

**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE ALEXANDRINO**

**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM
SISTEMA DE ARMAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**A UTILIZAÇÃO DO SARP-E NA MARINHA DO BRASIL: os recursos tecnológicos e a
possível utilização nas operações de guerra naval**



1ºTEN PAULO RICARDO MELO LEITE

Rio de Janeiro
2023

1ºTEN PAULO RICARDO MELO LEITE

A UTILIZAÇÃO DO SARP-E NA MARINHA DO BRASIL: os recursos tecnológicos e a possível utilização nas operações de guerra naval

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Sistema de Armas.

Orientadores:

Capitão-Tenente Fernando Henrique Schild

Helios Malebranche Olbrisch Freres Filho, PhD

CIAA
Rio de Janeiro
2023

1ºTEN PAULO RICARDO MELO LEITE

A UTILIZAÇÃO DO SARP-E NA MARINHA DO BRASIL: os recursos tecnológicos e a possível utilização nas operações de guerra naval

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Sistema de Armas.

Aprovada em _____

Banca Examinadora:

Fernando Henrique Schild, CT – EsqdQE-1 _____

Helios Malebranche Olbrisch Freres Filho, PhD – PUC- Rio _____

Saintclair Chalup Bastos, CC – EsqdQE-1 _____

Caio Cardinot da Costa, CT – EsqdQE-1 _____

CIAA
Rio de Janeiro
2023

Dedico esse trabalho a minha família pelo inequívoco apoio durante esta singradura e aos verdadeiros marinheiros, aqueles que deixam seus lares para defender os interesses do Brasil no mar.

AGRADECIMENTOS

Ao final deste exaustivo período de estudo e dedicação, agradeço ao Senhor dos Exércitos por me permitir completar mais uma etapa da minha carreira profissional. Tenho a convicção que nada acontece por acaso, ele sempre esteve no controle de absolutamente tudo acontece.

Agradeço também ao amor e ao apoio inequívoco de minha família, por estarem navegando comigo, mesmo que à distância, nesta singradura que é a carreira de um verdadeiro Oficial da Marinha do Brasil. Em especial, agradeço a minha esposa Laís, meu porto seguro, pelo entendimento dos meus objetivos profissionais, pela paciência e compreensão nos meus momentos ausência, seja no mar ou em longas jornadas de estudo.

Aos professores e instrutores do CIAA, PUC-Rio e IME, agradeço a honestidade, disponibilidade e entusiasmo em lecionar os conhecimentos técnicos e profissionais tão importantes para os jovens oficiais da Armada brasileira. Os senhores possuem a profissão mais nobre do mundo. Ao CMG (RM1) Asch, nosso coordenador do CApA-SA, agradeço por buscar sempre a excelência na função e estar sempre disposto a ajudar a turma nos momentos de necessidade.

Agradeço ao CT Schild, orientador técnico, pela paciência, disponibilidade e dedicação durante todas as etapas de orientação deste trabalho. Os conhecimentos transmitidos e as correções de rumo foram fundamentais para a elaboração deste trabalho de conclusão de curso. Ao Senhor, desejo continuado sucesso e realizações no Departamento de Operações do 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas (EsqdQE-1) e durante toda a carreira. “No ar, os homens do mar!”.

Também agradeço ao professor Helios Malebranche, orientador acadêmico e também professor da disciplina de Processos Estocásticos, pela honestidade de propósito, disponibilidade e por incentivar a busca do conhecimento de todos os alunos da turma.

Por fim, agradeço aos companheiros de turma que agiram de forma honesta e íntegra durante todo o curso. Estes valores são fundamentais para o caráter da pessoa humana e para verdadeiros homens do mar. Obrigado pela convivência durante estes meses, pelo apoio durante este período desafiador. Desejo muitas felicidades nos próximos desafios da carreira.

“An optimistic is presented with a problem and sees an opportunity. A pessimistic is presented with an opportunity and sees a problem.”

Harry S. Truman

A UTILIZAÇÃO DO SARP-E NA MARINHA DO BRASIL: os recursos tecnológicos e a possível utilização nas operações de guerra naval

Resumo

Baseada nas diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa (END), no Plano de Articulação de Equipamentos de Defesa (PAED) e no Plano Estratégico do Marinha- 2040 (PEM-2040), a Marinha do Brasil está conduzindo a implementação do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SARP-E) nos seus meios navais. Com o término do processo de instalação e integração previsto para o segundo semestre de 2023, o SARP-E *ScanEagle* contribuirá para execução das Tarefas Básicas do Poder Naval, especialmente em operações de esclarecimento, busca, resgate e inteligência, e para o aprimoramento da consciência situacional na Amazônia Azul. Neste sentido, esta monografia primeiramente busca identificar e analisar as principais inovações e recursos tecnológicos embarcados neste moderno meio aéreo que irão contribuir para o seu efetivo emprego nas operações de guerra naval empreendidas pela Marinha do Brasil. Posteriormente, este estudo destaca a potencialidade e a flexibilidade de emprego do SARP em diversas operações militares e vislumbra como ele poderá ser utilizado pela Força Naval brasileira. Para tanto, foi realizada uma pesquisa explicativa documental, fundamentada na análise de literaturas específicas sobre o tema, manuais técnicos, informativos e documentos no âmbito do Ministério da Defesa. Os estudos foram delimitados principalmente no SARP-E *ScanEagle* e nos demais Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas análogos. Ao término, este trabalho visa contribuir para a consolidação do emprego do SARP-E *ScanEagle* na Marinha do Brasil e para a difundir o conhecimento do tema proposto nas diversas esferas da sociedade.

Palavras-chave: Aeronave Remotamente Pilotada, *Unmanned Air Vehicle*, Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, *ScanEagle*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Sistemas de controle dos SARP.....	21
Figura 4.1 – <i>Drone Anti-Submarine Helicopter (DASH) QH-50C</i>	27
Figura 4.2 – <i>UAV Tadiran Mastiff</i>	29
Figura 5.1 – SARP-E <i>ScanEagle</i>	39
Figura 5.2 – ARP <i>ScanEagle</i> sendo lançado de bordo.....	40
Figura 5.3 – Perfil dos módulos da ARP <i>ScanEagle</i>	42
Figura 5.4 – ARP <i>ScanEagle</i> acoplada ao sistema de lançamento de <i>Mark4 Mod1</i>	47
Figura 6.1 – <i>ARP Bayraktar TB2</i> armado com mísseis e foguetes guiados	50
Figura 6.2 – Testes práticos do SARP-E <i>ScanEagle</i> no NPaOc “Apa” em 2014.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Categorias de ARP	21
--------------------------------------	----

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADS-B	<i>Automatic Dependent Surveillance – Broadcast</i>
AEN	Ações Estratégicas Navais
AIC	<i>Aeronautical Information Circular</i>
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
AHRS	<i>Attitude and Heading Reference System</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARP	Aeronaves Remotamente Pilotadas
BID	Base Industrial de Defesa
BLOS	<i>Beyond Line of Sight</i>
BVLOS	<i>Beyond Visual Line of Sight</i>
CAVE	Certificado de Autorização de Voo Experimental
ComOpNav	Comando de Operações Navais
DAerM	Diretoria de Aeronáutica da Marinha
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DCTIM	Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DGMM	Diretoria Geral de Material da Marinha
DMB	Doutrina Militar Naval
ECT	Estação de Controle Terrestre
ECE	Estação de Controle Embarcada
END	Estratégia Nacional de Defesa

EsqdQE-1	1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas
GCS	<i>Ground Control Station</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HALE	<i>High Altitude Long Endurance</i>
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IFF	<i>Identification Friend or Foe</i>
I-MUSE	<i>In situ Multiple UAV Software Environment</i>
IS	Instrução Suplementar
ISR	<i>Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance</i>
LALE	<i>Low Altitude Long Endurance</i>
LALE-LO	<i>Low Altitude Long Endurance and Low Detectability</i>
LOS	<i>Line of Sight</i>
LRAD	<i>Long Range Acoustic Hailing Devices</i>
MAGE	Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica
MALE	<i>Medium Altitude Long Endurance</i>
MB	Marinha do Brasil
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
MUAS	<i>Micro Unmanned Aircraft System</i>
NVG	<i>Night Vision Goggles</i>
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
OBNAV	Objetivos Navais
ONU	Organização das Nações Unidas
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PAED	Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa

PC	Plataforma Continental
PEM-2040	Plano Estratégico da Marinha-2040
RADAR	<i>Radio Detection And Ranging</i>
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RBAC-E	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial
RH	Recursos Humanos
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
SAR	<i>Search and Rescue</i>
SARP	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas
SARP-E	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas
SCS	<i>Ship Control Station</i>
SUAS	<i>Small Unmanned Aircraft System</i>
SHF	<i>Super High Frequency</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicações
UAV	<i>Unmanned Air Vehicle</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
VEMD	<i>Vehicle & Engine Multifunction Display</i>
VFR	<i>Visual Flight Rules</i>
VLOS	<i>Visual Line of Sight</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Apresentação do Problema	15
1.2 Justificativa e Relevância	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Organização do Trabalho	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Nomenclaturas e Classificações	18
3 METODOLOGIA	23
3.1 Classificação da Pesquisa	23
3.1.1 Classificação Quanto aos Fins	23
3.1.2 Classificação Quanto aos Meios	23
3.2 Limitações do Método	24
3.3 Universo e Amostragem	24
3.4 Coleta e Tratamento dos Dados	25
4 SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS	26
4.1 Histórico	26
4.2 Composição Geral do SARP e Recursos Tecnológicos	30
5 AS PARTICULARIDADES DO SARP E O SARP-E SCANEAGLE	34
5.1 Normas vigentes no país e na Marinha do Brasil	34
5.2 O SARP-E <i>ScanEagle</i>	38
5.3 Limitações, Vulnerabilidades e Vantagens	42
6 OPERAÇÕES MILITARES UTILIZANDO O SARP	48
6.1 Empregos reais do SARP em Conflitos e Tensões	48
6.2 As possibilidades do SARP-E <i>ScanEagle</i> na Marinha do Brasil e o Futuro	51

7 CONCLUSÃO	56
7.1 Considerações Finais	56
7.2 Sugestões para futuros trabalhos	57
REFERÊNCIAS	59
ANEXO	61

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ser humano vem convivendo com inúmeras inovações tecnológicas em seu cotidiano. Um objeto utilizado no âmbito aéreo, em particular, assumiu um papel relevante neste contexto, devido a sua grande diversidade de emprego e ampla utilização. Aparecendo desde o controle de tráfego de carros em cidades altamente desenvolvidas até o emprego em operações militares, passando por atividades esportivas e recreativas, a aplicabilidade deste equipamento aéreo, conhecido genericamente “drone”¹, tornou-se significativa e despertou considerável interesse das forças militares ao redor do mundo.

O sonho de construir aeronaves que possam ser controladas sem fios e à distância é tão antigo quanto os primórdios da aviação. Entretanto a tecnologia disponível nas décadas que se sucederam após a primeira decolagem autônoma, sempre foi o fator limitante na concretização desse velho desejo. (Plavetz, 2005, p.56).

1.1 Apresentação do Problema

Em harmonia com a constante evolução tecnológica no âmbito militar e pautada nas diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa (END)², do Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa (PAED)³ e do Plano Estratégico da Marinha-2040 (PEM-2040)⁴, a Marinha do Brasil está conduzindo a implementação do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SARP-E) *ScanEagle* nos seus meios navais. Os meios que irão receber este novo sistema serão o Navio-Aeródromo Multipropósito “Atlântico” (NAM “Atlântico”), Capitânia da Esquadra Brasileira, e o Navio-Patrolha Oceânico “Apa” (NPaOc “Apa”), subordinado ao Comando do Grupamento de Patrulha Naval do Sudeste.

¹ Drone são equipamentos que usam uma tecnologia similar aos veículos de controle remoto. São produzidos com materiais resistentes e comandados a distância através de sinais de satélite ou via rádio. Geralmente, os drones são associados a dispositivos aéreos definidos como aeronaves não tripuladas de diversos tamanhos.

² A Estratégia Nacional de Defesa (END) estabelece diretrizes para a adequada preparação e capacitação das Forças Armadas, de modo a garantir a segurança do país tanto em tempo de paz, quanto em situações de crise.

³ O Plano de Articulação e Equipamento da Defesa (PAED) é, em termos simples, o principal instrumento que o Estado dispõe para garantir o fornecimento dos meios que as Forças Armadas necessitam, bem como a infraestrutura que irá provê-los.

⁴ O Plano Estratégico da Marinha (PEM-2040) é um documento de alto nível, com o propósito de orientar o planejamento de médio e longo prazo, por meio de Objetivos Navais (OBNAV) organizados em uma cadeia de valores, orientados pela Visão de Futuro da Marinha do Brasil (MB). A partir da análise desses objetivos, são elaboradas as Ações Estratégicas Navais (AEN), que contribuirão para o alcance da Missão da Força. (Brasil, 2020, p.9)

1.2 Justificativa e Relevância

O projeto SARP-E *ScanEagle* contribuirá para execução das Tarefas Básicas do Poder Naval⁵ contidas na Doutrina Militar Naval (DMB), especialmente em operações de esclarecimento (busca, patrulha, acompanhamento e reconhecimento); operações de busca e resgate em combate ou de combate *Search and Rescue* (SAR)⁶ e operações de inteligência. Além disso, irá este projeto ampliará a consciência situacional marítima na Amazônia Azul⁷.

1.3 Objetivos

Este estudo possui como objetivo final analisar e vislumbrar a utilização do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SARP-E) na Marinha do Brasil.

1.3.1 Objetivo Geral

Discutir como o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas poderá ser utilizado nas diversas operações de guerra naval conduzidas pela Força Naval brasileira.

1.3.2 Objetivos Específicos

Elucidar os conceitos básicos sobre o tema e identificar as principais inovações e os recursos tecnológicos embarcados neste moderno meio aéreo que contribuirão para o seu efetivo emprego nas operações de guerra naval empreendidas pela Marinha do Brasil.

⁵ As quatro Tarefas Básicas do Poder Naval são: negar o uso do mar ao inimigo; controlar áreas marítimas; projetar poder sobre terra e contribuir para dissuasão.

⁶ SAR é a sigla do termo inglês (*Search and Rescue*). Traduzido no português para “Busca e Salvamento”, entende-se como SAR a prestação de ajuda a pessoas que estão em perigo ou perigo iminente.

⁷ A Amazônia Azul é um conceito político-estratégico que vem sendo divulgado pela MB, com o objetivo de alertar a sociedade e demais instituições nacionais sobre a importância desse espaço marítimo e fluvial sob jurisdição nacional, à luz dos direitos e deveres estabelecidos na Terceira Convenção das Nações Unidas sobre o Direito no Mar (CNUDM III).

1.4 Organização do Trabalho

Para tal, inicialmente, buscou-se nivelar o conhecimento, esclarecendo alguns conhecimentos e nomenclaturas básicas sobre o assunto e expor a relação direta destas inovações tecnológicas com o aumento do emprego destes equipamentos em operações militares.

Em seguida, buscou-se esclarecer a metodologia e a classificação deste trabalho. Ainda neste tópico, foi definido o universo de amostragem da pesquisa e como foi realizado a coleta, manipulação e análise dos dados e informações para elaboração deste trabalho.

Posteriormente, houve o levantamento dos principais documentos que normatizam a utilização deste equipamento aéreo no país, em especial no âmbito do Ministério da Defesa. Examinou-se os requisitos que levaram a Marinha do Brasil a iniciar o desenvolvimento do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SARP-E), com a aquisição da Aeronave Remotamente Pilotada ScanEagle (ARP *ScanEagle*), modelo fabricado pela Insitu-Boeing. Ainda neste tópico, explorou-se as principais vantagens, limitações e vulnerabilidades da operação deste Sistema.

Em seguida, realizou-se um breve estudo de caso acerca das recentes utilizações das SARP em conflitos e tensões das últimas décadas. Por fim, vislumbrou-se como a Força Naval brasileira poderá empregar o meio nas operações de guerra naval nos próximos anos.

Por fim, são apresentadas considerações finais sobre o tema proposto para este trabalho de conclusão de curso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A possibilidade da utilização deste moderno veículo aéreo em várias áreas alavancou o seu processo de produção e modernização nos últimos anos. Desta forma, surgiram inúmeros modelos, categorias e classes deste veículo. Para uniformizar os conhecimentos sobre Aeronaves Remotamente Pilotadas é necessário o entendimento das nomenclaturas básicas sobre assunto que ajudam a diferenciar e classificar as categorias das ARP.

2.1 Nomenclaturas e Classificações

a) Aeronave Autônoma:

Consiste em uma aeronave que, uma vez programado o voo, não permite a intervenção externa durante a sua realização.

b) Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT):

Tradução do termo em inglês *Unmanned Air Vehicle (UAV)*. Representa o veículo aéreo, com asas fixas ou rotativas, sem operador a bordo, empregado em ações de ataque ou reconhecimento. Possui propulsão própria, carga útil⁸ embarcada e sua trajetória pode ser controlada remotamente ou através de um sistema autônomo de navegação.

c) Aeronave Remotamente Pilotada (ARP):

Corresponde ao veículo aéreo em que o piloto não está a bordo, sendo controle realizado a partir de uma estação remota de pilotagem, para execução de uma determinada tarefa específica. Pode ser considerada como uma classe de VANT. Atualmente, a Aeronave Remotamente Pilotada é considerada uma aeronave para fins de requisitos de homologação e certificação, tanto pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)⁹ quanto pelos órgãos legislativos competentes.

⁸ A carga útil (*payload*) é todo equipamento, sistema de navegação ou sensor embarcado na ARP, que permite a realização de tarefas específicas. As munições e armamentos também são consideradas cargas úteis.

⁹ A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é uma das autarquias federais, vinculada ao Ministério da Infraestrutura, responsável pela fiscalização das atividades da aviação civil e da infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no Brasil. Foi instituída em 2006, substituindo o Departamento de Aviação Civil (DAC).

d) Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP):

Tradução do termo em inglês *Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)*. Desde 2008, considera-se que a ARP é apenas uma parte do sistema. O SARP é composto basicamente de seis subsistemas: a Aeronave Remotamente Pilotada (ARP); a carga útil (*payload*); os equipamentos de enlace de dados; o terminal de comunicações e recursos de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC); a estação remota de pilotagem (estação de controle) e a infraestrutura de apoio e Recursos Humanos (RH). Dependendo da especificação de cada SARP, pode haver outros subsistemas necessários para operação da aeronave.

e) Drone:

Entende-se como o veículo aéreo, terrestre ou marítimo, pilotado remotamente ou dotado de navegação autônoma. Em algumas literaturas sobre o tema, o termo “Drone” é considerado para veículos para fins recreativos.

f) Operação de Base Estendida ou Base Estendida:

Consiste na operação na qual a tripulação responsável pelo lançamento não é necessariamente a equipe de operação da missão. Desta forma, a aeronave pode ser empregada em um local diferente do local de lançamento ou recolhimento. Por exemplo, uma Operação de Base Estendida pode ser o emprego da ARP, lançada de um navio de superfície, para o controle de área de um desembarque anfíbio, com recolhimento por outro navio de superfície ou por unidades em terra.

g) Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR)

Tradução do termo em inglês *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (ISR)*. Segundo a Força Aérea Brasileira, a Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR) é a tarefa com o objetivo de fornecer a consciência situacional (ambiente, fatores e condições) que possibilite as força amigas realizar avaliações oportunas, relevantes e precisas. Possui também o objetivo de negar o conhecimento destas informações pelo inimigo, prejudicando seus sistemas inteligência e de apoio a decisão.

h) Linha de Visada Visual

Tradução do termo em inglês *Visual Line of Sight (VLOS)*. Corresponde a condição na qual os Operadores do SARP estão em contato visual direto com a aeronave, sem o auxílio de outros equipamentos.

i) Linha de Visada Visual Estendida

Tradução do termo em inglês *Extended Visual Line of Sight (EVLOS)*. Entende-se como a condição na qual os operadores do SARP, sem o auxílio de outros equipamentos, não estão em contato visual direto com a aeronave, necessitando do auxílio de outros observadores de ARP para conduzir o voo com responsabilidade.

j) Além da Linha de Visada Visual

Tradução do termo em inglês *Beyond Visual Line of Sight (BVLOS)*. Ocorre quando não são atendidas as condições de *VLOS* ou *EVLOS*. Corresponde ao tipo de operação que os Operadores SARP não conseguem manter o contato visual com a aeronave, mesmo com o auxílio dos observadores de ARP.

l) Observadores de ARP

Consiste nos indivíduos que auxiliam os operadores do SARP na condução segura de voo. Estes observadores de ARP estão em contato visual direto com a aeronave (sem o auxílio de outros equipamentos), além de permanecerem em comunicação direta, em tempo real, com os operadores do SARP.

As novas tecnologias embarcadas nas ARP prejudicam o enquadramento destes meios em categorias específicas. Desta forma, a despeito de diversas características, os atributos utilizados para a classificação foram apenas o tamanho e a capacidade dos sensores. O Departamento de Controle do Espaço Aéreo¹⁰ (DECEA), subordinado a Comando da Aeronáutica, e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) foram os órgãos responsáveis por definir e classificar estas aeronaves no Brasil. Na tabela abaixo são apresentadas as classificações definidas pela FAB:

¹⁰ O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é a organização, subordinada ao Comando da Aeronáutica, responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro, e provedora dos serviços de navegação aérea que viabilizam os voos e a ordenação dos fluxos de tráfego aéreo no País.

Tabela 2.1- Categorias de ARP

Tipo	Categorias	Sistema de Controle	Teto (ft)	Raio de Ação (MN)	Autonomia (h)
MUAS	0	LOS	3.000	5	1
SUAS	1	LOS	5.000	15	2
LALE	2	LOS	10.000	35	15
LALE	3	LOS	18.000	150	20 a 25
MALE	4	LOS ou BLOS	30.000	150 a 600	25 a 40
HALE	5	LOS ou BLOS	60.000	3.000	+ de 40
HALE-LO	6	LOS ou BLOS	60.000	3.000	+ de 40

Fonte: Braga (2019, p.83)

Glossário:

Unmanned Aircraft System (UAS): Sistema de Aeronave Não Tripulada

Micro Unmanned Aircraft System (MUAS): Mirco Sistema de Aeronave Não Tripulada

Small Unmanned Aircraft System (SUAS): Pequeno Sistema de Aeronave Não Tripulada

Low Altitude Long Endurance (LALE): Baixa Altitude, Grande Autonomia

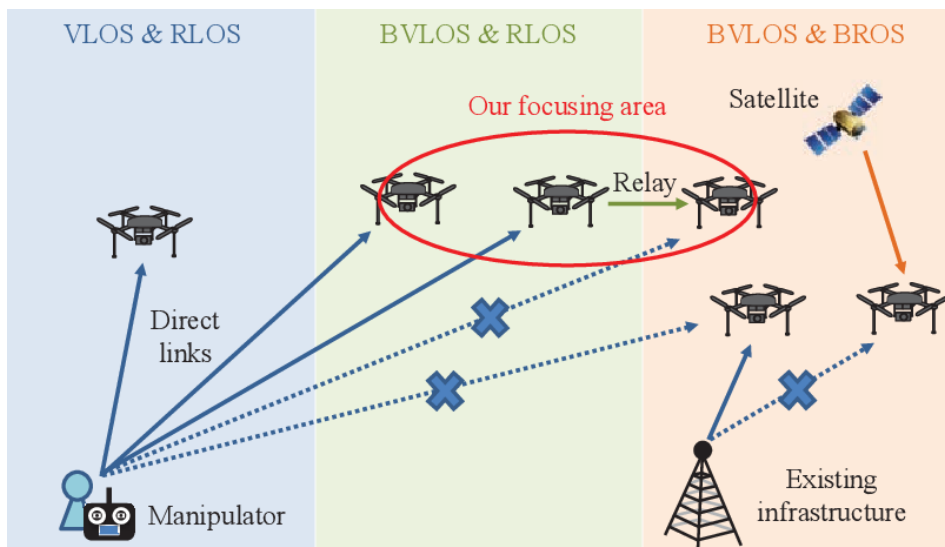
Medium Altitude Long Endurance (MALE): Média Altitude, Grande Autonomia

High Altitude Long Endurance (HALE): Alta Altitude, Grande Autonomia

Line of Sight (LOS): Linha de Visada

Beyond Line of Sight (BLOS): Além da Linha de Visada

Low Altitude Long Endurance and Low Detectability (LALE-LO): Baixa Altitude, Grande Autonomia e Baixa Detectabilidade

Figura 2.1- Sistemas de controle dos SARP

Fonte: Página da internet "Semantic Scholar"¹¹

¹¹ Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Location-Awareness-System-for-Drones-Flying-Beyond-Kato-Kamisawa/07914629bda07a1ebf9ef9b5bd5787c87856c2a9/figure/0>>. Acesso em 12. out. 2023.

Como o objeto de análise deste tema proposto ainda não foi implementado completamente na Força Naval brasileira, cabe salientar que ainda estão em desenvolvimento documentos, normas e procedimentos sobre a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas no âmbito da Marinha do Brasil, apesar do 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas (EsqdQE-1) já estar operando desde o início de 2021.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho possui como base artigos acadêmicos que versam sobre a possibilidade de emprego dos Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotadas em operações militares. Também houve a coleta de informações em outros trabalhos acadêmicos, materiais e notícias sobre os recursos tecnológicos e inovações embarcados neste meio aéreo.

Ademais, foram realizadas consultas com oficiais da Marinha do Brasil que participaram de um embarque de oportunidade como observadores, a convite da *US Coast Guard*¹², no *USCG “Stone”*, realizado no início de 2023. Este intercâmbio ocorreu com objetivo de obter conhecimentos específicos sobre um navio operando com a *ARP ScanEagle*, em operações de acompanhamento, reconhecimento e esclarecimento.

3.1 Classificação da Pesquisa

Para o estudo sobre este assunto, realizou-se uma pesquisa explicativa e documental, fundamentada na análise de documentos e normas regulares internas recentes no âmbito do Ministério da Defesa, Marinha do Brasil e Força Aérea Brasileira.

3.1.1 Quanto aos fins

Este presente trabalho possui como finalidade identificar os principais recursos tecnológicos e inovações embarcados nos SARP-E e vislumbrar a aplicabilidade deste sistema com o objetivo de contribuir para execução das Tarefas Básicas do Poder Naval, especificamente nas operações de guerra naval, pela Marinha do Brasil.

3.1.2 Quanto aos meios

Como o objeto de estudo possuiu um notável prestígio nos últimos anos, houve um levantamento em literaturas específicas sobre o tema (pesquisas, artigos, periódicos,

¹² *US Coast Guard*¹² é a Guarda Costeira Americana. É o ramo de segurança marítima, busca e salvamento e aplicação da lei das Forças Armadas dos Estados Unidos da América.

notícias e outros trabalhos), principalmente na esfera militar, tanto nacional quanto estrangeira.

Para atingir o objetivo final deste trabalho, buscou-se também o exame de manuais técnicos específicos da empresa *Insitu-Boeing*, fabricante da ARP *ScanEagle*. Além disso houve a análise de publicações ostensivas, na forma de “manual do usuário”, de outras forças militares que utilizam esta Aeronave Remotamente Pilotada, com o intuito de verificar operacionalidade técnica deste novo meio aéreo da Marinha do Brasil.

Simultaneamente, verificou-se procedimentos, informativos, documentos e experiências tendo como referência outras Forças Armadas do mundo onde a utilização desta tecnologia encontra-se consolidada. Esta análise, especificamente, possui como objetivo vislumbrar a aplicabilidade da ARP para a Força Naval brasileira.

3.2 Limitações do Método

Com o propósito de atingir os objetivos deste trabalho, limitou-se ao estudo específico do SARP-E *ScanEagle* e nos demais Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas análogos. Além disso, foram avaliadas as possibilidades de emprego do SARP-E *ScanEagle* especificamente nas operações de guerra naval empreendidas pela Marinha do Brasil.

3.3 Universo e Amostragem

O universo deste estudo são os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, especialmente as utilizadas a bordo dos meios navais. Em relação a amostragem, buscou-se a análise específica do SARP-E *ScanEagle* e os demais sistemas análogos, com o objetivo de entender os recursos tecnológicos embarcados. Ademais, diante da grande possibilidade de utilização deste moderno meio aéreo pelas Forças Armadas do país, procurou-se elencar as principais operações de guerra naval, nas quais os SARP-E *ScanEagle* seria empregado de forma eficaz.

3.4 Coleta e Tratamento de Dados

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a coleta de dados é a busca por informações para elucidação do fenômeno que o pesquisador quer desvendar. Desta forma, as técnicas utilizadas pelo pesquisador para registro e medição dos dados deverá ser válida, confiável e precisa.

Como este estudo possui uma característica explicativa e documental, a coleta de dados deste trabalho foi realizada nas diversas referências bibliográficas sobre o assunto, como artigos acadêmicos, sítios na internet e revistas científicas, além de consulta a oficiais da Marinha do Brasil especialistas no assunto. Em relação ao tratamento dos dados disponíveis para esta pesquisa, como forma de evitar a utilização de informações errôneas e desatualizadas, buscou-se priorizar as fontes de maior credibilidade.

4 SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Os Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotadas consolidaram-se como a principal inovação tecnológica na esfera militar, nos últimos anos. Isto deve-se, acima de tudo, ao fato de seu emprego minimizar a exposição de aeronaves convencionais e suas tripulações diante de operações de elevado risco operacional.

4.1 Histórico

De acordo com Nardine (2016), o início da utilização de objetos voadores não tripulados na aviação militar iniciou-se durante a Primeira Guerra de Independência Italiana, em 1849, quando os austríacos fabricaram balões infláveis autônomos equipados com bombas com o objetivo de atacar República de San Marco (atual cidade italiana de Veneza).

Antes da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), os conhecimentos daquela época foram determinantes para o avanço de tal dispositivo de voo em atividades bélicas. Segundo Plavetz (2005), há relatos que pequenos objetos aéreos controlados via ondas de rádio eram utilizados como alvos de artilharia para encouraçados, cruzadores e baterias em terra, além de servirem como contatos de interesse para interceptação de aviões de combate.

A busca por fatores surpresa que pudessem mudar os rumos da Segunda Guerra Mundial, levaram a elaboração de algumas tecnologias, principalmente no ramo da aeronáutica militar. Um exemplo de tal fato foi a criação e utilização, pela Luftwaffe¹³, do primeiro míssil de cruzeiro moderno, o *Fieseler Fi 103 (Vergeltungswaffe 1)*, mais conhecido como *V-1*. Este míssil possuía uma bússola magnética, um giroscópio como sistema de guiagem, um barômetro para medição de altitude, um motor a combustível e a carga explosiva.

O míssil *V-1* foi amplamente utilizado durante os bombardeios à cidade de Londres, onde foi apelidado de *buzz bomb* (“bomba zumbidora”) pelos londrinos. Cabe ressaltar que tal artefato era facilmente reconhecido, interceptado e neutralizado pelos aliados, pois possuía velocidade constante e voava em linha reta.

¹³ A *Luftwaffe* foi o ramo aéreo da *Wehrmacht* (Forças Armadas da Alemanha Nazista) durante o regime Nacional-Socialista da Alemanha (1933-1945). Foi responsável pelo cumprimento de missões aéreas internas e externas.

A gigantesca corrida armamentista ocorrida com o término da Segunda Guerra Mundial contribuiu para consolidar e aperfeiçoar a utilização das ARP nos cenários de tensões. Neste sentido, na década de 1950, a *Gyrodyne Company* forneceu à *US Navy*¹⁴ o *Drone Anti-Submarine Helicopter (DASH) QH-50C*, com o objetivo de ampliar a capacidade operacional da Força Naval norte americana. Esta ARP, que carregava dois torpedos *MK-44 Homing*, era capaz de operar verticalmente a partir de navios.

Figura 4.1- *Drone Anti-Submarine Helicopter (DASH) QH-50C*



Fonte: Página da internet “*National Air and Space Museum*”¹⁵

Segundo Otto (2010 p.68), foi durante o conflito do Vietnã (1955-1975), no contexto da Guerra Fria¹⁶, que as forças militares, em especial a dos Estados Unidos da América (EUA) e de Israel alteraram seu julgamento acerca da utilização de das ARP. Durante o conflito, a evidente capacidade tática e operacional desta aeronave ficou ainda mais evidente, em detrimento da visão anterior, na qual era considerada apenas como uma aeronave controlada remotamente que voava sem tripulação.

Em 1964, a empresa *Teledyne-Ryan Aeronautical* entregou às Forças Armadas dos EUA o *AQM-34 do ARP Firebee*. Esta evolução foi utilizada em muitas missões de

¹⁴ A *US Navy* é a Marinha dos Estados Unidos da América.

¹⁵ Disponível em: < https://airandspace.si.edu/collection-objects/gyrodyne-qh-50c-drone-anti-submarine-helicopter-dash/nasm_A20090023000>. Acesso em 12. out. 2023.

¹⁶ Guerra Fria foi um período de tensão ‘entre os Estados Unidos da América e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e seus respectivos aliados que ocorreu entre 1947 e 1991.

reconhecimento e monitoramento de transmissões rádio no Sudeste Asiático durante o conflito com o Vietnã e nas tensões com a Coreia do Norte. O *Firebee AQM-34* foi projetado com baixa assinatura radar e possuía um avançado sistema de voo por microprocessador embarcado.

Uma outra plataforma utilizada pela Força Aérea estadunidense (*USAF*) como alvo foi a série *Ryan Firebee*. O sucesso deste programa fez com estas *UAS* também fossem experimentadas para missões de reconhecimento e ataque, sendo muito bem-sucedidas para o emprego neste tipo de missão. Com este sucesso, a versão *AQM-34L* de reconhecimento foi utilizada pelos EUA durante a Guerra do Vietnã, quando foi atingida a marca de cerca de 3.500 voos. (Costa, 2020, p.63)

Segundo Plavetz (2005, p.60), antes de 11 de setembro 2001, foi Israel que mostrou a maior competência no emprego das Aeronaves Remotamente Pilotadas em missões de reconhecimento, principalmente após as surpresas na Guerra do *Yom Kippur*¹⁷ (1973). Acredita-se que a *ARP Tadiran Mastiff*, produzido pela empresa israelense *Tadiran Electronic Industries*, foi a primeira *ARP* estritamente tecnológica e remotamente pilotada operando intencionalmente para vigilância em áreas de conflito, como ocorreu na Primeira Guerra contra o Líbano¹⁸ (1982). Cabe salientar que esta aeronave contava com um sistema de *link* de dados e uma eletrônica avançada para época, que fornecia cobertura de vídeo em tempo real, com alta resolução, da área de operações.

O sucesso obtido por Israel nas operações militares no final da década de 1980, com ajuda de veículos aéreos não tripulados, alavancou o investimento e o aparecimento de novos sistemas por parte dos israelenses e, principalmente, pelos EUA. Durante a Operação Tempestade no Deserto¹⁹ (1991), as Forças Armadas dos EUA empregaram os *SARP* com o objetivo de realizar missões de reconhecimento do território iraquiano, de acompanhamento de tropas no terreno e de guerra eletrônica. Neste conflito, diferente do que ocorreu no Vietnã (1955-1975), o uso deste veículo aéreo permitiu como consequência a otimização de recursos financeiros e o pequeno número de baixas, contribuindo na diminuição da crítica pela opinião pública.

¹⁷ A Guerra do *Yom Kippur* (1973) foi o ataque surpresa conduzido pela coalizão árabe (Egito e Síria) contra Israel com o objetivo de recuperar os territórios perdidos na Guerra do Seis Dias (1967). Possui este nome pois ocorreu no mesmo dia do feriado judaico *Yom Kippur* (Dia do Perdão).

¹⁸ A Primeira Guerra do Líbano foi o envio de tropas israelenses ao sul do Líbano, visando neutralizar os ataques da OLP (Organização da Libertação da Palestina) que estava baseada naquele local.

¹⁹ A Operação Tempestade no Deserto foi como ficou conhecida a Primeira Guerra do Golfo (1991). Com aprovação do Conselho de Segurança da Organização das Nações Unidas (ONU), as forças da coalizão internacional, liderada pelos EUA, invadiram ao Kuwait com o objetivo de libertar o país, ocupado pelo Iraque desde agosto de 1990.

As lições absorvidas pelos norte-americanos e seus aliados nos conflitos o Golfo, em 1991; Kosovo, em 1999; Afeganistão, em 2001; e do Iraque, em 2003, abriram os olhos dos estrategistas e desencadearam importantes mudanças na filosofia aérea militar em favor dos UAV. (Plavetz, 2005, p.62).

Figura 4.2- UAV Tadiran Mastiff



Fonte: Página da internet “*History of information*”²⁰

Certamente, o ponto de inflexão da história da evolução das Aeronaves Remotamente Pilotadas ocorreu após os atentados terroristas ocorridos nos EUA em 11 de setembro de 2001. A partir daquele momento, os SARP passariam a ser utilizados em operações de acompanhamento, reconhecimento e, principalmente, inteligência e ataque, como visto na Guerra ao Terror²¹ (2001-2023) e na Guerra do Iraque²² (2003-2021). Uma vez que o escopo deste estudo é analisar e verificar o possível emprego das ARP nas operações de guerra naval, formas desta utilização serão abordados posteriormente.

²⁰ Disponível em: < <https://www.historyofinformation.com/image.php?id=6689> >. Acesso em 12. out. 2023.

²¹ A Guerra ao Terror é uma campanha militar de alcance global desencadeada pelos EUA contra Estados e organizações acusados de patrocinar o terrorismo. Teve início com a invasão do Afeganistão em 2001 pela coalizão internacional, com argumento que o país estava abrigando a rede terrorista *Al Qaeda* do líder Osama Bin Laden.

²² A Guerra do Iraque ou Segunda Guerra do Golfo foi a invasão do Iraque pelos EUA em 2003, sem a aprovação do Conselho de Segurança da ONU. A principal alegação dos norte-americanos foi que o ditador iraquiano Saddam Hussein possuía ligações com a rede terrorista *Al-Qaeda* e estaria desenvolvendo armas de destruição em massa. A ocupação do território iraquiano pelas tropas norte-americanas durou até 2021.

4.2 Composição Geral do SARP e Recursos Tecnológicos

Como citado anteriormente, os Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotadas são compostos geralmente por seis subsistemas integrados. As diferentes características das missões onde os sistemas serão empregados, as peculiaridades da produção de cada fabricante e a maneira de utilização (doutrina das forças militares utilizadoras deste vetor aéreo) podem aumentar ou diminuir a quantidade de subsistemas existentes. São eles: a Aeronave Remotamente Pilotada (ARP); a carga útil (*payload*); os equipamentos de enlace de dados; o terminal de comunicações e recursos de TIC; a estação de controle e a infraestrutura de apoio e recursos humanos.

A Aeronave Remotamente Pilotada é a estrutura física, com tecnologia embarcada, que estará efetivamente no ambiente de operações. O subsistema ARP deve ser constituído de materiais resistentes à corrosão com objetivo de aumentar a sua vida útil, pois este vetor aéreo poderá ser empregado em vários ambientes, especialmente o marinho (bastante corrosivo).

Outro aspecto importante são as medidas de guerra eletrônica, desta forma é desejável que a ARP seja capaz de efetivar Medidas de Proteção Eletrônica²³ (MPE) como técnica de sistemas, controle de frequências ou procedimentos operacionais específicos. Dentro deste contexto, ainda é necessário que o seu sistema de propulsão possua uma assinatura acústica e térmica discreta, com objetivo de dificultar a detecção por outros sistemas ópticos e acústicos inimigos.

Empregando ações de MAE é possível criar um ambiente eletromagnético hostil para as ARP de forma que a aproximação desses vetores aéreos seja impedida pela perda do *link* de dados ou por injeção de informações falsas, levando o sistema de navegação da aeronave a tomar decisões errôneas, fazendo com que as ARP percam a eficiência e sejam neutralizadas[...]. (Braga, 2015, p.4)

O controle da operação das Aeronaves Remotamente Pilotadas é dividido em dois segmentos que ocorrem simultaneamente, o comando da aeronave e o comando dos *payloads*, que são integrados dentro de uma estrutura de controle e enlace de dados. Em relação ao método do sistema de controle da ARP, tem-se: o *Line of Sight (LOS)* - Linha de Visada e o *Beyond Line of Sight (BLOS)* - Além da Linha de Visada.

²³ As Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) são ações e tecnologias adotadas para proteger sistemas, equipamentos e comunicações eletrônicas contra o emprego de Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) por forças amigas e inimigas, a fim de assegurar o uso efetivo do espectro eletromagnético.

O método *Line of Sight* (ou *Visual Line of Sight*) ocorre quando os pilotos do SARP estão em contato visual direto com a aeronave, sem o auxílio de outros equipamentos. Dentro deste método, ainda há o *Extended Visual Line of Sight* que ocorre quando há o auxílio de observadores de ARP para manter o contato visual com a aeronave. Este método de sistema de controle da ARP limita o alcance da operação.

O método *Beyond Visual Line of Sight* ocorre quando nem os pilotos do SARP nem os observadores de ARP conseguem manter o contato visual com a aeronave. Este método aumenta o alcance da operação, necessitando de uma estrutura de comunicações e recursos satelitais ou de uma outra Aeronave Remotamente Pilotada para retransmissão (ARP *relay*). Salienta-se que neste método de controle pode haver um retardo nas comunicações, demandando maior experiência do piloto devido à dificuldade de telemetria e comando.

A estação de controle remota de pilotagem é composta por um conjunto de equipamentos, componentes e sistemas responsáveis pelo controle da ARP e pela utilização das cargas úteis durante sua operação. Esta estação pode ser fixa (instalações em terra) ou móvel (embarcadas em veículos ou embarcações). Neste sentido, é necessário que, quando embarcada em navios ou veículos, a estação de controle esteja integrada com os demais sistemas de bordo, com propósito de compensar as alterações de atitude do sistema móvel (*roll, pitch, yaw*), rumo e velocidade, intensidade do vento, caso necessário.

A maioria destes subsistemas de controle remoto de pilotagem possuem a capacidade de exibir, integrada ao sistema de voo da ARP, os mapas e as cartas utilizadas na missão. Ademais, a estação de controle remota de pilotagem possuiu um *feedback* das informações transmitidas pelos sensores; um sistema de *warnings* (indicando alguma pane ou anomalia nas condições de voo ARP); a capacidade de monitorar e controlar mais de uma aeronave simultaneamente ou alternar o comando da ARP com outra estação de controle.

Outro aspecto importante neste subsistema são os sistemas de proteção internos: *no-break* e o *dead-reckoning*. O *no-break*, em virtude da necessidade de não interrupção do fornecimento de energia elétrica, é responsável por manter a alimentação constante, utilizando baterias ou geradores de energia embarcados. O *dead-reckoning* é o método de navegação que permite estimar a posição atual da ARP a partir de uma posição anterior conhecida. Este recurso é utilizado quando não se possui acesso aos sistemas de posicionamentos externos como *Global Positioning System (GPS)*.²⁴

²⁴ Originalmente denominado NAVSTAR, o GPS (*Global Positioning System*) é o Sistema de Posicionamento Global por satélite utilizado para determinar a posição em tempo real em qualquer lugar da terra. Este sistema foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos EUA.

O subsistema que contém o terminal de comunicações e recursos de TIC consiste em toda estrutura de tecnologia da informação responsável pelo fluxo de dados e informações entre todos os subsistemas do SARP. Com isso, é substancial que este subsistema consiga realizar algumas funções específicas e possua algumas propriedades fundamentais.

O subsistema do terminal de comunicações e recursos de TIC deve transmitir os dados criptografados dentro das frequências previstas pelas agências reguladoras de cada país (*VHF*, *UHF* ou *SHF*)²⁵, utilizando alternância ou salto do espectro de frequências visando reduzir as perturbações externas. Além do fluxo de dados no espectro eletromagnético, os equipamentos de comunicações devem ser capazes de estabelecer comunicações satelitais, transmitindo e recebendo dados utilizados no comando e controle das operações.

Os equipamentos contidos no subsistema de enlace de dados devem estar habilitados a realizar e ampliar o enlace de comunicações²⁶ entre as estações de controle remota de pilotagem e as Aeronaves Remotamente Pilotadas, principalmente quando utilizadas a retransmissão por outra ARP (*ARP relay*).

O subsistema *payload* compreende basicamente os sensores, os sistemas de navegação e os armamentos (se houver) embarcados dentro da Aeronave Remotamente Pilotada.

Os sistemas de navegação básicos encontrados nas ARP modernas são o sistema *Global Navigation Satellite System (GNSS)*, com capacidade de navegação e integração com os demais sistemas; o sistema da plataforma inercial, responsável por fornecer, aceleração, rumo, velocidade e, principalmente, orientação e referencial para ARP durante o voo; o transponder *Identification Friend or Foe (IFF)*²⁷, com capacidade de *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)*²⁸.

Ainda dentro dos sistemas de navegação embarcados na aeronave, tem-se: o altímetro responsável por fornecer a altitude de voo; o sistema de navegação automática com capacidade implementar o controle e a guiagem para uma posição determinada previamente e o sistema de gravação de imagens de vídeo, ópticas e térmicas.

²⁵ *VHF: Very High Frequency; UHF: Ultra High Frequency; SHF: Super High Frequency.*

²⁶ O enlace de comunicações permite o tráfego de todos os dados, demandas e comandos entre a estação de controle remota de pilotagem e a Aeronave Remotamente Pilotada.

²⁷ Os sistemas *Identification Friend or Foe (IFF)* são dispositivos de reconhecimento de controle de tráfego aéreo de identificação eletrônica amigo ou inimigo projetados para prevenir incidentes militares de fogo amigo, detectar possíveis incursões adversárias, apoiar a tomada de decisões operacionais e reduzir baixas no ar, em terra e em mar.

²⁸ O *Automatic Dependent Surveillance- Broadcast (ADS-B)* é um sistema tecnológico que tem o objetivo de aumentar a transmissão de dados aeronáuticos, entre aeronaves, através de um link de dados específico.

Os principais sensores encontrados a bordo das ARP modernas são os sistemas eletro-ópticos e infravermelhos capazes de coletar as imagens térmicas dos alvos de interesse; os sistemas Radar²⁹ básicos com capacidade de detectar alvos até 160 MN (por exemplo, o Radar encontrado no *UAV General Atomics MQ-9 Reaper*); o *Automatic Identification System*³⁰ (AIS) para identificação automática de todos os contatos de navios no ambiente de operação e os equipamentos MAGE³¹ para monitoramento do espectro eletromagnético de outros radares.

No que tange ao armamento, algumas Aeronaves Remotamente Pilotadas são utilizadas prioritariamente como vetores de ataque em algumas operações. Para isso, podem ser dotadas de torpedos, mísseis ar-ar, bombas de profundidade e armas acústicas *Long Range Acoustic Devices (LRAD)*³².

As câmeras – ópticas e térmicas – menores e mais potentes permitem uma captura de imagens com muito mais definição e a distâncias cada vez maiores, tudo isso em tempo real, dada a capacidade de transmitir ininterrupta e continuamente todas as informações colhidas. A combinação desses fatores os qualifica como observadores e atacantes perfeitos, uma vez que não são escutados pelo inimigo nem detectados pelos radares. Passaram a ter a capacidade de disputar um mesmo nível de voo com as aeronaves modernas, e de transpor oceanos automaticamente. O resultado é uma reação rápida, precisa e sem risco para quem os pilota. (Otto, 2010, p.70)

O subsistema da infraestrutura de apoio e recursos humanos consiste nos elementos secundários dentro do cenário de operação de um Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Este subsistema compreende toda cauda logística para reparo e manutenção do SARP, as oficinas e as instalações de pessoal. Ainda dentro deste subsistema, encontra-se toda a estrutura responsável pela capacitação intelectual, psicológica e física dos operadores, pilotos e demais militares envolvidos nesta atividade.

²⁹ O Sistema Radar funciona por meio do princípio da emissão de pulsos eletromagnéticos intermitentes para longas distâncias. Quando um objeto reflete este pulso eletromagnético, o Sistema Radar processa esta informação, identificando a distância e a orientação (marcação) do objeto. Radar é a sigla em inglês de *radio detection and ranging*.

³⁰ O *Automatic Identification System (AIS)* é um sistema de rastreamento automático usado por embarcações e pelos *Vessel Traffic Service (VTS)* para identificação e localização de embarcações, por meio eletrônico de troca de dados com outras embarcações e com estações AIS em terra, que estejam dentro de seu alcance.

³¹ Os equipamentos MAGE (Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica) são equipamentos responsáveis pela detecção, aquisição e identificação das emissões eletromagnéticas do ambiente.

³² As armas acústicas *Long Range Acoustic Devices (LRAD)* são dispositivos acústicos de longo alcance que emitem sons dissuasivos causadores de dor física ao ouvinte.

5 AS PARTICULARIDADES DO SARP E O SARP-E SCANEAGLE

Como já mencionados no subtópico sobre o histórico das Aeronaves Remotamente Pilotadas, os acontecimentos que marcaram a consolidação da utilização destes meios foram as guerras desencadeadas pelos EUA no Oriente Médio após 11 de setembro de 2001. Apesar do desenvolvimento desta tecnologia se fortalecer ainda mais nos primeiros anos do século XXI, o assunto só foi introduzido oficialmente no Brasil na metade do ano de 2004.

5.1 Normas vigentes no país e na Marinha do Brasil

Na Portaria Normativa nº 606/2004 do Ministério da Defesa que dispõe sobre a Diretriz de Obtenção de Veículo Aéreo Não Tripulados e determina outras providências, foi introduzida pela primeira vez as conceituações de VANT e de Sistema de Ação e Monitoração por VANT (conceitos que seriam atualizados algumas vezes posteriormente). Esta diretriz tinha como objetivo principal estabelecer orientações a serem seguidas pelas Forças Armadas para assegurar a eficácia do processo de obtenção e desenvolvimento de VANT e sistemas de pilotagem a distância. Ademais, ela citava os objetivos estratégicos que permitiriam a implementação deste novo meio e enumerava os objetivos de curto, médio e longo prazo.

Nesta Portaria Normativa ainda foi citada as aplicações doutrinárias onde seriam utilizados os Sistemas de Ação e Monitoração por VANT (vigilância, busca de alvos, comando e controle, inteligência e guerra eletrônica). Nota-se que a utilização deste sistema como vetor de ataque, inicialmente não foi avaliada e considerada, ao contrário do que estava ocorrendo no contexto internacional.

Com propósito de estabelecer instruções para implementação das ações relativas à programas e projetos comuns às Forças Armadas afetos ao Plano de Articulação e

Equipamentos de Defesa (PAED) e seguindo as da Estratégia Nacional de Defesa (END), foi aprovada em 2010, pelo Ministério da Defesa, a Portaria Normativa n° 1.065/2010.

Discorrendo sobre a diretriz para a coordenação de programas e projetos comuns às Forças Armadas, esta Portaria apresentou dezessete programas e projetos que deveriam ser desenvolvidos de forma conjunta entre as Forças Armadas, entre eles estava o programa de desenvolvimento e obtenção conjunta dos Veículos Aéreos Não Tripulados, coordenado pela Força Aérea Brasileira.

Dentre as principais orientações desta Portaria podemos destacar: a regulamentação do emprego do VANT quanto à coordenação e ao uso do espaço aéreo; o esforço pela busca da interoperabilidade durante o emprego dos VANT; o desenvolvimento de tecnologias para controle e guiagem das aeronaves; a proposta de catalogação dos itens componentes do sistema, seguindo o sistema de catalogação da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e a padronização da avaliação dos requisitos, sob a orientação do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)³³.

Ainda em 2010, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) publicou a *Aeronautical Information Circular (AIC)* n° 21/2010. Esta circular de informações aeronáuticas tinha como finalidade apresentar as informações necessárias para o uso de VANT no espaço aéreo brasileiro. Além disso, a *AIC* n°21/2010 determinava que qualquer pessoa ou instituição que desejasse voar no espaço aéreo brasileiro utilizando VANT deveria solicitar autorização ao DECEA, com a devida antecedência.

O documento também esclarecia que o órgão responsável pela gerência das frequências utilizadas para o controle das aeronaves seria a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e o órgão competente para verificar a aeronavegabilidade e autorizar a licença de pessoal habilitado seria a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

As informações constantes nesta AIC aplicam-se a todos aqueles que, no decorrer de suas atividades, pretendam ocupar o espaço aéreo brasileiro com voos de veículos aéreos não tripulados, bem como aos órgãos componentes do SISCEAB. (Brasil, 2010, p.2)

Em 2012, a Agência Nacional de Aviação Civil, entidade responsável pela verificação do aeronavegabilidade e pela autorização da licença de pessoal envolvido na atividade, publicou a Instrução Suplementar n°21-002 (IS n°21-002/2012). Esta instrução tinha como objetivo principal orientar os procedimentos para emissão do Certificado de

³³ O Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) é uma organização militar e instituição científica e tecnológica do Comando da Aeronáutica à qual compete planejar, gerenciar, realizar e controlar as atividades relacionadas com a ciência, tecnologia e inovação, no âmbito da Força Aérea Brasileira.

Autorização de Voo Experimental (CAVE), com base no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº21 (RBAC nº21), para Veículos Aéreos Não Tripulados.

Além das orientações para emissão do Certificado de Autorização de Voo Experimental, este documento informava os procedimentos que deveriam ser seguidos para tal processo, como o cadastro e a inspeção da aeronave no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB). Outro ponto importante deste documento, era o fato de que independente da posse do CAVE, a operação de Aeronaves Remotamente Pilotadas estaria condicionada à autorização do DECEA, ANATEL e Ministério da Defesa.

Em 2017, a Agência Nacional de Aviação Civil publicou o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº03/2017(RBAC-E nº03/2017). Este regulamento, que posteriormente sofreria duas alterações até sua versão mais atual (RBAC-E nº94- Emenda 03 de março 2023), dispunha considerações sobre os requisitos gerais para aeronaves não tripuladas no país e complementava as lacunas da legislação sobre o assunto no país.

Como esta tecnologia ainda está em amplo desenvolvimento na atualidade, nota-se que num espaço de poucos anos ocorreram diversas atualizações, revisões nos principais documentos que normatizam o assunto no Brasil. Desta forma, pode-se afirmar que ainda haverá outras atualizações e incrementos nas normas sobre Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas e Veículos Aéreos Não Tripulados.

O documento válido mais recente acerca deste tema no país é a Instrução do Comando da Aeronáutica nº 100-40 (ICA nº 100-40) revisada e atualizada pela Portaria DECEA N°928/DNOR8 de 15 de maio de 2023. Esta instrução do Comando da Aeronáutica tinha como objetivo atualizar as instruções sobre os Aeronaves Não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.

Esta publicação, que substitui a ICA 100-40, de 22 de maio de 2020, foi editada, basicamente, com o objetivo de atualizar o seu conteúdo em conformidade com as diretrizes da OACI³⁴, bem como atender às demandas desse novo segmento aeronáutico em prol da segurança dos usuários do espaço aéreo, seguindo a premissa de ser apresentada como um “documento vivo” por meio do qual as boas práticas acompanham a evolução da tecnologia e o amadurecimento do Setor, sem, contudo, degradar a segurança das Operações Aéreas. O mesmo acontecendo com o Sistema para Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro. (Brasil, 2013, p.7)

³⁴ A OACI (Organização de Aviação Civil Internacional) é uma agência especializada da Organização das Nações Unidas que coordena os princípios e técnicas da navegação aérea internacional e promove o planejamento e o desenvolvimento do transporte aéreo internacional para garantir um crescimento seguro e ordenado.

No âmbito da Força Naval brasileira, o Estado-Maior da Armada aprovou em 2017 a publicação EMA-305, intitulada como Doutrina Militar Naval. O objetivo principal deste documento era determinar e estabelecer os princípios e os procedimentos de emprego da Força em combate e em outras atividades, com o propósito de orientar o planejamento, preparo e aplicação do Poder Naval brasileiro.

Durante o documento, sugere-se o emprego dos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais em operações com o objetivo de cumprir as Tarefas Básicas do Poder Naval. Entretanto, observa-se que apenas no capítulo 3 foi considerado o emprego das Aeronaves Remotamente Pilotadas. Neste capítulo, a utilização das ARP estaria limitada apenas para operações de esclarecimento de grandes extensões marítimas e áreas de interesse, sob controle do inimigo.

Condicionado pelos documentos de alto nível da Defesa como a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), a Marinha do Brasil elaborou o seu Plano Estratégico da Marinha-2040 (PEM-2040). Este documento possui o propósito de orientar o planejamento de médio e longo prazo, por meio de Objetivos Navais (OBNAV). Estes objetivos são responsáveis pela elaboração de Ações Estratégicas Navais (AEN), que irão contribuir para o alcance da Missão da Força.

Com o objetivo de reduzir o hiato tecnológico existente e modernizar a Força para confrontar os novos desafios da atualidade, a Marinha do Brasil iniciou o processo de aquisição e implementação do Sistema de Aeronaves Remotamente Embarcadas (SARP-E). Segundo Brasil (2020, p.71), a obtenção do SARP-E contribuirá para consciência situacional marítima em defesa da Amazônia Azul, incluindo o apoio às operações de Fuzileiros Navais.

EN 6.3- PODER NAVAL DO FUTURO

Visa reduzir o hiato tecnológico existente de forma a permitir não apenas o desenvolvimento de tecnologias chave, mas principalmente viabilizar sua aplicação no Poder Naval por meio de Conceitos Estratégicos e Doutrinários, de forma a modernizar os meios atuais ou por obtenção de novos meios, que consigam confrontar os Desafios de Médio e Longo prazos.

AEN- FORÇA NAVAL-8: Obter o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SARP-E)

Descrição: Obter SARP-E para contribuir para a obtenção da consciência situacional marítima em defesa da Amazônia Azul, incluindo o apoio às operações de Fuzileiros Navais.

Responsável: DGMM. (Brasil, 2020, p.71)

A importância de prover a Força Naval de um SARP-E pode ser observada no esforço conjunto realizado por algumas Organizações Militares como o Comando de

Operações Navais (ComOpNav), a Diretoria de Aeronáutica da Marinha (DAerM), a Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha (DCTIM), coordenado pela Diretoria Geral de Material da Marinha (DGMM).

5.2 O SARP-E ScanEagle

Após um longo estudo liderado pela Diretoria de Aeronáutica da Marinha (DAerM), inclusive com testes práticos a bordo no Navio-Patrolha Oceânico “Apa” em 2014, a Marinha do Brasil selecionou o *ScanEagle* como a Aeronave Remotamente Pilotada pioneira neste projeto altamente moderno e tecnológico. Entretanto, o processo de aquisição, recebimento e implementação do SARP-E iniciou apenas no final de 2019 com a assinatura do *Letter Offer and Acceptance (LOA)*³⁵ de obtenção da ARP *ScanEagle*, devido às restrições orçamentárias.

O término do processo de instalação e integração do sistema e o início das operações está previsto para o segundo semestre de 2023, com o emprego conjunto dos meios selecionados pelo Comando de Operações Navais (ComOpNav), especificamente o Navio-Aeródromo Multipropósito “Atlântico” e o Navio-Patrolha Oceânico “Apa”, e a ARP *ScanEagle*. Cabe destacar que o contrato firmado pela Marinha do Brasil e pela *Insitu*, subsidiária da *Boeing*, previa a entrega de seis aeronaves, as quais já se encontram no 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas.

A composição básica do Sistema de Aeronaves Remotamente Embarcadas (SARP-E) *ScanEagle* é a seguinte: uma ARP *ScanEagle*; um lançador pneumático *Mark4 Mod1*; um sistema de recuperação independente de pista “*Skyhook*” e uma estação de controle (ECT: Estação de Controle Terrestre ou ECE: Estação de Controle Embarcada).

O subsistema de lançamento, conhecido como *Mark4 Mod1*, emprega o ar comprimido para fornecer uma força necessária para o lançamento da aeronave. No caso das operações embarcadas, esta catapulta pneumática é capaz de lançar a ARP *ScanEagle* de forma rápida e eficaz, reduzindo a influência das condições de vento relativo e estado do mar, imprimindo uma maior segurança no momento da decolagem.

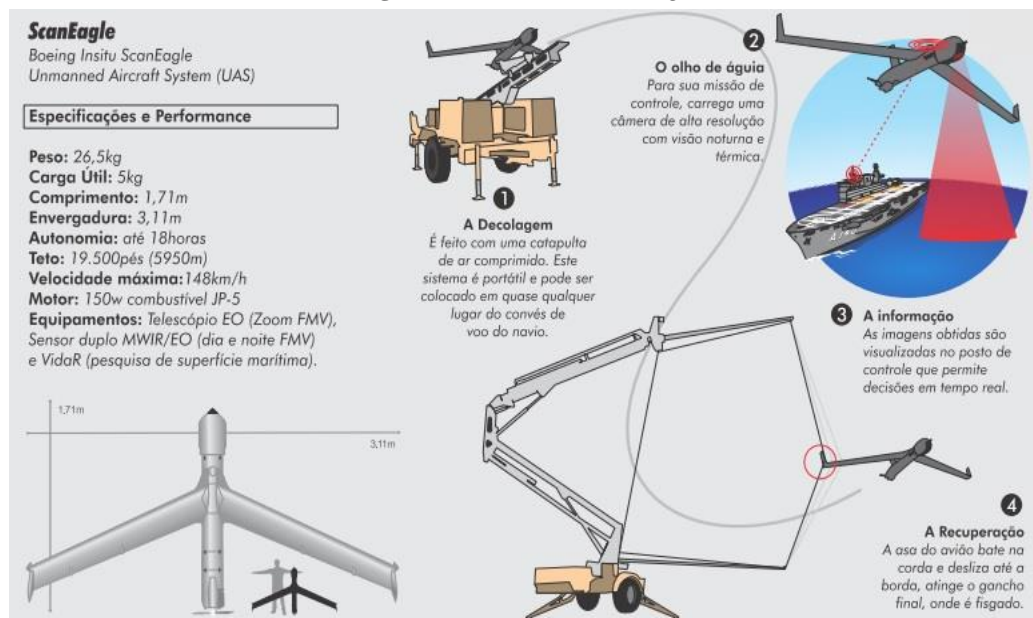
³⁵ *Letter Offer and Acceptance(LOA)* é uma carta de aceitação de oferta, onde há a confirmação da oferta de fornecimento.

O subsistema de recuperação independente “*Skyhook*” é utilizado durante o recolhimento da aeronave. Ele é composto por cabo suspenso em uma estrutura de altura variável que é talingado na ponta da asa da aeronave no momento do recolhimento. Assim como o subsistema de lançamento, este mecanismo minimiza os efeitos adversos do estado do mar e de vento durante o recolhimento. Ademais, tanto o sistema de lançamento *Mark4 Mod1* quanto o sistema de recuperação “*Skyhook*” possibilitam o emprego da ARP *ScanEagle* mesmo sem a necessidade de pista de voo.

A estação de controle (Estação de Controle Terrestre ou Estação de Controle Embarcada) consiste em um conjunto de equipamentos, subsistemas e interfaces responsáveis pelo controle e o monitoramento da aeronave durante o voo. A estação de controle ainda possibilita ao operador configurar os parâmetros de voo desejados e controlar as cargas úteis. Cabe ressaltar que nas operações em que a ARP *ScanEagle* será empregada (esclarecimento, SAR e inteligência), a principal carga útil a ser utilizada será a câmera eletro-óptica.

Este subsistema realiza a compilação dos dados do ambiente de operação, em tempo real, auxiliando o operador no cumprimento da missão determinada. A Estação de Controle Terrestre é instalada em contentores, com o intuito de ser movimentada de acordo com a demanda. A Estação de Controle Embarcada pode ser instalada em contentores externos a estrutura ou em compartimentos internos do navio. Outro aspecto importante é a ECE seja integrada de alguma maneira com os demais sistemas de bordo para que os parâmetros de navegabilidade (latitude, longitude, rumo, velocidade, vento, estado do mar, pressão atmosférica) sejam considerados durante as operações aéreas.

Figura 5.1- SARP-E *ScanEagle*



Fonte: Araujo (2022, p.13)

A Aeronave Remotamente Pilotada *ScanEagle* é uma versão atualizada da ARP *SeaScan* construída pelas empresas *Insitu-Boeing* a partir de 2003. A aeronave possui uma construção modular com as seguintes partes: *nose* (nariz), *turret* (torre para conexão dos *payloads*), *avionics* (aviônica), *wings* (asas), *fuselage* (fuselagem), *winglets* (componente aerodinâmico posicionado na extremidade livre da asa) e *propulsion unit* (unidade de propulsão). A ARP *ScanEagle* possui as seguintes especificações técnicas:

- Comprimento: 1,5 m
- Envergadura: 3,1 m
- Peso máximo: 28,5 kg
- Carga útil: até 5 kg
- Teto: 19.500 pés
- Autonomia: 20 h
- Velocidade máxima: 148 km/h (79,9 kt)
- Velocidade de cruzeiro: 89 km/h (48,05 kt)
- Propulsão: Motor de 2 tempos de 150 W
- Combustível: JP-5 ou JP-8
- Alcance de comunicação 54 MN

Figura 5.2- ARP *ScanEagle* sendo lançado de bordo



Fonte: Página da internet “Poder Naval”³⁶

³⁶ Disponível em: < <https://www.naval.com.br/blog/2022/03/29/marinha-do-brasil-recebe-sistema-de-aeronaves-remotamente-pilotadas-scaneagle/>>. Acesso em 12. out. 2023.

A fusão dos dados adquiridos pela aeronave consiste num processo contínuo de associação, correlação e combinação de dados e informações dos sensores para obtenção de estimativas refinadas de posição e identificação de entidades, permitindo ao operador as ferramentas necessárias para avaliação do cenário de operação, em tempo adequado. A ARP *ScanEagle* possui os seguintes sensores e sistemas embarcados: giroscópio, acelerômetros, termômetros, barômetros, *Global Positioning System (GPS)*, sistema integrado de controle de voo (SEE555), câmera eletro-óptica, câmera infravermelha e um sistema digital de vídeo.

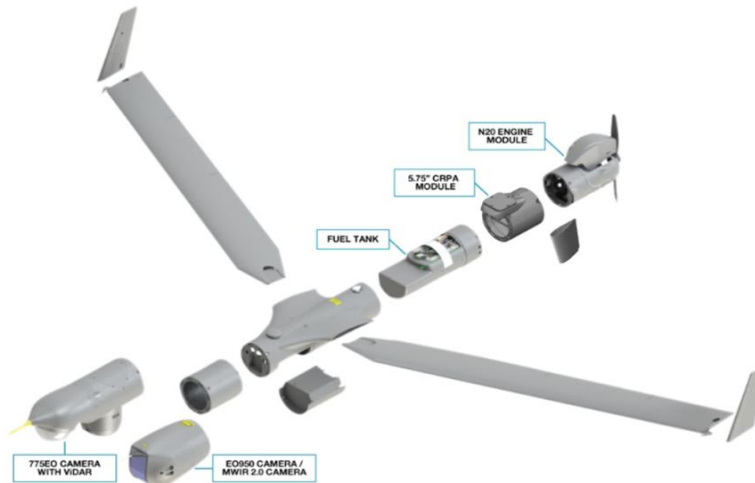
A navegação da ARP *ScanEagle* é realizada por meio do enlace de ondas rádio entre a Estação de Controle Embarcada e a aeronave. A navegação segue uma trajetória pré-estabelecida inserida no sistema, que pode ser modificada a qualquer momento pelo operador quando houver necessidade. Além das informações mensuradas pelos sensores, esta aeronave utiliza um banco de dados cartográficos com mapas tridimensionais, integrado com o *GPS* para orientar a sua navegação.

O controle da aeronave e o fluxo de informações entre o Estação de Controle (terrestre ou embarcada) e a ARP *ScanEagle* acontece através das antenas acopladas no *winglets*. Ademais, o sistema possui a capacidade de operar como “*hub and spoke*” (ARP *relay*), aumentando o consideravelmente alcance de emprego e comunicação (método de emprego: *Beyond Visual Line of Sight*).

No que tange ao controle da ARP *ScanEagle*, o sistema integrado de controle de voo: *Insitu Multiple UAV Software Environment (I-MUSE)* é o sistema embarcado da responsável pelo gerenciamento dos dados e controle de todo o sistema de navegação. O *I-MUSE* recebe os dados dos sensores, realiza o processamento e transmite as informações para o Estação de Controle.

Quando necessário (alterações inseridas pelo operador do sistema e autocorreção das condições de voo), o *I-MUSE* envia um sinal elétrico para o funcionamento dos atuadores das *wings* e da *propulsion unit* com objetivo de alterar as condições atuais de voo. Cabe salientar que as informações oriundas do *GPS* servem como sinais de erro que realimentam o sistema para o ajuste de posição e velocidade, em tempo real.

Figura 5.3- Perfil dos módulos da ARP *ScanEagle*



Fonte: Página da internet “Poder Naval”³⁷

5.3 Limitações, Vulnerabilidades e Vantagens

A consolidação do emprego nas atividades militares e conflitos modernos a partir do início do século XXI, como a Guerra ao Terror (2001-2023), ocupação norte-americana no Afeganistão (2003-2021) e Guerra da Ucrânia³⁸ (2022-2023), permitiu uma significativa análise da utilização dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas em operações reais. Desta forma, alguns aspectos importantes podem ser apontados neste contexto como as limitações, as vulnerabilidades e as vantagens.

A necessidade de um espaço aéreo segregado, onde outras aeronaves convencionais não podem circular, é certamente um fator restritivo para o emprego do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas. O estabelecimento desta área de interdição deve ser realizado por meio de uma *Notice to Airman*³⁹ (*NOTAM*). Por consequência, nas atividades militares que empregam esta tecnologia, há uma restrição quando ao uso do binômio aeronave convencional-ARP.

³⁷ Disponível em: < <https://www.naval.com.br/blog/2022/03/29/marinha-do-brasil-recebe-sistema-de-aeronaves-remotamente-pilotadas-scaneagle/>>. Acesso em 12. out. 2023.

³⁸ A Guerra da Ucrânia iniciou em 2022, quando o exército da Rússia invadiu o território ucraniano. Ao que tudo indica, o estopim do conflito foi a iminente entrada da Ucrânia na Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN).

³⁹ A *Notice to Airman (NOTAM)* é uma mensagem, seguindo os padrões da OACI, com o objetivo divulgar alterações e restrições temporárias que possam ter impacto nas operações aéreas em uma determinada região.

A demanda por uma fonte de energia ininterrupta pela Estação de Controle Embarcada também pode ser vista como uma fraqueza do SARP. Embora quase uma totalidade dos sistemas de geração de eletricidade dos navios modernos já possuam a redundância no que tange ao fornecimento de tensão para todos os equipamentos de bordo, ainda assim, pode ocorrer a interrupção de energia elétrica para o ECE. Neste caso, haverá uma perda de controle da ARP que retornará, na maioria dos casos, para as coordenadas iniciais de lançamento (não necessariamente para posição atual da plataforma lançadora), comprometendo toda a operação.

Outro importante quesito que também pode ser considerado como uma limitação é a elevada qualificação dos operadores. É imprescindível que os operadores do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas possuam um altíssimo nível de formação que vai além das habilidades dos pilotos convencionais. Os operadores deverão estar aptos a operar ARP configuradas para inúmeras operações, com protocolos operacionais distintos. Além disso, deverão ser capazes de solucionar problemas relativos ao processo decisório durante o voo, tornando os seus requisitos profissionais muito mais exigentes, fato que reflete diretamente no custo para formação de um operador de SARP.

O piloto treinado deverá estar capacitado a operar os drones para os diversos tipos de tarefas a serem cumpridas, cada uma com protocolos operacionais muitas vezes distintos, com tarefas múltiplas para o cumprimento da missão, tornando as exigências para um piloto de drone muito mais rigorosas. Critérios rígidos, à semelhança dos exigidos para os pilotos navais, deverão ser observados por ocasião do recrutamento dos candidatos a pilotos de drones, em especial suas habilidades psicomotoras e para operação em situações demasiadamente críticas e de grande tensão psicológica. (Braga 2019, p.90)

A ausência de uma faixa do espectro eletromagnético segregado para o emprego do SARP no âmbito militar também é considerada uma fraqueza do sistema. No Brasil, atualmente, ANATEL autoriza as frequências de 2,4 GHz até 5,8 GHz. Desta forma, é imperativo que os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas possuam mecanismos de proteção criptográfica e salto em frequências capazes de contrapor possíveis interferências externas.

No que tange a transmissão de dados, algumas fragilidades podem ser encontradas nos Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotadas. A falha no fluxo de informações ou *link* de comunicações a interferência externa na frequência eletromagnética utilizada são as principais debilidades que afetam diretamente na plena utilização de um SARP. Ademais, com menos influência do que em aeronaves convencionais, as ARP apresentam uma

assinatura radar, acústica e térmica que impedem a identificação pelos modernos sistemas de detecção.

Seguindo a mesma análise das aeronaves convencionais, onde o erro humano está envolvido em mais de metade dos acidentes e incidentes aeronáuticos, assim o fator humano é uma vulnerabilidade preponderante no Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas. Podemos citar: a resposta inadequada ou demorada do operador; o excesso de informações irrelevantes transmitidas ao operador; a fadiga do operador e o controle simultâneo de múltiplas ARP, como possíveis motivadores que podem acarretar incidentes ou mesmo acidentes envolvendo as ARP.

Afirmar que o ARP é um “equipamento descartável” pode ser observada como uma vulnerabilidade ou uma vantagem. A vulnerabilidade vem do fato da inexistência de perigo físico atribuída ao operador e do baixo custo de aquisição e manutenção da ARP, em comparação a uma aeronave convencional. Estes fatores podem influenciar negativamente na qualidade dos adestramentos e manutenções realizadas pelos envolvidos na atividade. Por outro lado, a vantagem contemplada é a impossibilidade de exposição real ao risco na busca de atingir um resultado ou objetivo esperado, sem a perda de vidas humanas.

Segundo Costa Braga (2019, p.91), no que tange a fragilidade logística, há quase uma inexistência de informações sobre os padrões de avarias dos diversos componentes, em especial do hardware e software das ARP, devido a recente consolidação no âmbito militar e poucos índices de falhas do meio. Desta forma, pode haver uma relativa dificuldade de definir os itens de prateleira para as manutenções corretivas⁴⁰, tornando a manutenção preventiva⁴¹ e a manutenção preditivas⁴² fundamentais para aumentar a disponibilidade da aeronave para operação.

O uso de cargas úteis (*payloads*) configuráveis e a diversidade de utilização em missões de esclarecimento (busca, patrulha e acompanhamento); *SAR (Search and Rescue)*; inteligência e ataque, certamente, são algumas das significativas vantagens do emprego do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas em operações reais. Esta grande flexibilidade somada a disponibilidade de múltiplas informações em tempo real proveniente das *payloads* configuradas e a considerável autonomia de voo, também auxiliam na assessoria de tomada de decisão pelos comandantes.

⁴⁰ A manutenção corretiva é o reparo ou recuperação do material danificado para repô-lo em condições de uso.

⁴¹ A manutenção preventiva é a intervenção ou remoção periódica do item, obedecendo a um plano elaborado que se baseia em intervalos de tempo definidos.

⁴² A manutenção preditiva é a execução de ações de manutenção para quando forem efetivamente necessárias. O planejamento e execução da manutenção estão baseados na predição e avaliação do estado dos equipamentos e sistemas.

Considerando o risco de vida evidente para todos os envolvidos nas operações aéreas, a ausência do elemento humano embarcado contribuiu de forma decisiva para a utilização dos SARP em operações militares denominadas *Missions 3D*⁴³ (*Dull, Dirty and Dangerous*). Segundo Morgado e Sousa (2009, p.12), os *Unmanned Air Vehicle (UAV)* estão mudando substancialmente o modo de conduzir as operações militares, tornando-se a nova valência do poder aéreo do século XXI.

Um dos argumentos que, de forma decisiva, contribuiu para a utilização dos *UAV's* em operações militares, foi o reconhecimento de, com eles, ser possível substituir as aeronaves convencionais, em: missões onde os níveis de tolerância humana sejam fator limitativo (*dull missions*); missões a levar a cabo em ambientes contaminados (*dirty missions*) e missões hostis de elevada perigosidade (*dangerous missions*). Daí a afirmação amplamente aceite, segundo a qual os *UAV's* são mais vocacionados para executar as denominadas missões *D3* – *Dull, Dirty and Dangerous* – do que os correspondentes sistemas tripulados embora seja, no entanto, de referir que missões há do tipo *D3* – e particularmente missões perigosas (*dangerous missions*) – que continuam a ser realizadas pelo Homem, quer por tradição, quer por ser a única forma de ultrapassar limitações inerentes à própria tecnologia, uma vez que, ainda hoje, nenhum equipamento possui capacidade própria suficiente para substituir totalmente a intervenção humana. (Morgado e Souza, 2009, p.11)

Em relação aos benefícios operacionais do emprego do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotadas tem-se a facilidade e rapidez de lançamento e recolhimento, independente pista de voo (no caso da ARP *ScanEagle*). Outro benefício é a segurança do pessoal durante a necessidade do emprego com condições meteorológicas degradadas. Além da ausência da tripulação embarcada na aeronave, o número de militares envolvidos no lançamento de uma ARP é menor em comparação ao guarnecimento de postos voo, na estação do convoo, dos navios de superfície.

Ademais, as Aeronaves Remotamente Pilotadas podem ser empregadas no adestramento das tripulações durante exercícios de Guerra Antiaérea. Neste caso, elas substituem as aeronaves convencionais, tanto de asa fixa quanto de asa rotativa, contribuindo para o aumento do nível de prontidão das tripulações embarcadas.

Outro benefício importante do emprego do ARP em operações militares é a maior furtividade se comparado às aeronaves convencionais. A pequena assinatura radar, graças a pequena seção reta radar, possibilita uma boa ocultação em qualquer ambiente de operação. Por outro lado, a assinatura acústica é minimizada apenas no ambiente de operações marítimo.

⁴³ As *Missions 3D (Dull, Dirty and Dangerous)* são missões prolongadas no tempo (*Dull*); com potencial ameaça de contaminação, como em ambientes com riscos nuclear, biológico, químico e radioativo (*Dirty*) e de elevado risco operacional para a vida humana (*Dangerous*).

Como constatado na Guerra da Ucrânia (2023), uma rede de detecção baseada em microfones instalados a uma distância considerável dos pontos de interesse de defesa, pode ser empregada como ferramenta para sistemas de antiaéreo da força defensora.

Além disso, este tipo de aeronave é capaz de voar em baixas altitudes, minimizando a possibilidade de detecção por radares de busca aérea (que possuem uma configuração de varredura na qual a maior quantidade de energia do feixe radar é orientada para médias e altas altitudes), principalmente no ambiente de operações marítimo. Neste caso, a utilização de radares de superfície para tentar a detecção das ARP também poderia ter pouca eficácia, uma vez que a discreta assinatura radar, aliada ao reflexo do mar (*sea clutter*), possivelmente prejudicariam detecção.

O menor custo de aquisição, manutenção e operação das Aeronaves Remotamente Pilotadas, quando comparado às aeronaves convencionais (neste caso adota-se como base para análise comparativa as aeronaves de asa rotativa- helicópteros), é outra significativa vantagem do emprego do SARP em operações militares. Devido as restrições orçamentárias vigentes no país, o custo da aquisição é o mais relevante, pois dentro da maioria dos contratos de compra também está embutido custos de manutenção para os anos subsequentes, bem como as rotinas de manutenção tanto preventiva quanto preditiva.

Por exemplo, a Marinha do Brasil firmou o contrato de aquisição de quinze aeronaves *H125* com a empresa *Airbus Helicopters/HELIBRAS* em setembro de 2022. Estas aeronaves entrarão em operação a partir de 2024, substituindo as aeronaves *Bell 206 Jet Ranger III* e UH-12 “Esquilo” (mundialmente conhecido como *AS350-BA*). A aeronave *H125* é a versão de alta performance do “Esquilo”, com notáveis inovações tecnológicas como capacidade de operar em condições *Visual Flight Rules (VFR)* diurno e noturno; *Vehicle & Engine Multifunction Display (VEMD)* e adaptações para *Night Vision Goggles (NVG)*. O preço unitário desta nova aeronave girou em torno de U\$4,2 milhões.

Por outro lado, o custo de todo o Sistema de Aeronave Remotamente Pilotadas contratado pela Marinha do Brasil junto a empresa *Insitu-Boeing* foi de aproximadamente U\$11 milhões. Por este valor, a Força Naval adquiriu seis unidades da ARP *ScanEagle*; dois sistemas de lançamento *Mark4 Mod1*; dois sistemas de recuperação “*Skyhook*” e três estações de comando remoto.

Realizando um comparativo simples dos investimentos, a aquisição de seis unidades da aeronave *H125* custou U\$ 25,2 milhões a Marinha do Brasil, pouco mais do dobro do valor desembolsado para aquisição das seis unidades da ARP *ScanEagle*, junto com todo o seu sistema de operação. A escolha da aeronave *H125* para esta análise comparativa foi

o fato de que ela será empregada nas mesmas missões de esclarecimento (busca, patrulha e acompanhamento) e *Search and Rescue (SAR)*, que a *ARP ScanEagle* poderá ser utilizada.

Figura 5.4- ARP ScanEagle acoplada ao sistema de lançamento Mark4 Mod1



Fonte: Página da internet "Marinha do Brasil"⁴⁴

Em relação ao custo de operação, especificamente nas operações de guerra naval, o emprego dos SARP embarcados nos meios de superfície mostra-se muito vantajoso. A conjugação do binômio navio-ARP, com a prioridade para o emprego da aeronave antes do acionamento do meio naval, reduzirá significativamente os custos da operação.

Por exemplo, em uma missão *SAR* desencadeada por um naufrágio, a Aeronave Remotamente Pilotada possuirá a capacidade de varrer grandes distâncias em intervalos de tempo reduzidos, com considerável autonomia. Além disso, a alta tecnologia dos sensores embarcados permite a possibilidade de emprego noturno, onde os sistemas eletro-ópticos e infravermelhos seriam capazes de coletar as imagens térmicas do ambiente. Estes fatores irão contribuir para a maior rapidez na busca dos destroços da embarcação, localização das vítimas ainda com vida, bem como na redução dos custos, em comparação ao emprego de um navio de superfície na mesma missão.

⁴⁴ Disponível em: < <https://www.marinha.mil.br/meios-navais/rq1-scan-eagle>>. Acesso em 12. out. 2023.

6 OPERAÇÕES MILITARES UTILIZANDO O SARP

O marco temporal da consolidação do emprego de Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas como novo sistema aéreo utilizado no meio militar ocorreu nos primeiros anos do século XXI, mais especificamente após os atentados terroristas ocorridos em 11 de setembro de 2001 nos EUA. Este sistema seria utilizado amplamente em operações de acompanhamento, reconhecimento, inteligência e ataque.

Conforme menciona Wassef (2021), os VANT estão sendo utilizados em ataques contra exércitos nacionais, organizações terroristas, infraestruturas e instalações de petróleo e gás. Em alguns casos, são empregados em missões até mesmo logísticas, entregando equipamentos militares para soldados em áreas de difícil acesso em áreas desérticas e montanhosas do Oriente Médio.

6.1 Empregos reais do SARP em Conflitos e Tensões

Durante o período conhecido como “Guerra ao Terror”, as forças de ocupação norte-americanas em conjunto com a *Central Intelligence Agency*⁴⁵ (CIA) efetuaram inúmeras operações utilizando os UAV contra alvos do *Talibã* e da *Al-Qaeda*⁴⁶. Em maio de 2012, o UAV *General Atomics MQ-1 Predator* realizou um ataque contra um acampamento de treinamento do *Talibã* próximo da província de *Miranshah* (fronteira entre Paquistão e Afeganistão). O governo americano afirmou que todo acampamento foi destruído e mais de vinte insurgentes foram mortos.

Após alguns meses de investigação da CIA, o UAV *General Atomics MQ-1 Predator* e o UAV *General Atomics MQ-9 Reaper*, utilizando mísseis *AGM-114 Hellfire*, também foram responsáveis pelo ataque preciso conjunto que matou o General iraniano *Oasem Soleimani*⁴⁷, em Bagdá em 2020. Estas ARP passariam a ser conhecidas pelos moradores locais como “*hunter-killers*”, graças a sua rapidez e precisão durante a operação.

⁴⁵ *Central Intelligence Agency* (CIA) é a Agência Central de Inteligência dos Estados Unidos da América.

⁴⁶ *Al-Qaeda* é uma organização fundamentalista islâmica fundada por *Osama bin Laden* em 1988. Esta organização é responsável por vários ataques terroristas, com o atentado de 11 de setembro de 2001 nos EUA.

⁴⁷ Segundo o pentágono, o General iraniano *Oasem Soleimani*, ex-comandante da unidade de elite da Guarda Revolucionária do Irã (Força *Quds*) estava “desenvolvendo ativamente planos de atacar diplomatas e militares dos EUA no Iraque em toda região”.

Segundo Oliveira (2008), foi na Guerra do Iraque (2003-2021) que os SARP atingiram sua maturidade em operações de ataque, atingindo alvos de grande valor sobre a capital Bagdá. Entretanto, os *Unmanned Air Vehicle* norte-americanos também foram empregados de várias formas como a defesa de perímetro de bases militares, a avaliação de danos em batalha e o acompanhamento de alvos de interesse, comprovando a enorme versatilidade deste novo meio aéreo.

Outro episódio onde os UAV norte-americanos efetuaram um ataque cirúrgico aconteceu em agosto 2021, durante uma operação para neutralizar membros do grupo *Islamic State of Iraq and Syria-Khorasan*⁴⁸ (ISIS-K) na província de *Nangarhar* no Afeganistão. Durante esta operação, três integrantes do grupo terrorista, que tinham assumido a autoria dos atentados ocorridos no aeroporto de *Cabul* dias antes, morreram.

Usando os benefícios de furtividade, versatilidade e ausência do elemento humano embarcado, os SARP atuaram na maioria das *Missions 3D* na região do Oriente Médio, comprovando sua eficiência e precisão, além da considerável vantagem de poupar vidas humanas, assim como afirmou o ex-Presidente dos Estados Unidos da América Barack Obama:

“[...] Conventional airpower or missiles are far less precise than drones, and are likely to cause more civilian casualties and more local outrage. And invasions of these territories lead us to be viewed as occupying armies, unleash a torrent of unintended consequences, are difficult to contain, result in large numbers of civilian casualties and ultimately empower those who thrive on violent conflict. So it is false to assert that putting boots on the ground is less likely to result in civilian deaths or less likely to create enemies in the Muslim world. The results would be more U.S. deaths, more Black Hawks down, more confrontations with local populations, and an inevitable mission creep in support of such raids that could easily escalate into new wars.”. (EUA, 2013)

O recente conflito da Ucrânia vem mostrando a importância do Sistema de Aeronaves Remotamente pilotadas no ambiente de combate contemporâneo, principalmente no que diz respeito a operações de ataque. Durante o ano de 2023, houve a intensificação do emprego dos SARP no conflito, principalmente por parte da Ucrânia. Além das diversas vantagens já mencionadas deste meio aéreo, acredita-se que os principais motivos desta intensificação sejam a demonstração de força e a ideia de mostrar que o conflito pode chegar em qualquer lugar do território continental, inclusive Moscou.

Em agosto de 2023, as Aeronaves Remotamente Pilotadas turcas *Bayraktar TB2*, utilizadas pelo forças armadas da Ucrânia, atacaram as bases aéreas e aeródromos russos das

⁴⁸ O *ISIS-K* é o braço do grupo terrorista Estado Islâmico na província de *Khorasan*. O Estado Islâmico é um grupo extremista islâmico que ganhou notoriedade internacional devido sua brutalidade, domínio em várias regiões do Iraque e da Síria.

regiões de *Pskov*, *Kalunga* e *Novgorod*, localizados a mais de 600 km da fronteira com a Rússia. O objetivo destes ataques era mitigar a capacidade de supremacia área russa, atingindo principalmente as estruturas militares aéreas e as aeronaves supersônicas *Tupolev Tu-22M*. Segundo a rede britânica de notícias *British Broadcasting Corporation (BBC)* foram verificados mais de 160 operações com ARP no território russo em 2023.

Figura 6.1- ARP *Bayraktar TB2* armado com mísseis e foguetes guiados



Fonte: Página na internet “Revista Força Aérea”⁴⁹

Como ainda não há previsão para a resolução do conflito, acredita-se que esta intensificação do emprego dos Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas seja mantida. A tendência é que as ARP continuem sendo empregadas em: acompanhamento de alvos de interesse; defesa de estruturas militares e pontos de estratégicos; e ataques a infraestrutura ferroviária e logística, refinarias de petróleo, aeroportos e bases militares.

Outro ponto importante no emprego do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas em operações reais é a utilização deste meio por forças não estatais. Segundo Alteneiji (2022), atores não estatais como o Estado Islâmico, os rebeldes de *Houthi*⁵⁰, o grupo *Hezbollah*⁵¹ e o *Hamas*⁵² fazem uso de inovadores drones comerciais para propaganda e

⁴⁹ Disponível em: <https://forcaareea.com.br/uav-turco-bayraktar-tb2-tem-alcance-otimizado/>. Acesso em 12. out. 2023.

⁵⁰ O *Houthis* é um movimento rebelde armado alinhado ao Irã que luta para derrubar o governo do Iêmen.

⁵¹ O *Hezbollah* é uma organização política e paramilitar fundamentalista islâmica xiita fundada em 1982 no Líbano. É um dos principais movimentos de combate à presença israelense no Oriente Médio. O *Hezbollah* é considerado um grupo terrorista pelos EUA.

⁵² O *Hamas* é um grupo nacionalista islâmico sunita fundado em 1987 que possui como objetivo a libertação do povo palestino e atua contra o Israel. O *Hamas* também é considerado um grupo terrorista pelos EUA.

ataque. Ainda segundo o autor, a utilização das ARP na guerra moderna no Oriente Médio está se tornando regra e não a exceção.

Ser uma ferramenta barata que pode ser facilmente modificada como uma arma talvez tenha feito criminosos e grupos terroristas usarem VANTs. No entanto, a maior desvantagem em aplicações de segurança continua sendo sua ampla disponibilidade e fácil escalabilidade. E os últimos anos viram o uso de drones por organizações terroristas. O primeiro uso bem-sucedido e significativo de drones para atacar forças rivais por um ator não-estatal foi realizado por agentes do *Hezbollah* na Síria no final de setembro de 2014. Isso abriu uma nova corrida para tecnologias contra-drones globalmente. (Alteneiji, 2022, p.116)

6.2 As possibilidades do SARP-E *ScanEagle* na Marinha do Brasil e o Futuro

Respalhada na Política Nacional de Defesa (PND), na Estratégia Nacional de Defesa (END) e no Plano Estratégico da Marinha-2040 (PEM-2040), a Marinha do Brasil vem conduzindo a implementação do SARP-E *ScanEagle* no Navio-Aeródromo Multipropósito “Atlântico” e o Navio-Patrolha Oceânico “Apa”. Este projeto além de auxiliar na capacidade de cumprimento pleno das Tarefas Básicas do Poder Naval, irá contribuir diretamente na modernização da Foça Naval e no aprimoramento das capacidades de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR).

As capacidades para controlar áreas marítimas, negar o uso do mar e projetar o Poder Naval terão por foco incrementar a segurança e a habilitação para defender as infraestruturas críticas marítimas, os arquipélagos e as ilhas oceânicas nas águas jurisdicionais brasileiras ou onde houver interesses nacionais, assim como responder prontamente a qualquer ameaça às vias marítimas de comércio. (Defesa, 2020, p.47)

O Sistema de Aeronaves Remotamente Embarcadas poderá ser empregado no reconhecimento de qualquer ameaça que se encontre nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), propiciando, com a antecedência necessária e sem ambiguidade, todas as informações necessárias para a melhor tomada de decisão por parte da Marinha do Brasil. A vantagem tática de posicionar as peças com antecedência no campo de batalha pode ser alcançada utilizando o binômio Navio-ARP, neste caso o Navio-Patrolha Oceânico “Apa” e a ARP *ScanEagle*, antes de mobilizar os meios da Esquadra Brasileira, se for necessário.

Outra possibilidade de emprego para a ARP *ScanEagle* será a avaliação de danos em combate ou exercício de forma rápida e eficaz. Caso o ataque não seja realizado por uma aeronave de asa rotativa embarcada (ou seja, realizado por um navio de superfície), utilizar o

ARP *ScanEagle* para avaliação dos danos de uma ação de superfície, a uma distância considerável, permitirá ao Comandante da Força um fluxo de informações fundamentais para a melhor tomada de decisão.

A imensidão da Amazônia Azul brasileira e a restrição de recursos orçamentários impossibilita a presença contínua nos 3,5 milhões de quilômetros quadrados de espaço marítimo. Desta forma, entende-se que a sua vigilância seja realizada de maneira eficiente e racional. Novamente, o emprego no binômio NPaoC “Apa”- ARP *ScanEagle* mostra-se de grande valia nesta tarefa, devido a economia de recursos e a capacidade de cobrir grandes extensões utilizando a Aeronave Remotamente Pilotada embarcada.

Ainda neste contexto sobre a importância da Amazônia Azul, cabe salientar a proteção e vigilância das ilhas oceânicas do país. A Marinha do Brasil, como intuito para garantir o pleito junto à Organização das Nações Unidas (ONU) a ampliação da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) em mais 2 milhões de quilômetros quadrados, mantém guardada as duas ilhas oceânicas mais a leste do seu território: o arquipélago de São Pedro e São Paulo e a Ilha da Trindade.

Qualquer tentativa de defesa destas ilhas oceânicas contra atos hostis esbarra principalmente na distância do continente. Por exemplo, a Ilha da Trindade encontra-se a 780 milhas náuticas (1.446 km) da cidade de Vitória- ES e o tempo de travessia de um Navio-Patrolha Oceânico até a localidade, navegando em velocidade de cruzeiro⁵³, gira em torno de 3 dias. Por isso, a possibilidade de utilização da ARP *ScanEagle*, possuindo como base de lançamento as ilhas oceânicas, deve ser considerada, pois auxiliará na vigilância, contribuindo para garantia da soberania nacional nestas localidades remotas.

⁵³ Entende-se como velocidade de cruzeiro a velocidade média que uma embarcação deve imprimir para economizar combustível. Desta forma, a velocidade de cruzeiro é a velocidade mais “econômica” para a embarcação.

Figura 6.2- Testes práticos do SARP-E *ScanEagle* no NPaOc “Apa” em 2014



Fonte: Página da internet “Defesa Aérea & Naval”⁵⁴

O SARP-E *ScanEagle* também poderá ser utilizado nas ações de Patrulha Naval conduzidas pelos navios de superfície da Marinha do Brasil. Estas ações possuem como propósito implementar e fiscalizar o cumprimento das leis e regulamentos nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), Plataforma Continental (PC) e Alto Mar. Desta maneira, o emprego da ARP *ScanEagle* embarcada para reconhecimento e acompanhamento de contatos de interesse mostra-se bastante vantajosa.

Ao ser empregada durante a Patrulha Naval, a ARP *ScanEagle* poderá comprovar se as informações transmitidas pelo contato de interesse durante a fase de interrogação são verdadeiras, além de confirmar os possíveis informes de inteligência. A qualidade destas informações irá permitir ao Comandante do Navio empregado na ação de Patrulha Naval uma base segura para a melhor tomada de decisão neste cenário.

Outro evento importante que o SARP-E *ScanEagle* poderá ser empregado é a operação *Search and Rescue (SAR)*. Neste tipo de operação, a rápida localização e identificação da embarcação ou naufrago é fundamental para o sucesso da missão. A possibilidade de transmissão em tempo real das imagens térmicas do ambiente (*payload* configurada de acordo com a missão), facilitará muito no processo de busca mais objetivo (embarcação ou naufrago).

⁵⁴ Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/artigos/especial-dan-10-anos-marinha-testa-vant-scaneagle-no-npaoc-apa>. Acesso em 12. out. 2023.

Ademais, com a capacidade de varrer grandes distâncias em intervalos de tempo reduzidos, a Aeronave Remotamente Pilotada permitirá um emprego eficiente e preciso do binômio Navio-ARP *ScanEagle*, contribuindo principalmente para a salvaguarda da vida humana no mar. Entretanto, a única restrição é que a ARP será empregada apenas para busca e identificação. No caso do resgate efetivo de pessoal, deverá ser utilizada uma outra aeronave de asa rotativa, uma embarcação orgânica do navio ou a aproximação do próprio navio.

Em relação as Operações Anfíbias, o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas poderá ser utilizado durante um conceito conhecido como Batalha Profunda⁵⁵. Antecedendo o desembarque anfíbio e após a etapa do apoio de fogo naval realizado pelos meios de superfície, a ARP *ScanEagle* poderá ser empregada na avaliação dos danos do inimigo e na identificação de pontos de interesse não mapeados anteriormente.

Este emprego da ARP *ScanEagle* durante as Operações Anfíbias permitirá ao Comandante da Força Tarefa Anfíbia (ComForTarAnf) posicionar adequadamente os meios de desembarque na cabeça de praia⁵⁶. Além disso, o emprego da ARP *ScanEagle* auxiliará na melhor escolha das linhas de desembarque⁵⁷ para as tropas, equipamentos e suprimentos durante a operação, com objetivo de garantir o pleno sucesso da mesma.

Além de todas as formas já citadas de aplicabilidade do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas em operações da guerra naval, este moderno sistema aéreo contribuirá para o aumento da capacidade de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), fornecendo a consciência situacional adequada que possibilite avaliações oportunas, relevantes e precisas para a Força Naval brasileira.

Neste sentido, é desejável que a Marinha do Brasil também utilize o *SARP-E ScanEagle* de forma a incrementar a capacidade de monitoramento e controle do espaço marítimo brasileiro, auxiliando diretamente na implementação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz).

O futuro do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas na Marinha do Brasil promete ser bastante promissor, devido a comprovada versatilidade deste sistema e os prováveis resultados positivos das missões onde o SARP-E será empregado.

⁵⁵ A Batalha Profunda consiste no combate avançado além da linha de comunicação, com objetivo de criar condições favoráveis aos Comandantes de Unidade no campo de batalha.

⁵⁶ A cabeça de praia e a área terrestre do litoral inimigo, selecionada para conquista por meio de um assalto anfíbio.

⁵⁷ As linhas de desembarque são qualquer segmento contínuo do litoral sobre o qual podem ser desembarcados tropas, equipamentos e suprimentos por meios de superfície.

Além disso, a crescente exigência por Forças Armadas mais otimizadas em termo de recursos diante das restrições orçamentárias implicará na necessidade de um uso efetivo dos meios aeronavais para o cumprimento das diversas missões. Diante do exposto, o SARP-E *ScanEagle* entregará a Marinha do Brasil uma versatilidade aliada a otimização de recursos necessários a Força Naval.

A possibilidade de incentivar a Base Industrial de Defesa (BID) e de fomentar a indústria e a tecnologia nacional também se revelam muito promissoras. Um exemplo específico no contexto de Sistema Aeronaves de Remotamente Pilotadas Embarcadas pôde ser observado na *LAAD Defence & Security 2023*, onde a empresa brasileira Stella Tecnologia apresentou a ARP “Albatroz”.

Esta ARP foi projetada especificamente para operação no NAM “Atlântico”, não necessitando de rampa nem catapulta, ao contrário da ARP *ScanEagle*. A ARP “Albatroz” possui 4 metros de comprimento, 7 metros de envergadura, podendo decolar com peso máximo de 500kg, incluindo 60kg de carga útil. Ela possui um motor de dois cilindros a gasolina, podendo atingir uma velocidade máxima de 180km/h com autonomia de 28h.

A empresa Stella Tecnologia não divulgou o custo exato de aquisição deste sistema que pode variar de acordo com as especificações de configuração da aeronave solicitadas pelo cliente. A empresa também afirmou que está em estudos para viabilizar um projeto para a evolução desta aeronave que englobaria a possibilidade uma carga útil armada. Neste sentido, este projeto nacional cobriria a lacuna observada no atual SARP-E *ScanEagle* da Marinha do Brasil, pois este sistema não possui a capacidade de realizar operações de ataque utilizando armamento embarcado.

7 CONCLUSÃO

A potencialidade dos recursos tecnológicos aplicados no Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada o qualifica como um dos principais equipamentos utilizados no âmbito militar nos últimos anos. Face ao exposto, a conclusão irrefutável é que o emprego do SARP-E *ScanEagle* na Marinha do Brasil mostra-se bastante promissor.

Primeiramente pela versatilidade do seu emprego que auxiliará na execução das Tarefas Básicas do Poder Naval e no aprimoramento da consciência situacional marítima na Amazônia Azul. Ademais, o evidente custo-benefício em comparação com aeronaves convencionais em algumas missões específicas, imprimirá um fator decisor favorável ao SARP-E *ScanEagle* na avaliação do modo de empregar os meios aeronavais pela Marinha do Brasil. Além disso, haverá a modernização da Força Naval Brasileira e o fomento da indústria e tecnologia nacional, contribuindo para o fortalecimento da Base Industrial de Defesa.

Portanto, a análise do emprego do SARP-E *ScanEagle* na Marinha do Brasil deve ser baseada sob a ótica da capacidade operacional, do custo-benefício e da modernização da Força Naval. Para a consolidação deste projeto pela Marinha do Brasil, são necessários o esforço e a integração do Ministério da Defesa, de todos os setores da Força Naval e da iniciativa privada, que poderão desfrutar mutuamente de todas as vantagens deste sistema e progredir ainda mais na utilização das tecnologias modernas relacionadas ao SARP, contribuindo para o desenvolvimento nacional no setor industrial e na defesa da pátria.

7.1 Considerações Finais

Este trabalho buscou analisar os recursos tecnológicos presentes no Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas e vislumbrar como este moderno sistema poderia ser utilizado em conjunto com os meios navais da Marinha do Brasil onde estará embarcado. Cabe salientar que a pesquisa da parte técnica deste estudo não inclui aspectos específicos de eletrônica, controle, processamento de dados, bem como de aviônica. Da mesma forma, a compreensão do emprego operacional do SARP-E *ScanEagle* não abrange as características particulares do processo de tomada de decisão por parte da administração naval e está alicerçada nas diretrizes de planejamento do PEM-2040.

Desta forma, fica claro que este trabalho não possui intenção de esgotar este tema singular que apresenta consideráveis inovações tecnológicas com o passar dos anos. Portanto, mostra-se fundamental aprofundar o assunto de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas no âmbito acadêmico de tecnologia e inovação e no mercado nacional, enquanto a Marinha do Brasil permanece na busca pela consolidação do SARP-E *ScanEagle* e na utilização de outros Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Assim, esta pesquisa também possui como propósito difundir as vantagens do emprego do SARP na Marinha do Brasil, especificamente a bordo dos meios navais, a fim de contribuir para a consolidação do projeto SARP-E *ScanEagle*. Por meio das informações apreciadas neste estudo, é notória a viabilidade do sucesso projeto, apesar de todas as limitações e vulnerabilidades também apresentadas.

Desta forma, além da implementação do SARP-E *ScanEagle*, mostra-se evidente a necessidade do desenvolvimento de metodologias, procedimentos, práticas e tecnologias que contribuam para minimizar estas fragilidades e limitações, propiciando ao sistema operar de maneira efetiva.

Portanto, considera-se que é pertinente o estudo deste trabalho e a consequente difusão do conhecimento do tema proposto nas diversas esferas de interesse da sociedade. Desta forma, a consolidação plena do SARP-E *ScanEagle* na Marinha do Brasil indicará que também é possível também o acesso e a utilização desta moderna tecnologia em outros setores da sociedade.

Assim como já vem ocorrendo, o Ministério da Defesa e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação devem continuar estreitando laços, pois a Defesa Nacional está associada diretamente ao desenvolvimento científico e tecnológico. Pois o desejo por Forças Armadas eficientes e modernas, com rápida capacidade de mobilização, exige o emprego de avançadas tecnologias.

7.2 Sugestões para Futuros Trabalhos

Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se a pesquisa e avaliação da possível utilização de modelos nacionais de Aeronaves Remotamente Pilotadas a bordo dos meios navais da Marinha do Brasil. Assim, a partir das informações apresentadas, será possível realizar inicialmente um estudo técnico, seguido de uma análise operacional do

binômio navio-ARP nacional, fornecendo as diretrizes para crescimento da indústria nacional neste setor específico.

Além disso, sugere-se como uma futura pesquisa as possibilidades do emprego do SARP-E *ScanEagle* em conjunto com as novas fragatas classe Tamandaré da Marinha do Brasil, que estão com previsão de entrega ao setor operativo no segundo semestre de 2025.

Ademais, no âmbito da Força Naval Brasileira, propõem-se a ampliação e a intensificação dos estudos acerca do tema proposto. Esta iniciativa permitirá a Marinha do Brasil ter a solidez necessária durante o emprego do SARP-E *ScanEagle* nos próximos anos e o entendimento das vantagens, vulnerabilidades e lacunas operacionais não contempladas no projeto (operações de ataque, por exemplo), fatores que irão contribuir na prudência esperada diante da oportunidade futura de aquisição de novos Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotados para Força Naval brasileira.

REFERÊNCIAS

ALTENEIJI, Khalifah. **A corrida de drones do Oriente Médio e a implicação do armamento no cenário de segurança**. Coleção Meira Mattos, Rio de Janeiro, ano 22 – n.16, p.105-131, 2022. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/RMM/article/view/8682/8361>. Acesso em 09 set. 2023.

ARAUJO, Luís Felipe Evangelista. **Aeronaves Remotamente Pilotadas. Sua ajuda à tomada de decisões no teatro de operações**. Revista A Macega, São Pedro da Aldeia, ano 18, e.64, p. 11-14, 2022.

BRAGA, Cláudio da Costa. **A ação de drones na Guerra Naval**. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro. ano 139, n.04/06, p.79-110, 2019.

BRAGA, Marcos Martins Lima. **As possibilidades da Medidas de Ataque Eletrônico contra Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP)**. 2015. 9f. Artigo Científico (Pós-graduação em Operações Militares) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.esao.eb.mil.br/images/Arquivos/CCOM/artigos/artigo_cientifico_cap_lima_braga.pdf. Acesso em 09 out. 2023.

BRASIL. ICA 100/40- **Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. Departamento de Controle de Espaço Aéreo.2023. Disponível em: https://static.decea.mil.br/publicacoes/files/2023/1686848015-ica-100-40-2023.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=pNf2JQbOhtSrsEzMW9aNRYAHfqzX2fnd%2F20230719%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20230719T135645Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=900&X-Amz-Signature=de0b6355aa30635ac749bcc5a12897fa68a2cb888b404473612a9f4468ca0116. Acesso em 19 de jul. 2023.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **Plano Estratégico da Marinha (PEM-2040)**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/pem2040>. Acesso em 25 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa (2020)**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/estrategia-nacional-de-defesa. Acesso em 24 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa (2020)**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/paed/plano-de-articulacao-e-equipamento-de-defesa-paed>. Acesso em 24 jun. 2023.

DA COSTA, Jonatan Ferreira. **A Evolução das Aeronaves Remotamente Pilotadas**. Revista Passadiço, Niterói, ano 33, ed.40 p.62-65, 2020.

EUA. Presidente (2009-2017: Barack Hussein Obama II). **Discurso por ocasião de visita à National Defense University**. Washington-D.C, 23 mai. 2013. 5f. Disponível em:

<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/05/23/remarks-president-national-defense-university>. Acesso em 10 de out. 2023.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p. ISBN 978-85-386-0071-8.

MORGADO, José Augusto; SOUSA João Tasso Borges de, **O Programa de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Autônomos Não-Tripulados da Academia da Força Aérea**. Cadernos Instituto de Defesa Nacional, Lisboa, n°4, II série, 2009. Disponível em: https://www.idn.gov.pt/pt/publicacoes/idncadernos/Documents/2009/caderno4_II.pdf. Acesso em 16 out. 2023.

OTTO, Renato. **Manche ou Mouse. Quem deve ser piloto de VANT?** Revista Força Aérea, Rio de Janeiro, ano 15 - n.63, p.68-77, 2010.

OLIVEIRA, André Marcet de. **Veículos Aéreos Não Tripulados: Viabilidade de emprego dos Veículos Aéreos Não Tripulados no Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Estado Maior para Oficiais Superiores- C-EMOS) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000010/00001016.pdf>. Acesso em 28 mai. 2023.

PLAVETZ, Ivan. **Revolução nos céus e na guerra**. Revista Tecnologia e Defesa, Rio de Janeiro, ano 22, n. 103, p. 56-64, 2005.

PEREIRA, Alessandro Pires Black. **Porta-Helicópteros Multipropósito: oportunidade para o novo trinômio navio-aeronave-ARP**. Revista Passadiço, Niterói, ano 31, ed. 38, p. 10-13, 2018.

WASSEF, K. **Saudi Arabia drone attack oil infrastructure**. CBS News, New York, 8 mar. 2021. Disponível em: <https://www.cbsnews.com/news/saudi-arabia-drone-attack-oil-infrastructure-tanura-dhahran-houthis-yemen-iran/>. Acesso em 29 nov. 2023.

ANEXO



Decision-making superiority delivered



Ship Installations

Shackleton	18 m		Fishing Vessel	
MKV Spec Ops Craft 985 MKV Spec Ops Craft 986	25 m		Small Special Operations Craft	
Arctic Dawn	28 m		Fishing Vessel	
Norseman II	33 m		Research Vessel	
Arctic Wolf	37 m		Fishing Vessel	
Westward Wind	45 m		Research Vessel	
Westport Marine Solution	45.5 m		OPV	
HMCS Glace Bay	55.5 m		MCDV	
NAVAIR 38 (x2)	58.5 m		Research Vessel	
RSS Valour RSS Vigour RSS Valiant	62 m		Victory class Corvette	
McArthur II	63.5 m		MCV	
OPV Pardo	80.5 m		OPV	
R/V Melville R/V Knorr	85 m		Research Vessel	
HSV-X1	99 m		Wave Piercing Catamaran	
USNS Spearhead USNS Trenton	103 m		T-EPF	
RSS Steadfast	115 m		Frigate	
USCGC Bertholf USCGC Stratton	127 m		Cutter	

Almirante Condell	133 m		Frigate	
HMS Sommerset HMS Northumberland HMS Kent HMS Richmond	133 m		Frigate	
HMCS Charlottetown HMCS Regina (x2) HMCS Toronto	134 m		Frigate	
HMS Sutherland	141 m		Frigate	
RSS Endurance	141 m		LPD	
USS Gonzalez USS Milius	154 m		DDG Flight I	
USS Mahan (x2) USS Porter USS McFaul USS Donald Cook	154 m		DDG Flight II	
USS Bainbridge (x3) USS Oscar Austin (x3) USS Forrest Sherman USS Roosevelt USS Nitze USS James E. Williams	155 m		DDG Flight IIA	
L-51 Galicia	160 m		LPD	
HNLMS Rotterdam	166 m		LPD	
USS Cleveland USS Ponce	174 m		LPD	
HNLMS Johan de Witt	176 m		LPD	
RFA Cardigan Bay	176.5 m		LSD	
USS Ashland USS Carter Hall USS Oak Hill (X2) USS Whidbey Island USS Comstock USS Gunston Hall	186 m		LSD	
USS San Antonio USS New Orleans USS New York USS Mesa Verde USS Anchorage	208 m		LPD	
USS Lewis B. Puller	233 m		ESB-3	
USS Saipan	250 m		LHA	
USNS Stockham	277 m		AFSB	



Insitu Inc.
118 East Columbia River Way
Bingen, WA 98605 USA

+1.509.493.8600
insitu.com
contactus@insitu.com

Information contained herein is subject to change without notice. Some technologies may not be available in all areas. Copyright © Insitu, 2018. All rights reserved.

DU010418