

ANO XV - EDIÇÃO 63 - 2021



A MACEGA



A REVISTA DA AVIAÇÃO NAVAL

105
No Ar, os Homens do Mar!



EDIÇÃO COMEMORATIVA DOS 105 ANOS DA AVIAÇÃO NAVAL

COMANDANTES DA FORÇA AERONAVAL



<i>Capitão de Mar e Guerra</i>	<i>Período</i>
ROBERTO COUTINHO COIMBRA	30/05/63 a 04/02/64
<i>Capitão de Mar e Guerra</i>	
ARNALDO DE NEGREIROS JANNUZZI	04/02/64 a 14/04/65
<i>Contra-Almirante</i>	
MARIO CARNEIRO DE CAMPOS ESPOSEL	14/04/65 a 02/03/66
<i>Contra-Almirante</i>	
LUIZ GONZAGA DORING	02/03/66 a 16/08/66
<i>Contra-Almirante</i>	
MARIO GERALDO FERREIRA BRAGA	16/08/66 a 17/07/67
<i>Contra-Almirante</i>	
SLYVIO DE MAGALHÃES FIGUEIREDO	17/07/67 a 19/06/69
<i>Contra-Almirante</i>	
GUALTER MARIA MENEZES DE MAGALHÃES	19/06/69 a 12/01/70
<i>Vice-Almirante</i>	
ROBERTO MARIO MONNERAT	12/01/70 a 20/07/71
<i>Contra-Almirante</i>	
FERNANDO ERNESTO CARNEIRO RIBEIRO	20/07/71 a 25/04/74
<i>Contra-Almirante</i>	
DECIO DE OLIVEIRA GUIMARÃES	25/04/74 a 19/01/76
<i>Vice-Almirante</i>	
JOSÉ MARIA DO AMARAL OLIVEIRA	19/01/76 a 21/03/79
<i>Contra-Almirante</i>	
AYMARA XAVIER DE SOUZA	21/03/79 a 21/03/80
<i>Contra-Almirante</i>	
LUIZ FERNANDO DA SILVA SOUZA	21/03/80 a 21/08/81
<i>Contra-Almirante</i>	
CLAUDIO JOSÉ CORRÊA LAMEGO	21/08/81 a 16/01/84
<i>Almirante de Esquadra</i>	
HERNANI GOULART FORTUNA	16/01/84 a 04/09/84
<i>Contra-Almirante</i>	
MANOEL VAN DER HAAGEN DA SILVA	04/09/84 a 04/02/86
<i>Contra-Almirante</i>	
PEDRO STEENHAGEN FILHO	04/02/86 a 27/04/88
<i>Contra-Almirante</i>	
PAULO RONALDO DALDEGAN MOREIRA	27/04/88 a 28/04/89
<i>Contra-Almirante</i>	
CARLOS FREDERICO VASCONCELLOS DASILVA	28/04/89 a 19/04/91
<i>Contra-Almirante</i>	
LUIZ SANCTOS DORING	19/04/91 a 10/12/92
<i>Contra-Almirante</i>	
CARLOS ROGERIO DE ALMEIDA ROCHA	10/12/92 a 26/01/95
<i>Contra-Almirante</i>	
CARLOS ALBERTO PIMENTEL MELLO	26/01/95 a 21/03/97

<i>Contra-Almirante</i>	<i>Período</i>
ADILSON VIEIRA DE SÁ	21/03/97 a 30/07/99
<i>Vice-Almirante</i>	
ADILSON VIEIRA DE SÁ	30/07/99 a 17/08/99
<i>Contra-Almirante</i>	
JAYME ALBERTO CASTRO PUGA	17/08/99 a 24/04/01
<i>Contra-Almirante</i>	
JOSÉ CARLOS CARDOSO	24/04/01 a 31/03/04
<i>Vice-Almirante</i>	
JOSÉ CARLOS CARDOSO	31/03/04 a 23/04/04
<i>Contra-Almirante</i>	
PAULO JOSÉ RODRIGUES CARVALHO	23/04/04 a 24/03/06
<i>Contra-Almirante</i>	
MAURO FRANÇA DE ALBURQUERQUE LIMA	24/03/06 a 17/08/07
<i>Contra-Almirante</i>	
NELSON GARRONE PALMA VELLOSO	17/08/07 a 28/08/09
<i>Contra-Almirante</i>	
FERNANDO MAURO BARBOSA DE OLIVEIRA	28/08/09 a 30/03/10
<i>Contra-Almirante</i>	
LISEO ZAMPRONIO	30/03/10 a 24/11/11
<i>Vice-Almirante</i>	
LISEO ZAMPRONIO	24/11/11 a 05/12/11
<i>Contra-Almirante</i>	
VICTOR CARDOSO GOMES	05/12/11 a 26/04/13
<i>Contra-Almirante</i>	
CARLOS ALBERTO MATIAS	26/04/13 a 30/07/15
<i>Vice-Almirante</i>	
CARLOS ALBERTO MATIAS	30/07/15 a 14/08/15
<i>Contra-Almirante</i>	
SÉRGIO NATHAN MARINHO GOLDSTEIN	14/08/15 a 06/09/16
<i>Contra-Almirante</i>	
PAULO RICARDO FINOTTO COLAÇO	06/09/16 a 22/09/17
<i>Contra-Almirante</i>	
DENILSON MEDEIROS NÔGA	22/09/17 a 11/12/18
<i>Contra-Almirante</i>	
ANDRÉ NOVIS MONTENEGRO	11/12/18 a 16/12/19
<i>Contra-Almirante</i>	
PAULO RENATO ROHWER SANTOS	16/12/19 a 25/03/21
<i>Vice-Almirante</i>	
PAULO RENATO ROHWER SANTOS	25/03/21 a 09/04/21
<i>Contra-Almirante</i>	
JOSÉ VICENTE DE ALVARENGA FILHO	09/04/21 a



Prezado Leitor,

Chegamos aos 105 anos da Aviação Naval! Uma história repleta de pioneirismo, dedicação e aprendizado! A edição nº63 mostra a evolução dos nossos meios e das nossas operações por meios dos artigos elaborados e das fotografias feitas pelo pessoal da MB e entusiastas da Aviação Naval.

Expresso, neste editorial, meu orgulho em comandar a Força Aeronaval, guarnecida por homens e mulheres motivados e capacitados, que atuam contribuindo com a vigilância das vastas águas da Amazônia Azul, contribuindo para a salvaguarda da vida humana no mar e atuando onde mais se fizer necessário para mantermos a soberania e defender os interesses nacionais.

Convido o leitor a desbravar um pouco mais sobre a história, os meios e operações, além das atividades das Voluntárias Cisne Branco e as Asas de Outrora. Destaco o artigo vencedor do concurso onde o autor abordou o emprego de aviões anfíbios nas operações ribeirinhas. Há, também, artigos que tratam de aspectos de Medicina e Psicologia de Aviação, bem como Óculos de Visão Noturna e Aeronaves Remotamente Pilotadas.

Ressalto a referência ao Almirante de Esquadra José Maria do Amaral Oliveira, oficial atuante para retomada da Aviação na Marinha nos anos 1950 e 60 retratados na seção Vultos da Aviação Naval. Na parte da Asas de Outrora contamos a história do Fw-58 "Wehie", um avião bimotor fabricado nas oficinas gerais do Galeão. Enfim, há bons artigos e fotografias para nos atualizarmos e nos inspirarmos.

Boa leitura!



HÁ 105 ANOS... NO AR, OS HOMENS DO MAR.

JOSÉ VICENTE DE ALVARENGA FILHO
Contra-Almirante
Comandante da Força Aeronaval
Brasil, Amazônia Azul! 🇧🇷





AVIAÇÃO NAVAL

ANO XVI - EDIÇÃO 63 - 2021

COMANDANTE DA FORÇA AERONAVAL
CA José Vicente de Alvarenga Filho

CHEFE DO ESTADO MAIOR
CMG Luís Felipe Evangelista Araújo

PRESIDENTE DO CONSELHO EDITORIAL
CMG Henrique Abreu da Silva Velho

DIRETOR DE REDAÇÃO
CC Carlos Roberto Bittencourt de Araújo Silva

ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL
1T (RM2-T) Manuela Wermelinger A. de Barros
3ºSG-PD Stefany Assis de Oliveira Azevedo
3ºSG-AV-HV Luiz Alan de Lacerda Basilio

DIAGRAMAÇÃO E ARTE GRÁFICA
3ºSG-AV-MV Eduardo dos Santos Souza
3ºSG-AV-RV João Victor Ferreira Castro
CB-AV-RV Lucas da Silva Bento Nascimento

FALE CONOSCO
comforaernav.faleconosco@marinha.mil.br
(22) 2621-4012

ENDEREÇO
Av. Comandante Ituriel, s/nº, Fluminense
São Pedro da Aldeia - RJ, CEP 28944-054.

MACEGA
Vegetação típica do litoral norte fluminense. Segundo o dicionário "Aurélio", significa: "o capim dos campos, que quando seco e tão crescido dificulta o trânsito". Alcinha da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia, carinhosamente atribuída pelos aeronavegantes, quando da sua criação em 1965, devido à abundância dessa vegetação na área.

IMPRESSÃO E ACABAMENTO
Imo's Gráfica e Editora Ltda

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA
Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente, a opinião do ComForAerNav.

Acesse nosso site:
www.marinha.mil.br/comforaernav

ARTIGOS

- 08 Operação de Aeronaves Anfíbias no Ambiente Ribeirinho: reflexões e propostas.
- 15 As variáveis do Fator Humano na Instrução de Voo e na Segurança de Aviação.
- 20 A inserção de conceitos do *Aeromedical Resource Management (ARM)* nos treinamentos de *Corporate Resources Management (CRM)*.
- 24 Será o fim do *Plotting Board* nas aeronaves *Lynx* da MB?
- 28 "Primeiros Socorros Psicológicos: aplicação operacional da Psicologia em tempos desafiadores".
- 31 Voo com Óculos de Visão Noturna (OVN), parte II: a consolidação da "Doutrina de Operação Embarcado" do 1º Esquadrão de Helicópteros Antissubmarino.
- 36 Primeira inspeção ALFA/TANGO (A/T) nos UH-15 pela MB e os desafios futuros.
- 41 Os benefícios para o CFN e para a Aviação Naval com a transferência do Batalhão de Combate Aéreo para São Pedro da Aldeia.
- 47 A Pasta de Voo Eletrônica na instrução prática de voo.
- 50 O emprego dos Meios Aeronavais em conflitos: Teóricos Clássicos e Aspectos Evolutivos.
- 55 Reaproveitamento dos motores dos UH-13 nos IH-6B gerando soluções inovadoras e disruptivas com economia de recursos.
- 58 O emprego do helicóptero no combate a incêndios.
- 62 DOGFIGHTING.
- 66 A influência da nova lei de licitações nos processos no âmbito do Complexo Aeronaval.
- 70 Treinador tático para aeronaves da Força Aeronaval.
- 74 O Emprego do UAS *ScanEagle* em prol da proteção da "Amazônia Azul".
- 78 Limitações e vulnerabilidades em Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP).
- 84 Os operadores de sensores de Aviação da Marinha do Brasil.
- 88 Óculos de Visão Noturna nas aeronaves UH-17: riscos envolvidos e ampla gama de capacidades.
- 92 A relevância da simulação de gerência de Tráfego Aéreo (ATM) como forma de incrementar a Segurança Operacional na prestação do serviço de controle de Tráfego Aéreo na Zona de Controle Aldeia (CTR-ES).
- 96 Há 50 anos o *Lynx* voava a primeira vez, conheça a história do *Lynx* no Brasil.
- 101 O Curso de Aperfeiçoamento de Aviação para Oficiais (CAAVO) e as particularidades de sua complexa formação.
- 103 Aspectos e fatores operacionais e humanos no voo de helicóptero com Óculos de Visão Noturna (OVN).
- 106 Por trás da fonia.

SEÇÕES

- 05 História da Aviação Naval: Escola da Aviação Naval.
- 108 Voluntárias Cisne Branco (VCB) - Seccional São Pedro da Aldeia.
- 110 Concurso de Fotografia.
- 113 Vultos da Aviação Naval: Almirante de Esquadra José Maria do Amaral Oliveira.
- 115 Asas de Outrora: Focke-Wulf Fw-58B Weihe.



LIMITAÇÕES E VULNERABILIDADES EM SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS (SARP)

INTRODUÇÃO

Uso, cada vez mais frequente, pelas Forças Armadas de Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP), também conhecidos como drones, Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) ou, ainda do inglês, *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), traz, como consequência, a verificação dos pontos de fraqueza destas plataformas. Essas fraquezas, consideradas como fatores adversos, ao serem aproveitadas por possíveis inimigos, podem comprometer o desempenho e o cumprimento de missões por nossas Forças.

Essas fraquezas estão relacionadas aos aspectos e desafios tecnológicos dos SARP e podem se apresentar tanto como limitações e/ou vulnerabilidades. Desta forma, o objetivo deste artigo é abordar, de forma não exaustiva, essas limitações e vulnerabilidades, no intuito de contribuir com o aumento da capacidade de uso destas plataformas em operações navais e/ou conjuntas.

Capitão de Fragata (EN) ALI KAMEL ISMAEL JUNIOR

LIMITAÇÕES

Limitação é um conceito associado ao estado da arte em que se encontra certa tecnologia. Ou seja, representa os requisitos técnicos e operacionais máximos que um sistema ou plataforma possui, em função do estágio de desenvolvimento tecnológico de seu projeto, fabricante ou fornecedor. Quando se fala em estado da arte, muitas questões técnicas e operacionais devem ser abordadas, como, por exemplo, o nível de autonomia necessário, confiabilidade, sensibilidade ambiental, integração de veículos, operação e treinamento, tanto em relação ao SARP, como de sua Estação de Controle.

No caso específico dos SARP, Filho & De Moraes (2012) indicam que, desde o início de sua concepção e fabricação, os sistemas aéreos não tripulados e/ou operados remotamente possuem como principais fatores limitadores o cenário de sua utilização e o seu grau de automatismo.

Isto pode ser exemplificado para os primeiros SARP desenvolvidos que eram dotados “de câmeras fotográficas e controlados por rádio, com apenas 30 minutos de autonomia” (FILHO & DE MORAES, 2012), por terem evoluído a partir de aeronaves controladas por controle remoto, criadas para treinamento de artilharia antiaérea e de mísseis guiados, tecnologias essas desenvolvidas durante a década de 1950, nos Estados Unidos da América (EUA), como o drone para alvo *Firebee*.

Em termos de aspectos construtivos, um importante diferencial dos SARP, em relação a outros equipamentos e armamentos de controle remoto, é a existência de uma inteligência artificial limitada que, diante da falha de algum subsistema ou componente, é capaz de, automaticamente, tomar uma ação corretiva ou avisar o operador. Ainda assim, essas contramedidas são programas, inseridos na aeronave segundo modelagens de cenários possíveis e previstos para a operação

Foto: Aviação de Patrulha da FAB incorpora aeronaves remotamente pilotadas IAI-Heron-1-3

de um SARP. Por conta dos riscos de acidentes em ações que envolvam ataques, ainda não se optou pela capacidade autônoma para os SARP de tomada de decisão, preservando a limitação de atuação às circunstâncias previstas de uma missão, para o desempenho de tarefas específicas. Ou seja, ainda não existem projetos capazes de realizar várias tarefas numa mesma missão, ou que permitam ampla adaptação se as condições da missão forem alteradas e/ou a comunicação e outros subsistemas forem, por alguma razão, afetados. Assim, SARP e aviões convencionais ainda são sistemas de armamentos complementares (FILHO & DE MORAES, 2012).

Os desafios técnicos para mitigar limitações em projetos de SARP incluem parâmetros como tamanho, resistência, velocidade, capacidade de recuperação, alcance de sobrevivência, altitude ou profundidade, juntamente com o equilíbrio entre as características desejáveis tanto na plataforma, como na sua Estação de Controle ou Acompanhamento que, com o advento de novas Tecnologias de Informação (TI), Integração de Sistemas, Inteligência Artificial (AI), e Sistemas de Comando e Controle, os dados provenientes dos SARP podem ser tratados e integrados de forma

mais rápida e compartilhados com as diferentes instâncias do Comando, ajudando na orientação e na condução das ações estratégicas no Teatro de Operações. Entretanto, estas características podem ser incompatíveis entre si, como as relacionadas a comunicações, inteligência, consciência situacional, capacidade de alterações de planificação (necessária para mudanças de ameaça), veículos de múltiplos controles e interfaces humanas, etc. Considerando Veículos Autônomos (AV) para Operações Navais, o *National Research Council* (2005) indica que, normalmente, os parâmetros de limitação, que também podem ser considerados para os SARP, são:

Custo: os drones AV prometem reduzir consideravelmente o custo de realização de muitos tipos de missões. Como eles não precisam fornecer os requisitos para a presença de tripulantes, como espaço interno, o suporte vital e a proteção especial contra ameaças (por exemplo, uniformes de proteção), eles geralmente podem ser feitos com menos equipagem e requisitos dimensionais menores do que normalmente seriam. Segundo o *National Research Council* (2005), historicamente, o custo de um veículo

tripulado é aproximadamente proporcional à sua massa (cerca de US\$ 3.300 por Kg, ou US\$ 1.500 por libra, para uma estrutura militar típica para veículos tripulados). Assim, as reduções na massa produzem economias substanciais nos custos de compra, muitas vezes resultando em uma redução proporcional dos custos no suporte necessário para o veículo. A redução de custos é uma consideração tão importante que compensa investir na miniaturização de veículos autônomos. Por exemplo, com miniaturização e redução de custos suficientes, o uso de AV descartáveis pode tornar algumas missões viáveis, que de outra forma seriam muito caras. Essas compensações precisam ser cuidadosamente consideradas no projeto. Embora a experiência atual com drones não pareça acompanhar os baixos custos, por exemplo, experimentados na indústria de computadores, com a maior difusão e demanda do uso dos veículos autônomos, a tendência é o aumento dos níveis de produção, com a redução dos custos para cerca de US\$ 1.500 por Kg. Computação embarcada: a capacidade de computação integrada nos drones AV provavelmente continuará a seguir a lei de Moore à medida que a tecnologia comercial avança.





Figura 3 - Eletrônica embarcada em um SARP (ENGENHARIA AERONÁUTICA, 2021)

Sensores para Inteligência, Vigilância, Reconhecimento e Acompanhamento: além da computação a bordo, outros aspectos dos AV, como os sensores de imagem, provavelmente continuarão também a avançar rapidamente. Contudo, esses sistemas geralmente têm limites teóricos que restringirão novos avanços em certas áreas. Por exemplo, muitos sensores de imagem agora podem detectar quase toda a luz disponível que entra na abertura da câmera, com o ruído próprio do sensor perto dos limites inferiores estabelecidos pelas leis físicas. Assim, a sensibilidade à luz não aumentará, mas as melhorias desses sistemas de sensores de imagem virão principalmente em termos de aumento do tamanho total da matriz de imagens. Assim, imagens de tipo panorâmico podem ser esperadas. Essas imagens preservam os detalhes precisos necessários para uma interpretação de imagem sofisticada. Os sensores avançados para Inteligência, Vigilância, Reconhecimento e Direcionamento ao Alvo (*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance and Targeting - ISR & T*) muitas vezes requerem óptica que não pode ser miniaturizada. Esta limitação de tamanho é ditada pela natureza da onda da luz e não está sujeita a miniaturização através da aplicação de tecnologia avançada. Assim, os AV muito pequenos, que levam

sensores pequenos, precisarão abordar seus alvos relativamente de perto para obter bons dados de ISR & T, enquanto AV maiores podem obter dados de uma distância consideravelmente maior para atingir o mesmo objetivo, uma vez que o tamanho da abertura da câmera é proporcional ao alcance para o alvo. Assim, se forem necessárias boas imagens da superfície do solo ou do mar, um UAV de reconhecimento de alta altitude teria que ser um veículo relativamente grande para acomodar uma câmera do tamanho necessário. Outra característica física importante da detecção atmosférica é o efeito do vapor de água na radiação eletromagnética de alta frequência. Em geral, as nuvens são opacas para a radiação eletromagnética em frequências ópticas e infravermelhas, enquanto que a radiação em frequências mais baixas não é impedida. Assim, as emissões de radar passam facilmente através de nuvens, enquanto as imagens ópticas e infravermelhas não. Ou seja, quando as nuvens ou a névoa obscurecem o solo, os VANT de alta altitude perderão seus recursos de sensores eletro-ópticos (EO) e infravermelhos (IR), mas manterão seus sensores radar, incluindo Radars de Abertura Sintética (SAR) e as capacidades do Indicador de Movimento de Alvo (MTI).

Resistência: normalmente, os pequenos veículos tendem a ter intervalos relativamente baixos e tempos de caminhada, enquanto os veículos maiores podem ter intervalos muito maiores e tempos de folga. As leis físicas determinam que os veículos aéreos e subaquáticos têm aproximadamente o mesmo relacionamento de resistência versus massa. Essas limitações são exibidas em dados para veículos reais. Uma vez que um veículo de um determinado tamanho pode transportar tanto combustível, pode opor-se a ventos naturais ou a correntes oceânicas por um período de tempo limitado. A maioria dos atuais SARP com



Figura 5 - Modelo Schiebel S-100 Camcopter (CONHECIMENTO DE IMAGENS, 2016)

autonomia maior que 24 horas tem um peso bruto de pelo menos 1 tonelada. Em contrapartida, veículos pequenos e muito mais leves e que podem ser lançados manualmente, têm uma autonomia máxima de algumas horas. Esta limitação, que é principalmente o resultado da física básica, não é facilmente acessível à melhoria por tecnologia avançada. Em parte, por esta razão, a Agência de Projetos Avançados de Pesquisa de Defesa (DARPA) vem financiando o desenvolvimento de pequenos helicópteros que podem realizar longas missões sem ficar sem combustível.

Tipos de veículos autônomos: existem três grandes categorias de SARP, que podem ser caracterizadas por tamanho, que são viáveis e atraentes. Um tipo, sendo muito pequeno, tem uma resolução e resistência limitada do sensor e deve se aproximar relativamente do alvo para realizar sua missão, conforme discutido acima. Seu pequeno tamanho e massa significam que pode ser muito barato, lançado manualmen-



Foto: Britain military drone

te e "intratável" (esperado para sobreviver apenas a um número limitado de missões), ou mesmo dispensável (não recuperado). Os veículos nesta categoria só podem manobrar por algumas horas, mas podem ampliar suas missões úteis, por exemplo, no terreno local. Tais veículos podem ser tão pequenos e discretos que não seriam muito vulneráveis, apesar do fato de eles se aproximarem muito de seus alvos.

Comunicações: para os SARP, no ar, é relativamente fácil se comunicar ao longo de uma linha de visada, então estas plataformas podem fazer parte de redes interconectadas capazes de retransmitir enormes quantidades de dados. Felizmente, a atmosfera terrestre propaga facilmente a maioria das radiofrequências até cerca de 100GHz (gigahertz), mesmo através de fortes chuvas. Dois SARP podem ser separados por até cerca de 500Km (aproximadamente 300 milhas) e ainda manter uma linha de visada acima do mau tempo. Mesmo com essas taxas de dados teóricas reduzidas em um fator de 100 para dar uma margem contra armamentos, um conjunto de SARP pode criar uma rede de comunicações interligadas densamente autônoma em suporte de operações navais, que fornece um serviço equivalente à televisão de alta qualidade de definição (HDTV) entre as unidades de superfície no espaço de batalha, a rede de SARP e a frota Naval. Um sistema de baixa largura de banda de antenas pequenas e onidirecionais, seme-

lhante aos sistemas de telefonia celular, pode atender pedidos de acesso à rede de alta taxa de dados, além de fornecer um serviço limitado às unidades terrestres através da folhagem e outros problemas de fundo. Embora seja difícil fornecer comunicações razoáveis às unidades terrestres sem enlaces aéreos, tal rede de SARP pode fornecer alta largura de banda para unidades de superfície. Para missões que envolvam unidades submarinas, é necessário que essas unidades elevem uma antena à superfície para se conectar à rede SARP e trocar grandes quantidades de dados por meio de *links* de dados táticos. Neste cenário de interoperabilidade, fundamentalmente, o problema é permitir que cada nó mantenha roteamento e conectividade eficientes, enquanto diferentes veículos entram e saem do alcance local e da visão uns dos outros ou sofrem algum tipo de ataque eletrônico cibernético ou por bloqueio. Este problema é um aspecto de um desafio maior que inclui a desconfligação do espaço aéreo (em combinação com veículos pilotados), a alocação e atribuição de recursos AV, a interoperabilidade de diferentes sistemas AV e a gestão e distribuição de informações com diferentes níveis de classificação de segurança. Embora seja evidente que essas questões são solúveis, elas estão estreitamente inter-relacionadas e precisam ser abordadas de forma agressiva como um conjunto integrado de problemas.

VULNERABILIDADES

A vulnerabilidade está mais associada ao grau de imunidade da plataforma aos riscos envolvidos em sua operação por conta de suas limitações ou características de projeto.

Como exemplo, o caso dos SARP que necessitam de comunicações via satélite, que são sensíveis a interferências da natureza (como radiações vindas do espaço), bem como intencionais, provenientes de sistemas anti-drones do inimigo.

Por alguns drones poderem contar com sistema de piloto automático, a ausência de comandos ou monitoramento a distância não representa um óbice preocupante. Entretanto, é preciso considerar que a falta de um piloto presente pode representar uma vulnerabilidade que pode levar à perda do drone em caso de pane em seus sistemas, talvez não sendo possível realizar o seu manejo ou a sua recuperação.

Há também que se considerar que mesmo que o *link* de comunicação para o Comando e Controle com o drone seja considerado como seguro, ele pode ser alvo de ataques e possíveis quebras de segurança, levando a crer na existência de uma possibilidade, mesmo que remota, de que a comunicação entre uma base e um drone possa ser "hackeada", trazendo assim consequências graves e inimagináveis, frente à realidade atual da guerra cibernética.

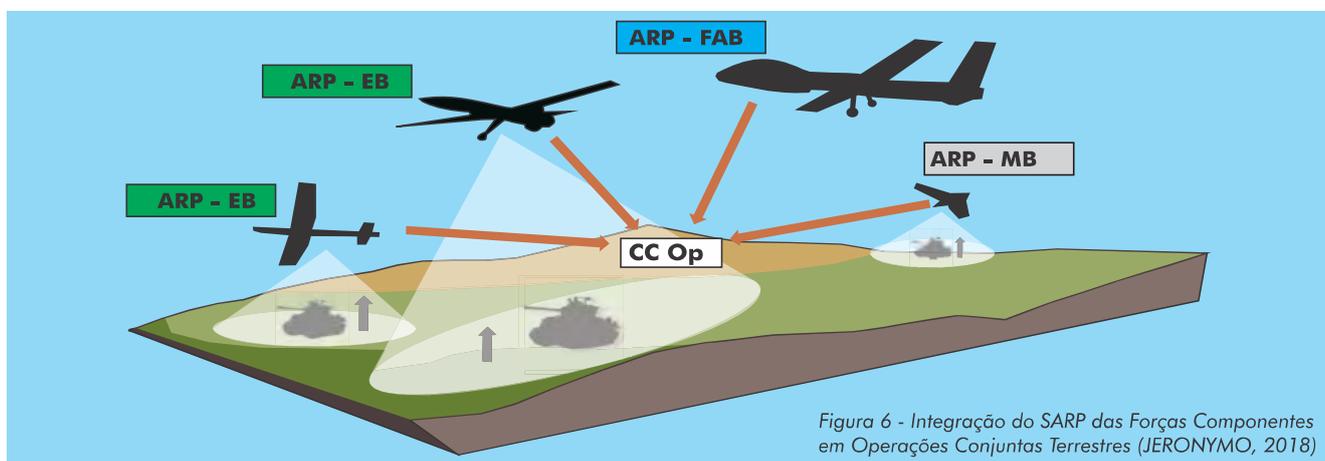
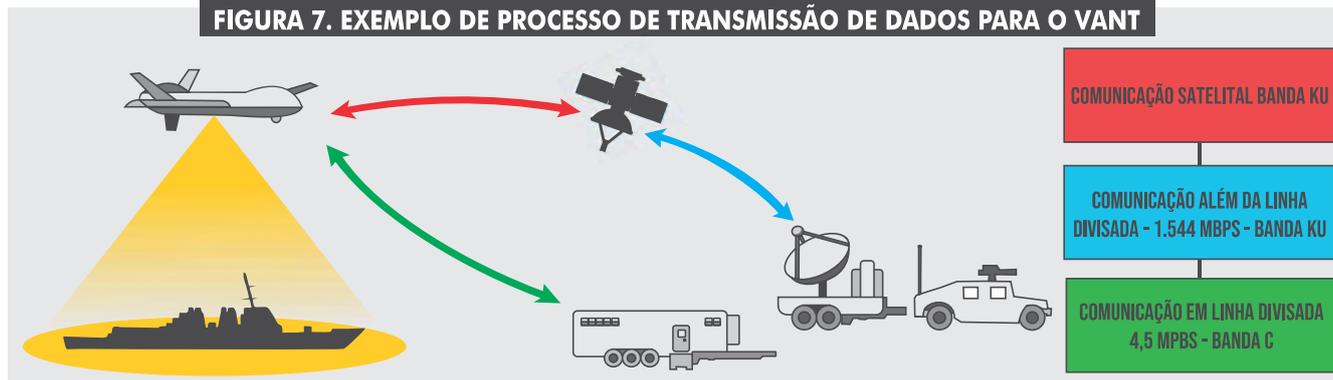


Figura 6 - Integração do SARP das Forças Componentes em Operações Conjuntas Terrestres (JERONYMO, 2018)

FIGURA 7. EXEMPLO DE PROCESSO DE TRANSMISSÃO DE DADOS PARA O VANT



A Figura 7 mostra o exemplo de processo de transmissão de dados para os VANT ou SARP (GONÇALVES e DE CAMPOS, 2015).

De Paula (2014) cita outras restrições advindas de características construtivas das Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP):

“Apesar da evolução ocorrida com as ARP nas últimas décadas, ainda estão presentes diversas limitações de seu emprego.

Por exemplo, suas características furtivas exigem trabalho coordenado junto aos órgãos de controle de tráfego aéreo, a fim de evitar colisões em voo. Na Guerra do Afeganistão, em 15 de agosto de 2011, ocorreu uma colisão entre uma ARP e um avião C-130 Hércules, com a destruição daquela e avarias na asa do avião. Outra restrição é sua longa autonomia, que exige um grande número de operadores durante o voo. Na Guerra do Afeganistão, os italianos utilizaram três tripulações se revezando, para cada voo realizado por suas ARP, que têm duração média de 12 horas. Apresentam, também, um alto índice de acidentes. Novamente, na Guerra do Afeganistão, a United States Air Force (USAF) perdeu, no início do conflito, 30% das suas ARP Predator, um índice altíssimo. Ressalta-se que nenhuma destas perdas refere-se à ação do inimigo, mas a erros de operação, vulnerabilidades dos sistemas e problemas meteorológicos. São também lentos quando comparados a aeronaves tripuladas, voando com cerca da metade da velocidade de um moderno helicóptero. Transportam, ainda, pouca carga útil, tornando sua carga de sensores limitada. Por serem geralmente

aeronaes pequenas, leves e impulsio-
nadas por um motor pouco potente,
transportam, normalmente, apenas
um tipo de sensor em um ponto da
estrutura. Possuem, também, uma
distância de afastamento da estação
de controle limitada, sendo mais
eficientes quando empregados em
ações pontuais e em áreas restritas.
Finalmente, quando empregados em
conflito são mais vulneráveis. As
principais razões para isso são sua
baixa velocidade, que o torna um
alvo mais fácil, sua menor consciên-
cia situacional, por não haver
tripulantes a bordo e sua visão
limitada, que é proporcionada
apenas pelos seus sensores (DE
PAULA, 2014).”

Um aspecto que Chamayou (2015) apresenta como sendo, em um primeiro momento, considerado como algo positivo na “guerra de drones”, pode significar uma vulnerabilidade representada pelo acirramento na vontade de lutar das forças oponentes pelo fator psicológico da “vigilância letal persistente” proporcionado nas populações civis que venham a sofrer ataques dessa natureza:

“David Rohde, jornalista do The New York Times sequestrado em 2008 e detido no Waziristão durante sete meses, foi um dos primeiros ocidentais a descrever os efeitos que essa vigilância letal persistente produziu nas populações a ela submetidas. Evocando um “inferno na Terra”, ele acrescenta: “Os drones eram aterradores. Do chão, é impossível determinar quem ou o que eles estão rastreando enquanto descrevem círculos sobre sua cabeça. O zumbido longínquo do motor soa como a lembrança constante de uma

morte iminente”. Os testemunhos coletados nessa região pelos autores do relatório “Viver sob os drones”, elaborado em 2012, seguem a mesma linha: Eles estão sempre nos vigiando, estão sempre em cima de nós, e a gente não sabe nunca quando vão atacar. Todo mundo tem medo o tempo todo. Quando nos encontramos para fazer uma reunião, temos medo de que haja um ataque. Quando ouvimos o drone girando no céu, pensamos que ele pode atacar. Estamos sempre com medo. Temos sempre esse medo em nossa cabeça. Os drones estão sempre na minha cabeça. Isso me impede de dormir. São como um mosquito. Mesmo quando a gente não vê, dá para ouvir, a gente sabe que estão lá. As crianças, os adultos, as mulheres, estão todos aterrorizados... Eles choram de terror. Um habitante de Datta Khel – uma localidade atacada mais de trinta vezes pelos drones nos três últimos anos – acrescenta, sobre seus vizinhos: “Muitos estão mentalmente desequilibrados [...] ficam fechados num quarto. Assim como quando pessoas são trancadas na prisão, eles ficam fechados num quarto”. Os drones, com efeito, petrificam. Eles produzem um terror de massa, infligido a populações inteiras. É esse, além dos mortos e feridos, dos escombros, da cólera e dos lutos, o efeito de uma vigilância letal permanente: um isolamento psíquico, cujo perímetro não é mais definido por grades, barreiras ou muros, mas pelos círculos invisíveis que traçam em cima das cabeças os rodopios sem fim de mirantes voadores (CHAMAYOU, 2015).”

Este fator psicológico indicado por Chamayou (2015) precisa ser

avaliado com muita cautela durante o planejamento das operações, pois pode causar sérios efeitos adversos em relação ao ânimo do inimigo em continuar a luta, bem como na possibilidade de transtornos pós-traumáticos nos operadores de drones, pelas consequências de um ataque em que ocorram mortes de inocentes. Um outro aspecto notável é apresentado por Quadros (2014), e que pode ser considerado uma vulnerabilidade preponderante, é o treinamento específico do pessoal que irá manter, apoiar e operar os drones, neste caso aéreos, e seus elementos componentes:

[...] "as várias funções distintas dentro de um SARP, com especificidades técnicas em termos de qualificação de pessoal bastante diferentes, tornam o estudo dos recursos humanos para operação desses sistemas algo mais complexo do que normalmente se imagina. [...] viu-se que o piloto, mesmo nos SARP, continuará sendo indispensável por mais algum tempo, em função do atual estágio de desenvolvimento tecnológico desses sistemas e a necessidade de um conhecimento e habilidade específicos para a atividade. [...] decorrente da análise do perfil psicológico, requisitos fisiológicos e habilidades necessárias para os pilotos de SARP, concluiu-se que diferem consideravelmente dos referidos aspectos em relação aos pilotos de aeronaves tripuladas. Ao analisar a experiência na formação de pilotos de SARP em outras forças armadas, percebeu-se que, no caso da USAF, a elevada demanda reprimida de pilotos durante as Guerras do Afeganistão e Iraque foi o principal fator que motivou a criação

de uma nova carreira dentro da USAF. Tal decisão mostrou-se totalmente acertada, resolvendo tanto o problema da demanda crítica de pessoal, quanto gerando uma substancial economia de recursos financeiros na formação dos pilotos e em pouco tempo. Já o US Army, além de diferenciar a formação dos pilotos como na USAF, utiliza as praças ou graduados e até civis contratados através de empresas terceirizadas, também formando uma grande quantidade de pilotos de SARP em pouco tempo, aptos para operarem seus principais SARP em combate (QUADROS, 2014)."

O desenvolvimento de contramedidas para os SARP é o mais recente tipo de ameaça para este tipo de plataforma, representando, assim, uma possível vulnerabilidade. Albright (2015) descreve o estágio atual nas medidas anti-drones aéreos:

"A tecnologia dos drones não é a única coisa que avança rapidamente. Organizações civis e militares se esforçam no desenvolvimento de contramedidas para os drones. A Boeing, por exemplo, testou recentemente um canhão laser que pode derrubar drones, foguetes, e obuses de 60mm dentre mais de 100 outros tipos de alvo. Como teste, foi usado um laser de 10kW, mas a Boeing planeja aumentar a potência para 50 ou 60kW quando for destinado ao uso militar. O mais curioso desse teste é que o operador do laser usava um controle de Xbox. A US Navy testou um aparato similar no ano passado, que derrubou um drone militar durante uma simulação em tempo real. Esses lasers serão instalados em barcos e caminhões, tornando-os móveis o bastante para promover a defesa de uma vasta área de território. Mas e os outros tipos de tecnologia anti-drones? O fato é que os UAV são plataformas que necessitam de GPS, rádio, e outras formas de sinal, o que os torna suscetível a outras formas de ataque. O Irã alega ter conseguido, há alguns anos, "hackear" um drone americano e tê-lo feito pousar, enquanto os EUA afirmam

que esse drone teve uma pane e caiu. De qualquer forma, fica claro que "hackear" um drone pode ser um problema a ser seriamente considerado. Uma empresa do Oregon, a Domestic Drone Countermeasures, DDC, vem desenvolvendo, já há algum tempo, um sistema de detecção eletrônica de drones, apesar da malfadada campanha Kickstarter. Enquanto o sistema atualmente só detecta drones em voo baixo, como os usados por civis e polícia, eles esperam que esse sistema possa vir a desativar a câmera e outros sensores desses drones (ALBRGHT, 2015)."

Neste tópico também já foram desenvolvidos Sistema anti-SARP como o Drone Guard ELI-4030, da empresa IAI-ELTA (Israel) sendo uma solução anti-UAV, multi-sensor, comprovada operacionalmente. Segundo o fornecedor, os módulos que o compõe são radar 3D com medição precisa da altura para detecção do alvo; identificação por meio de sistema EO escravo da detecção de radar para verificação do alvo e o módulo interferidor com jammer direcional escravo para o alvo identificado por interrupção, criando, assim, uma solução compacta focada apenas na detecção e proteção contra drones.

CONCLUSÕES

De uma maneira geral, a partir dos autores consultados, as limitações e vulnerabilidades no uso de drones estão associadas fundamentalmente às suas características construtivas, tecnológicas e logísticas, na filosofia de uso e ao próprio fator humano. O assunto é complexo e não se esgota com o que foi aqui explanado. O estudo aprofundado dos pontos apresentados, suas interrelações e a busca por soluções autóctones pelos Setores de Ciência Tecnologia e Inovação das Forças Armadas Brasileiras, aumentam as chances de sucesso no emprego da tecnologia de SARP, mitigando as limitações e vulnerabilidades aqui mencionadas e outras que ainda possam ser identificadas.

Canhão Laser de Alta Potência LaWS (ALBRGHT, 2015)

