel dos SARPs militares nas guerras modernas está assegurado e será primordial para as partes envolvidas.

Portanto, é possível afirmar que o contínuo desenvolvimento e fabricação de vetores remotos com tecnologias avançadas será essencial para as forças armadas em escala global. Cabe aos governos de cada Estado definir suas estratégias e prioridades em relação à aquisição desses meios, que têm a capacidade de transformar o equilíbrio de poder num conflito, permitindo que uma força militar numericamente inferior alcance vitórias decisivas.

4 O PRESENTE E O POSSÍVEL FUTURO DOS SARPS NA MB

Nesse capítulo abordaremos, inicialmente, a nova fase da Aviação Naval brasileira, a qual teve início com a aquisição do primeiro sistema remotamente pilotado, o SARP-E *ScanEagle*⁶⁷, que passou a ser operado por uma unidade aérea operativa da MB. Em seguida, veremos alguns modelos projetados e desenvolvidos por empresas nacionais que poderão ser adquiridos e operados pela MB no futuro, bem como as vantagens e desvantagens do emprego desses sofisticados meios que estão revolucionando o combate moderno. E, ao final do presente capítulo, serão mencionadas as capacidades que tais plataformas podem agregar à Força Naval.

4.1 O INÍCIO DE UMA NOVA FASE DA AVIAÇÃO NAVAL BRASILEIRA

Criado pela Portaria nº 90 do Ministério da Defesa (MD), de 29 de março de 2021, e ativado definitivamente em 6 de julho de 2022, a MB passou a contar com sua primeira unidade aérea capaz de operar um Sistema de Aeronave Remotamente Pilotado, o 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (EsqdQE-1), que está sediado no complexo da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia (BAeNSPA), e sob subordinação operativa direta do Comando da Força Aeronaval.

A ativação do EsqdQE-1, também conhecido como Esquadrão Harpia, fez com que a Aviação Naval brasileira entrasse em sua quinta fase, passando, então, a operar meios aéreos não tripulados, com a missão principal de prover apoio aos Comandos Operativos, executando tarefas como monitoramento, inteligência e vigilância sobre terra ou mar (WILTIGEN, 2023).

Contando com um inventário inicial de seis aeronaves, dois aparelhos lançadores do tipo catapulta, dois dispositivos de recolhimento e duas estações de controle, esse novo sistema ampliou as capacidades aéreas da MB em operações de Inteligência, Vigilância, Esclarecimento, Reconhecimento e Monitoramento em apoio aos meios navais na sua área de jurisdição, tendo recebido a designação de *ScanEagle RQ-1*, conforme figura 5.

⁶⁷ SARP-E *ScanEagle RQ-1*. Desenvolvido e fabricado pela Insitu, uma empresa subsidiária norte-americana Boeing.

Figura 5 - SARP-E *ScanEagle RQ-1*

Fonte: PODER NAVAL, 2022

Equipado com um conjunto eletro-óptico sofisticado, que inclui uma câmera com capacidade infravermelho, o que lhe permite captar imagens em alta definição no período diurno ou noturno, aliado à sua grande autonomia devido ao baixo consumo de combustível, o *ScanEagle RQ-1* pode realizar diversas tarefas, dentre elas, de reconhecimento, de apoio às atividades como inspeção naval, de prevenção de ilícitos, de controle do tráfego naval, contra pirataria e terrorismo, de monitoramento de desastres hídricos e de operações de socorro e salvaguarda da vida humana no mar (BASSETO, 2023).

Tendo em vista os diversos tipos de emprego do novo meio, o Esquadrão Harpia representou um importante passo na modernização da MB, incorporando novas tecnologias para aumentar a capacidade de defender os interesses do país na sua imensa Zona Econômica Exclusiva (ZEE).

Cabe ressaltar também o incremento operacional gerado ao Poder Naval com a aquisição do sistema *ScanEagle RQ-1*, principalmente, em função da sua versatilidade, permitindo ser empregado estrategicamente ou taticamente em diversos tipos de missões, de forma a complementar as tarefas desempenhadas pelas aeronaves convencionais tripuladas adjudicadas aos meios navais de superfície (JUNIOR, 2018).

4.2 OS NOVOS SARPS DA INDÚSTRIA NACIONAL DE DEFESA

Com o aumento do emprego desses novos meios no cenário mundial, em especial nos conflitos recentes que presenciamos, empresas nacionais voltadas para tecnologias de defesa começaram uma corrida para o desenvolvimento de plataformas não tripuladas, com o objetivo de se inserirem no novo e desafiador nicho de equipamentos militares sofisticados.

Empresas como a *Stella Tecnologia*, com sede no estado do Rio de Janeiro, e a *Turbomachine*, instalada na cidade de Jacareí, no estado de São Paulo, são exemplos do empreendedorismo nacional que visam, inicialmente, conquistar seus espaços no portfólio das Forças Armadas brasileiras e, posteriormente, expandir suas vendas para o mercado internacional de defesa, onde se encontram as principais indústrias dessa área (MEIER, 2022).

Como resultado dessa ambição empresarial, o mercado brasileiro da indústria de defesa já pode contar com os SARPs de fabricação totalmente nacional, como é o caso do modelo Atobá, conforme figura 6, projetado e desenvolvido pela empresa *Stella Tecnologia*.

Figura 6 - SARP Atobá



Fonte: MEIER, 2022

Segundo Meier (2022), o SARP Atobá é a maior plataforma aérea remotamente pilotada já desenvolvida e construída no Brasil. Pesando aproximadamente 500 kg e com uma envergadura de 11 metros, esse equipamento tem a capacidade de permanecer no ar por até 28 horas ininterruptas, tendo ainda

disponibilidade para transportar 70 kg de carga, como sensores óticos e câmeras para monitoramento.

Ainda, de acordo com Meier (2022), tal dispositivo ganhou atenção das três Forças na época de seu lançamento, devido às suas capacidades, como a de vigilância de faixas de fronteira terrestre e zonas litorâneas, monitoramento de desmatamento e poluição hídrica, a um custo de aquisição e manutenção relativamente baixo quando comparado a outros modelos de fabricantes estrangeiros, onde um kit incluindo duas aeronaves e uma estação de controle teria seu preço estimado em torno de US\$ 8 milhões.

Esse mesmo fabricante desenvolveu outro modelo de SARP com características específicas para operação embarcada, podendo decolar e pousar a partir de navio com convés de voo em forma de pista, como é o caso do Navio Aeródromo Multipropósito Atlântico da MB, denominando tal modelo como SARP Albatroz, conforme figura 7.

Figura 7 - SARP Albatroz



Fonte: PADILHA, 2023

Com dimensões de sete metros de envergadura e quatro metros de comprimento, e projetado com um conjunto reforçado de trem de pouso e um dispositivo do tipo gancho, o que lhe permite operar em navios com convés de voo do tipo pista, o Albatroz pode ser equipado com uma versão reduzida do radar *PrecISR*⁶⁸ e o moderno sistema eletro-óptico *ARGOS 8*⁶⁹. Com autonomia de até 25

⁶⁸ PrecISR. Radar de vigilância multimissão, desenvolvido pela empresa alemã Hensoldt.

⁶⁹ ARGOS 8. Sistema eletro-óptico compacto, fabricado pela empresa Hensoldt para equipar aeronaves não tripuladas.

horas de voo, associada à tecnologia que permite ser controlado por meio de link satelital, essa plataforma pode alcançar 200 quilômetros de distância operacional, ou seja, o dobro do alcance eficaz do atual e primeiro sistema utilizado pela MB: o SARP *ScanEagle* (PADILHA, 2023).

Segundo o CEO⁷⁰ da empresa, o senhor Gilberto Buffara, a *Stella Tecnologia* vem desenvolvendo ainda uma nova plataforma aérea não tripulada, de porte maior que o SARP Atobá, e com foco na operação pela Força Aérea Brasileira (FAB). Tal plataforma, denominada SARP *Hale Condor*, contará com uma carga útil de 390 kg, autonomia de 40 horas de voo, teto de serviço de 23 mil pés de altitude e um alcance de 200 quilômetros por meio de data-link rádio. Contudo, seu sistema de navegação terá a opção de controle via link satelital, o que garantirá a seu operador um alcance ilimitado do vetor (CAIAFA, 2021).

A companhia brasileira *Turbomachine*, localizada próxima ao mais importante centro aeroespacial da América do Sul, o complexo de indústrias de São José dos Campos, e certificada pelo Ministério da Defesa (MD) como uma Empresa Estratégica de Defesa (EED), era, inicialmente, especializada somente na fabricação de motores para veículos aéreos convencionais. Entretanto, com o aumento da procura por sistemas não tripulados em todo mundo nas últimas décadas, a empresa decidiu investir também no desenvolvimento desses equipamentos, tanto para uso na área de defesa quanto para aplicação no meio civil, como exemplo no agronegócio (PEREIRA, 2024).

Segundo Pereira (2024), para entrar no mercado competitivo internacional de sistemas não tripulados a empresa desenvolveu projetos de SARPs, alguns, inclusive, já em fase de voo teste, dando a eles as seguintes denominações: *Carbure*, *ATD150*, *Tupan 1000* e *Garuda*. Tais plataformas terão diferentes capacidades, características, dimensões e aplicações, de forma a atender os promissores mercados do segmento militar e civil.

O SARP *Carbure* é um projeto de aeronave não tripulada que realizará decolagens e pousos verticalmente com o auxílio de cinco motores propulsores do tipo turbofan⁷¹, os quais lhe permitirá operar a partir de áreas restritas, como em

⁷⁰ CEO. Sigla em inglês para Chief Executive Officer, em português Diretor Executivo (tradução nossa).

⁷¹ Turbofan. É um composto por uma turbina, a qual ira um eixo com diversos estágios para admissão de grande quantidade de ar, que, em seguida, é comprimida e expelida de forma canalizada na saída do motor.

plataformas de pouso e decolagem de navios da MB. Em sua versão para emprego militar, o *Carbure* terá capacidade de desempenhar tarefas como vigilância, busca e salvamento, apoio às tropas no terreno, reconhecimento e ataque. Já na versão civil, tal modelo poderá realizar transporte de cargas, como apoio logístico às plataformas de exploração de petróleo e gás, transporte emergencial de órgãos humanos e combate a incêndio em áreas de difícil acesso, como em montanhas e regiões densamente cobertas por floresta (PEREIRA, 2024).

Outro projeto da *Turbomachine* já em fase de testes, é o SARP de alta performance *ATD 150*, conforme figura 8, equipado com um motor do tipo turbojato⁷², permitindo o mesmo atingir a velocidade de 800 km/h. Esse veículo aéreo foi projetado para realizar tarefas de coleta dados, detecção de defesas aéreas inimigas, servir como alvo para treinamento de combate ar-ar, simular mísseis inimigos ou, ainda, para realizar ataques suicidas contra alvos estáticos ou dinâmicos (PEREIRA, 2024).

Figura 8 - SARP *ATD 150*



Fonte: PEREIRA 2024

O SARP *Tupan 1000* é outro projeto da empresa que coloca a indústria nacional de veículos aéreos não tripulados no nível de empresas estrangeiras já renomadas. Sendo um vetor capaz de realizar multitarefas, o *Tupan 1000*, conforme figura 9, foi projetado com uma propulsão híbrida de oito motores, sendo quatro do tipo turbofan e quatro elétricos, o que lhe permitirá realizar pousos e decolagens

⁷² Turbojato. É um motor composto por uma turbina, onde os gases gerados na câmara de combustão passam por sucessivos estágios de compressão.

com baixo consumo de combustível, gerando, assim, grande vantagem quando comparado às aeronaves convencionais com capacidade VTOL⁷³. Tal eficiência técnica, melhora significativamente sua performance, fazendo o mesmo ter um alcance de 1,2 mil quilômetros e voar a uma velocidade de 850 km/h, podendo transportar até 140 kg de carga em seu compartimento interno (PEREIRA, 2024).

Figura 9 - SARP *Tupan 1000*



Fonte: PEREIRA 2024

A *Turbomachine* possui ainda um projeto ambicioso de aeronave não tripulada de alta performance, com tecnologia furtiva de baixa reflexão e absorção de ondas de radar, capaz de desempenhar tarefas sobre o mar e terra à grande distância. Trata-se do projeto disruptivo e inovador denominado *Garuda*, que poderá desempenhar, além das tarefas já mencionadas anteriormente pelos outros modelos da empresa, a de bombardeio aéreo contra instalações terrestres.

Em sua maior versão, o *Garuda 1600* terá capacidade de transportar até 400 kg de carga útil, em seu compartimento embutido na parte inferior da aeronave. Apesar de ter algumas características semelhantes ao SARP *Tupan 1000*, como de decolagens e pousos verticais, esse modelo poderá atingir o dobro do alcance desse último, sendo estimado em 2,4 mil quilômetros. Além disso, o *Garuda* será capaz de voar a grandes altitudes e com velocidade máxima aproximada de 920 km/h (PEREIRA, 2024).

⁷³ VTOL. Sigla em inglês para Vertical Take-Off and Landing. Em português, Decolagem e Pousos Verticais (tradução nossa)

4.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO EMPREGO DE SARPS

Como qualquer outro tipo de equipamento militar, o emprego real de SARPs possui aspectos positivos e negativos, cabendo ao seu operador uma avaliação detalhada que justifique a utilização desses meios. De uma forma geral, tal avaliação se resume a uma série de análises, realizadas previamente, onde os resultados esperados devam superar os riscos envolvidos em cada operação.

4.3.1 Vantagens do Emprego de SARPs

Dentre algumas vantagens do seu emprego, destaca-se a redução no risco de expor seus operadores em ambientes perigosos ou hostis, em especial, àqueles controlados pelo inimigo; sua capacidade de alcançar áreas de difícil acesso, independente do ambiente ou do relevo; sua versatilidade e adaptabilidade para desempenhar uma variedade de tarefas no campo militar; sua autonomia elevada, permitindo voos de longa duração sem a necessidade de reabastecimentos; e ainda, os baixos custos envolvidos na aquisição, treinamento e operação desses meios, quando comparados às aeronaves convencionais tripuladas (KATSANO, 2016).

4.3.2 Desvantagens do Emprego de SARP

Os SARPs, no entanto, também possuem desvantagens quanto ao seu emprego, como a limitação de peso para cargas úteis, principalmente, para transporte de armamentos; sua dependência de comunicações de dados para a pilotagem remota, seja ela por ondas de rádio ou por link de sinal satelital; sua suscetibilidade à interferência de guerra eletrônica do inimigo; suas restrições para operar sob condições meteorológicas adversas; a vulnerabilidade de suas estações de controle quanto a ataques cibernéticos; questões legais e éticas relacionadas à privacidade e segurança em operações civis (MCCURLEY, 2015).

4.4 NOVAS CAPACIDADES À FORÇA NAVAL DO FUTURO

Tendo em vista a dimensão do litoral brasileiro, da nossa plataforma

continental e das bacias hidrográficas interiores, é incontestável afirmar que se faz necessário ter um Poder Naval robusto e preparado, capaz de prover defesa às nossas fronteiras molhadas, bem como para a assegurar o direito de posse sobre as riquezas naturais e minerais, ainda não exploradas, do subsolo marinho da área batizada pela MB como Amazônia Azul⁷⁴, conforme figura 10.

Figura 10 - Amazônia Azul



Fonte: BRASIL, 2023a

Em toda a nossa história, o oceano Atlântico perdura como uma das áreas de interesse prioritário para o Brasil, no que se refere, principalmente, ao comércio marítimo. Atualmente, o Brasil e sua Marinha dedicam esforços também à exploração e ao aproveitamento dos recursos do mar, aos levantamentos e pesquisas científicas, aos interesses de defesa e segurança regionais, e nesse sentido ao fortalecimento da Zona de Paz e Cooperação do Atlântico Sul (ZOPACAS), bem como à exploração científica da Antártica. Ademais, as águas interiores representadas, em especial, pelas bacias Amazônica e do Paraguai-Paraná, por suas relevâncias nos campos econômico e militar, continuarão a exigir da Marinha a ação de presença, vigilância e dedicação permanentes, visando a proteção dos interesses brasileiros nessas regiões (BRASIL, 2023a, p. IV).

Os princípios e conceitos descritos na publicação do Estado-Maior da Armada, Fundamentos Doutrinários da Marinha (FDM), servem para orientar o planejamento estratégico, o preparo e o emprego do Poder Naval, o qual é

⁷⁴ Amazônia Azul®. Região que compreende a superfície do mar, águas sobrejacentes ao leito do mar, solo e subsolo marinhos contidos na extensão atlântica que se projeta a partir do litoral até o limite exterior da Plataforma Continental brasileira. Com uma extensão de aproximadamente 5,7 milhões de km², essa área é fundamental para a economia do País.

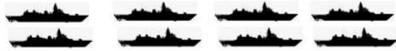
constituído pelos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais, incluindo seus equipamentos e materiais de apoio (BRASIL, 2023a).

Dentre esses meios se enquadram os SARP, que a MB passou a operar a partir do ano de 2022, os quais têm o poder de agregar novas capacidades à Força Naval, visto que tais dispositivos podem ser amplamente empregados a partir de terra ou de bordo de navios, sobre os diferentes ambientes previstos na FDM, sejam eles: Operacional Marítimo, Operacional Ribeirinho e Operacional Terrestre de Interesse Naval.

Essas novas plataformas terão grande importância para que a MB consiga cumprir seus Objetivos Estratégicos (OBE), previstos na Estratégia de Defesa Marítima (EDM), tendo em vista suas capacidades de vigilância, esclarecimento, reconhecimento, monitoramento e coleta de dados de inteligência, associados à sua versatilidade, grande raio de alcance e autonomia diferenciada para realizar voos de longa duração, nunca antes explorados pela MB (BRASIL, 2023b).

Como exemplo, a EDM prevê em seu dimensionamento de forças, que uma Força de Intervenção Marítima deve ter em sua composição ao menos quarenta SARP, para que pelo menos um de seus efeitos seja atingido, conforme pode ser visto na figura 11.

Figura 11 - Composição de uma Força de Intervenção Marítima.

Meio	Qtd.	Dimensão Visual do Elemento de Força e Necessidades de Obtenção
Navio Aeródromo Multipropósito (NAM) (capacid. Op. Asa Fixa)	1	
Aeronaves do NAM (Esclarec., Atq.; e A/S)	16	
Escoltas	8	
Aeronaves dos Escoltas (Esclarec./Atq.)	8	
SARP - a partir de terra ou dos navios	40	

Fonte: BRASIL, 2023b

De acordo com a EDM, tais plataformas também estão previstas para serem empregadas no Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), conforme figura 32, e serão importantes para o sucesso no monitoramento de meios navais,

do tráfego marítimo mercante, bem como de embarcações engajadas em atividade pesqueira.

Os sensores que compõem o SisGAAz devem ser empregados de forma integrada com os meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais (tripulados e não tripulados). Por isso, o Preparo das capacidades atreladas a esses meios, deve sempre levar em consideração seus requisitos de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR) (BRASIL, 2023b; p. 2-5, grifo nosso).

4.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A análise dos Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados no contexto dos conflitos contemporâneos revela uma significativa convergência entre as características técnicas discutidas no capítulo 2 e as aplicações práticas observadas no teatro de operações. A evolução dos SARPs, desde sua concepção até o desenvolvimento de sistemas mais avançados, evidenciou sua eficácia e adaptabilidade em diversos cenários de combate.

Nos conflitos analisados no capítulo anterior, observou-se que os SARPs desempenharam papéis cruciais na condução de missões de reconhecimento, vigilância e ataque. Esses sistemas, conforme já detalhado anteriormente, destacaram-se por sua capacidade de operar em ambientes hostis, fornecendo informações em tempo real e executando operações de precisão com riscos minimizados para as forças humanas.

As principais vantagens técnicas dos SARPs, tais como autonomia de voo prolongada, a capacidade de operar em altitudes elevadas, e a precisão em ataques, foram comprovadas nesses conflitos. Por exemplo, a utilização de drones armados para ataques cirúrgicos e operações de contraterrorismo no Afeganistão e Paquistão sublinha a eficácia dos SARPs na execução de missões onde a discrição e a precisão são fundamentais. De maneira semelhante, em Nagorno-Karabakh, a capacidade de vigilância contínua dos SARPs permitiu a detecção e neutralização eficaz de alvos em tempo real, influenciando decisivamente o desenrolar do conflito.

Contudo, é importante destacar as limitações observadas no uso desses sistemas. Apesar das inovações tecnológicas, o emprego de SARPs em operações complexas, como as que ocorrem no Iêmen e na Ucrânia, demonstrou desafios relacionados quanto a vulnerabilidade às contramedidas eletrônica, bem como a

necessidade de suporte logístico avançado para a manutenção e operação desses veículos em ambientes de conflito de alta intensidade.

Assim, a comparação entre os aspectos técnicos dos SARP's e sua aplicação prática nos conflitos estudados evidencia que, embora os sistemas tenham mostrado uma notável eficiência operacional, a adaptação contínua às condições específicas de cada teatro de operações e o aprimoramento de suas capacidades serão fundamentais para assegurar sua relevância futura no contexto militar global e, especificamente, para a Marinha do Brasil.

Portanto, conforme vimos nesse capítulo, os sistemas não tripulados são plataformas versáteis equipadas com sensores modernos e sofisticados, capazes de realizar uma diversidade de tarefas no âmbito militar e civil. Esses meios ganharam atenção especial da indústria de defesa nacional e internacional nos últimos anos, as quais se apressaram para desenvolver veículos cada vez mais eficientes e que atendessem às exigências do cenário inovador e desafiador que se projetava para um futuro próximo.

5 CONCLUSÃO

Durante a elaboração do trabalho, vimos que o interesse pelo desenvolvimento dos primeiros protótipos de sistemas não tripulados começou ainda no início do século passado, no período pós Primeira Guerra Mundial. Contudo, a evolução desses equipamentos só foi possível graças ao enorme avanço tecnológico ocorrido no período que se sucedeu a Segunda Guerra Mundial, conhecido como Guerra Fria, onde as duas principais potências globais da época, EUA e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), travavam uma acirrada corrida armamentista.

Tal disputa bélica, associada ao advento de criação dos primeiros computadores, favoreceu o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de novos projetos de SARPs militares, os quais passaram a ser testados em combates reais a partir da década de 1970, na Guerra do Vietnã, com o propósito de se evitar a exposição de combatentes em áreas hostis de alto risco que, conseqüentemente, poderiam trazer um grande número de baixas durante os confrontos de forças terrestres entre países envolvidos.

Diante do sucesso das primeiras missões executadas por esses vetores, desempenhando um papel fundamental na transformação das operações militares em várias regiões do mundo, a indústria de equipamentos militares se viu desafiada e impulsionada pela busca por novas capacidades, bem como de soluções inovadoras para enfrentar os complexos teatros de operações contemporâneos, onde se inclui nesse contexto a guerra híbrida.

E foi com essa visão que a presente pesquisa procurou explorar novas capacidades que os Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados podem agregar ao Poder Naval da Marinha do Brasil, enfatizando sua importância crescente em cenários de paz, crise ou de conflito, bem como, suas potencialidades para a defesa e soberania nacional.

Para isso, inicialmente, foi introduzido o tema com uma contextualização sobre a relevância dos SARP's na modernização das forças armadas globais, ressaltando a pertinência da pesquisa para a MB. Em seguida, foi traçado um histórico do desenvolvimento dos SRPs, destacando sua evolução até os dias atuais e, ainda, foram exemplificados os tipos de dispositivos quanto o seu ambiente operacional, sendo eles aéreos, terrestres, navais e submarinos, os quais

evidenciam a diversidade e a amplitude de aplicação dessas tecnologias.

O terceiro capítulo abrangeu o maciço emprego dos SARP em conflitos mais recentes, ocorridos a partir do início deste século, no qual foram analisados casos emblemáticos, como a campanha norte-americana no Afeganistão e Paquistão desencadeada após os atentados de 11 de setembro de 2001; o combate contra os terroristas da Al-Qaeda no Iêmen, a partir de 2009; e nos recentes conflitos entre a Armênia e o Azerbaijão em 2020, bem como na guerra entre a Rússia e a Ucrânia iniciada em fevereiro de 2022. Esses exemplos demonstraram a eficácia dos SARP em vários tipos de missões, nas quais se destacam a de vigilância, inteligência, reconhecimento e ataque.

No capítulo seguinte, foi abordado o início das operações com sistemas remotamente pilotados pela Marinha do Brasil, com a ativação do 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas, marcando uma nova fase na Aviação Naval Brasileira. Foram apresentados, também, alguns novos projetos de SARP, desenvolvidos pela indústria nacional de defesa, ilustrando a capacidade inovadora e tecnológica do país nesse ramo. Além disso, foram listadas algumas vantagens e desvantagens do emprego desses meios.

Numa análise preliminar, pode-se perceber que a incorporação do primeiro modelo de SARP pela MB trouxe avanços operativos significativos à Força, tendo em vista que a mesma passou a ter maior capacidade operacional de vigilância, inteligência e monitoramento, uma vez que o sistema *ScanEagle* possui maior autonomia e sensores mais modernos que as aeronaves convencionais já utilizadas pela Aviação Naval brasileira. Não apenas por isso, mas essas plataformas também permitem uma maior flexibilidade e alcance nos tipos de missões mencionadas, fazendo com que haja um aprimoramento na eficiência das operações navais.

Vale ressaltar que, a aquisição futura de outros modelos estrangeiros mais sofisticados, como os que vimos nesse trabalho e que já foram testados em cenário real de combate, poderá trazer novo incremento operativo para a MB, em especial, a capacidade de ataque contra alvos terrestre e de superfície, a qual o SARP-E *ScanEagle* não possui.

No entanto, como solução alternativa, e de maneira a fomentar nossa indústria nacional de defesa, sugere-se, no momento, o investimento na compra de modelos de SARP desenvolvidos e fabricados por empresas brasileiras, como os apresentados no capítulo anterior dessa pesquisa, os quais poderão ampliar a

capacidade de vigilância e monitoramento de áreas sensíveis, consideradas nos OBE previstos na EDM. Cabe ainda mencionar que, tal solução evitaria possíveis embargos político-militares internacionais de fornecimento de sobressalentes e de munições utilizadas por esses dispositivos.

Por fim, a presente tese evidenciou que os SARPs representam uma evolução tática e estratégica essencial para a MB. Sua adoção e integração nas operações navais não só ampliam as capacidades de defesa e vigilância, mas também posicionam a Força Naval num patamar de modernidade e inovação tecnológica ao nível das mais sofisticadas Forças Armadas do mundo. A continuidade desse processo, com investimentos adequados e políticas de apoio, será determinante para garantir a soberania e segurança marítima do Brasil no futuro.

REFERÊNCIAS

ANTAL, Jhon. **7 Seconds to Die: A Militar Analysis of the Second Nagorno-Karabakh War and the Future of Warfighting**. Foreword by Alexander Kott. Casemate, 2022.

ASLAM, Wali. **The United States and great power responsibility in international society**. London: Routledge, 2013.

BARR, A.; FEIGENBAUM, E. A. **Handbook of Artificial Intelligence** - Preliminary Edition. Palo Alto - EUA: Stanford University, 1997.

BASSETO, Murilo. **Ativação do 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas da Marinha do Brasil**. Aeroin, Brasil, 2023. Disponível em: <https://aeroin.net/celebrou-1-ano-de-ativacao-o-1-esquadrao-de-aeronaves-remotamente-pilotadas-da-marinha-do-brasil/#google_vignette>. Acesso em: 07 de julho de 2024.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. **Conceito de Emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas - “CONEMP ARP”**. Estado Maior da Aeronáutica, Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Marinha do Brasil. **EMA 301: Fundamentos Doutrinários da Marinha**. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2023a.

BRASIL. Marinha do Brasil. **EMA 310: Estratégia de Defesa Marítima**. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2023b.

BUNKER, R. J. **Terrorist and Insurgent unmanned aerial vehicles: use, potentials, and military implications**. Washington DC - EUA: Strategic Studies Institute and U.S. Army War College Press, 2015.

CAIAFA, Roberto. **A brasileira Stella Tecnologia a um passo de terminar o primeiro protótipo do drone Albatroz**. Infodefensa, Espanha, 2021. Disponível em: <<https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3167114/brasileira-stella-tecnologia-um-passo-terminar-primeiro-prototipo-do-drone-albatroz>>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

CHAMAYOU, Grégoire. **Teoria do drone**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

COLMENERO, Glaucio Alvarenga Lopes. **Drones como Arma de Poder Aéreo de John Warden III: uma análise do seu emprego contra o terrorismo no lêmén**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Escola Guerra Naval, Rio de Janeiro - RJ, 2020.

CORDESMAN, A. H. **Lessons of the Gulf War 1990-1991**. Washington DC - EUA: Center for Strategic & International Studies, 2013.

CRUMLEY, Bruce. **Ukraine drone adaptation for combat**. DroneDJ, EUA, 2022. Disponível em: <<https://dronedj.com/2022/06/15/images-reveal-possibly-contrasting-russian-ukraine-drone-adaptation-for-combat/>>. Acesso em: 02 de julho de 2024.

ČURČIJA, Slobodan; PAVIČ, Lojze. **The War of Armenia and Azerbaijan 2020 - Lessons Learned, 2024**. Disponível em: <<https://hrcack.srce.hr/file/411971>>. Acesso em: 30 de junho de 2024.

DIAS, Fabiano Roberto. **DISSUAÇÃO E DECAPITAÇÃO: a síntese operada por Drones nas regiões tribais do Paquistão**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Escola Guerra Naval, Rio de Janeiro - RJ, 2020.

ENGELHARDT, Tom. **The american way of war: how Bush's wars became Obama's**. Chicago: Haymarket Books, 2010. E-book.

FILHO, Antonio de C.M.; SOBRAL, Milton L.D. **Utilização da Inteligência Tecnológica nas Operações das Polícias Militares da Bahia e de Pernambuco, no combate aos crimes ligados ao tráfico de drogas, na microrregião do Submédio São Francisco**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Inteligência e Estratégia. Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro - RJ, 2010.

GLOBAL TERRORISM DATABASE. **Global Terrorism Database, 2019**. Disponível em: <<https://www.start.umd.edu/gtd/>>. Acesso em: 14 junho de 2024.

GRAMKOW, Donald. **Emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas nas Áreas de Defesa e de Segurança – Visão Sistêmica**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia. Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro - RJ, 2017.

GRESSEL, G. **Military lessons from Nagorno-Karabakh: Reason for Europe to worry, 2020**. Disponível em: <<<https://ecfr.eu/article/military-lessons-from-nagorno-karabakh-reason-for-europe-to-worry/>>>. Acesso em: 02 de julho de 2024.

GRIER, P. **JDAM Revolution**. Air Force Magazine, Washington DC - EUA, 2006.

ILIĆ, Damir; TOMÁŠEVIC, Vladimir. **The impact of the Nagorno-Karabakh conflict in 2020 on the perception of combat drones**. Serbian journal of Engineering Management, Vol. 6, No. 1, 2021. Disponível em: <<<https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/2466-4693/2021/2466-46932101009l.pdf>>>. Acesso em: 04 de julho de 2024.

JUNIOR, Augusto J. da Silva Fonseca. **Aeronave Remotamente Pilotada – Necessidades e Desafios para a Implementação de um Esquadrão para a Marinha do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia. Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro - RJ, 2018.

KATSANO, Anastácio. **Sistemas ARP em Combate**. In: **1º Seminário Nacional sobre ARP em combate**. Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2016.

LACKNER, Helen. **Yemen in crisis: autocracy, neo-liberalism and disintegration of a state**. United Kingdom: Saqi books, 2017.

MARQUES, Francisco. **Rússia desloca frota do Mar Negro da Crimeia para Krasnodar e para a Abecásia**. Euro News, Portugal, 2023. Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2023/10/05/russia-desloca-frota-do-mar-negro-da-crimea-para-krasnodar-e-para-a-abecasia>>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

MARTINS, Gean Carlos do Amaral. **A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS CAPACIDADES DOS SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)**. Artigo científico da Biblioteca do Exército. Disponível em: <<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/Artigo-cientifico/Ten-Martins-revisado-2016-10-2023.pdf>> Acesso em: 11 de junho de 2024.

MCCURLEY, T. Mark. **Hunter Killer: Como os drones revolucionaram a guerra contra o terror. 01 ed.** São Paulo, editora Paralela, 2015.

MEIER, Ricardo. **Maior drone brasileiro, Atobá fará aparição pública pela primeira vez**. Airway, Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.airway.com.br/maior-drone-brasileiro-atoba-fara-aparicao-publica-pela-primeira-vez/>>. Acesso em: 13 de julho de 2024.

NEVES, Tiago Duarte. **Veículos Aéreos Não Tripulados colaborativos e a importância do emprego nas Operações SAR**. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v.138, n. 01/03, 2018.

NEW AMERICA. **The war in Yemen**. New America, EUA, 2019. ,Disponível em: <<https://www.newamerica.org/international-security/reports/americas-counterterrorism-wars/the-war-in-yemen>>. Acesso em: 10 de julho 2024.

O'CONNELL, Mary Ellen. **Unlawful Killing with Combat Drones: A Case Study of Pakistan, 2004-2009**. Legal Studies Research, Londres, 2010.

PADILHA, Luiz. **LAAD 2023 - Hensoldt e Stella Tecnologia firmam parcerias para sistemas de vigilância aérea**. Defesa Aérea & Naval, Brasil, 2023. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/exposicoes-internacionais/laad-2023-hensoldt-e-stella-tecnologia-firmam-parceria-para-sistemas-de-vigilancia-aerea>>. Acesso em: 13 de julho 2024.

PADILHA, Luiz. **Irã usou o drone Shahed-136 no ataque aéreo a Israel**. Defesa Aérea & Naval, Brasil, 2024. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/conflitos-internacionais/ira-usou-o-drone-shahed-136-no-ataque-aereo-a-israel>>. Acesso em: 12 de julho 2024.

PEREIRA, Carlos Alberto Filho. **Palestra ministrada aos Oficiais-alunos do Curso de Política e Estratégia Marítimas da Escola de Guerra Naval sobre o portfólio de produtos da empresa Turbomachine**. Empresa Turbomachine, Brasil, 2024. Em 19 de julho de 2024.

PEY, Jeferson Nascimento Aquilar. **Estudo Sobre Emprego de Dones em Operações de Inteligência de Segurança Pública**. Trabalho de Conclusão de Curso - Mestrado Profissional do Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2022.

PINTO, Mauro Dahia Alves. **A Evolução Tecnológica e as Aeronaves Remotamente Pilotadas: Um Estudo de Caso Sobre o seu Emprego no Contexto da Revolução nos Assuntos Militares**. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores. Escola Guerra Naval, Rio de Janeiro - RJ, 2019.

POCHMANN, Pablo Gustavo Cogo. **A ascensão dos sistemas remotamente pilotados e seu emprego na Guerra Rússia-Ucrânia em 2022**. Revista do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, v.159, n.1, 2023.

PODER NAVAL. **Marinha do Brasil recebe sistema de aeronaves remotamente pilotadas ScanEagle**. PODER NAVAL, Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2022/03/29/marinha-do-brasil-recebe-sistema-de-aeronaves-remotamente-pilotadas-scanegale/>>. Acesso em: 21 de julho 2024.

RONCONI, B. B. A.; BATISTA, T. J.; MEROLA, V. **The utilization of unmanned aerial vehicles (UAV)**. UFRGS Model United Nations, v. 2, 2014.

SAPMAZ, Ahmet. **The role of unmanned aerial vehicle, armed unmanned aerial vehicle and drones in the second karabakh war**. 3º Congresso Internacional de Pesquisa Científica de Baku, Azerbaijão, 2021. Disponível em: <https://gavsispanel.gelisim.edu.tr/Document/asapmaz/20220929103547330_8497ac89-99e9-4f2f-8fae-b6c3a6d9a5fa.PDF>. Acesso em: 02 julho 2024.

VIGGIANO, Giuliana. **Como os drones se tornaram armas fundamentais na Guerra da Ucrânia**. G1, Brasil, 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/ucrania-russia/noticia/2022/12/31/como-os-drones-se-tornaram-armas-fundamentais-na-guerra-da-ucrania.ghtml>>. Acesso em 04 de julho de 2024.

VLASOVA, Svitlana; LENDON, Brad. **Ucrânia diz que afundou mais um navio de guerra da Rússia com drones marítimos**. CNN Brasil, Brasil, 2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/ucrania-diz-que-afundou-mais-um-navio-de-guerra-da-russia-com-drones-maritimos/>> Acesso em: 02 de julho de 2024.

WATLING, J. Nagorno-Karabakh: **The Democratization of Precision Strike and the Viability of Military Power**. The Central Asia-Caucasus Analyst, Turquia, 2021. Disponível em: <<https://www.cacianalyst.org/publications/analytical-articles/item/13665-nagorno-karabakh-the-democratization-of-precision-strikeand-the-viability-of-military-power.html>>. Acesso em: 11 julho 2024.

WHELAN, Chris. **The 2020 Nagorno Karabakh War: Unmanned Combat Aerial Vehicles in Modern Warfare**. Royal Air Force, Reino Unido, 2023. Disponível em: <<https://www.raf.mod.uk/what-we-do/centre-for-air-and-space-power-studies/aspr/aspr-vol25-iss2-3-pdf>>. Acesso em: 23 junho 2024.

WILLIAMS, Brian Glyn. **Predators: the CIA's drone war on Al Qaeda**. Washington-DC, editora Potomac Books, 2013.

WILTGEN, Guilherme. **Esquadrão QE-1 completa 1 ano**. Defesa Aérea & Naval, Brasil, 2023. Disponível em:
<<https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/esquadrao-qe-1-completa-1-ano>>. Acesso em: 10 de julho de 2024.

YERMAKOV, Alexander. **Unmanned aerial vehicles over Nagorno-Karabakh: revolution or another day of battle**. Disponível em:
<<https://valdaiclub.com/a/highlights/unmanned-aerial-vehicles-over-nagorno-karabakh>>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

ZAPKA, Bobbi. **Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk**. Disponível em:
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk#/media/Ficheiro:Global_Hawk_1.jpg>. Acesso em: 30 de junho de 2024.

ZARUR, Camila. **Assembleia Geral da ONU condena Rússia por 141 votos e só cinco contra; Brasil apoia condenção**. G1, Brasil, 2022. Disponível em:
<<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/03/02/assembleia-geral-da-onu-condena-invasao-da-russia-a-ucrania.ghtml>>. Acesso em: 09 de julho de 2024.