

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA
(CI A Cos/1934)**

CURSO DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARA OFICIAIS

ARTIGO CIENTÍFICO – 2022



**A NECESSIDADE DE INTEGRAÇÃO DA DEFESA ANTI SARP ÀS
DEFESAS ANTIAÉREAS DE BAIXA, MÉDIA E GRANDE ALTURA E
CURTO, MÉDIO E LONGO ALCANCE**

**Rio de Janeiro
2022**

**A NECESSIDADE DE INTEGRAÇÃO DA DEFESA ANTI SARP ÀS
DEFESAS ANTIAÉREAS DE BAIXA, MÉDIA E GRANDE ALTURA E
CURTO, MÉDIO E LONGO ALCANCE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea, como requisito para a
obtenção do Grau de Pós-graduação *Lato
Sensu* de **Especialização em
Operações Militares de Defesa
Antiaérea e Defesa do Litoral.**

Orientador: FELIPE MARTINS MOREIRA DE ALMEIDA

**Rio de Janeiro
2022**

Catálogo na Publicação (CIP)

Rosa Filho, Paulo César Gonçalves

R788n A necessidade de integração da defesa anti SARP às defesas antiaéreas de baixa, média e grande altura e curto, médio e longo alcance / Paulo César Gonçalves Rosa Filho. -- Rio de Janeiro, 2022.
32f.

Orientador: Felipe Martins Moreira de Almeida.
Trabalho de conclusão de curso (especialização) - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2022.

1. Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP). 2. Defesa antiaérea. 3. Artilharia antiaérea. 4. Energia dirigida. I. Almeida, Felipe Martins Moreira de. II. Título.

1º Ten PAULO CÉZAR GONÇALVES ROSA FILHO

**A NECESSIDADE DE INTEGRAÇÃO DA DEFESA ANTI SARP ÀS
DEFESAS ANTIAÉREAS DE BAIXA, MÉDIA E GRANDE ALTURA E
CURTO, MÉDIO E LONGO ALCANCE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea, como requisito para a
obtenção do Grau de Pós-graduação *Lato
Sensu* de **Especialização em
Operações Militares de Defesa
Antiaérea e Defesa do Litoral.**

Aprovado em _____ de _____ de 2022.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

THIAGO RIBEIRO DE ALMEIDA – Maj – Presidente
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

FELIPE MARTINS MOREIRA DE ALMEIDA – 1º Ten – Orientador
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

LEONARDO VIGLONGO CONSTANT-Cap – Membro
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

RESUMO

Este trabalho tratará a respeito do combate aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotados (SARP) no âmbito da Artilharia Antiaérea em suas diversas camadas de atuação e nos seus alcances de atuação. Serão estudadas as capacidades e limitações do SARP, assim como as características dos sistemas anti SARP, visando o emprego, a integração da Defesa Antiaérea e as capacidades de se neutralizar ou inibir o uso de SARP por meio de armamentos de energia dirigida. O trabalho contará com exemplos já em uso pela Forças Armadas e também com materiais de uso de Defesas Antiaéreas de outras forças do mundo em operação. A fim de facilitar o entendimento será realizado um aprofundamento progressivo sobre cada assunto, culminando com uma comparação das formas de combate anti SARP utilizadas nos exércitos de todo o mundo.

Palavras-chave: SARP; Defesa Antiaérea; Artilharia Antiaérea; Energia dirigida

RESUMEN

Este trabajo versará sobre la lucha contra los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (SARP) en el ámbito de la Artillería Antiaérea en sus diversas capas de actuación y en su ámbito de actuación. Se estudiarán las capacidades y limitaciones del SARP, así como las características de los sistemas anti SARP, visando el empleo, la integración de la Defensa Antiaérea y las capacidades para neutralizar o inhibir el uso del SARP por medio de armas de energía dirigida. El trabajo contará con ejemplos ya en uso por las Fuerzas Armadas y también materiales utilizados por las Defensas Antiaéreas de otras fuerzas en el mundo en operación. Para facilitar la comprensión, se realizará una profundización progresiva de cada tema, culminando con una comparación de las formas de combate anti SARP utilizadas en los ejércitos de todo el mundo.

Palabras clave: SARP; Defensa aérea; Artillería Antiaérea; Energía dirigida.

1 INTRODUÇÃO

O Teatro de Operações (TO), atualmente, tornou-se um cenário de guerras tecnológicas no qual as Forças Armadas que dominam as tecnologias possuem vantagens consideráveis sobre o seu inimigo.

Esse fato levou a necessidade de criação de formas de defesa contra as novas ameaças aéreas como é o caso da Defesa Antiaérea, que visa, neutralizar, inutilizar ou inibir as ações dos vetores aéreos por meio de armamentos como canhões, mísseis posicionados no solo. A Defesa Antiaérea está prioritariamente voltada para defesa contra aeronaves inimigas e outros vetores aéreos que possam degradar tropas ou estruturas sensíveis, que utilizam o espaço aéreo, porém pode ser utilizada contra inimigos terrestres.

A Artilharia Antiaérea se tornou fator preponderante no campo de batalha a partir do momento em que as aeronaves passaram a ser utilizados como meios militares para apoiar as operações terrestres, tal fato fez surgir a necessidade de se criar uma forma de combater as operações aéreas inimigas.

De acordo com o Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-1), a DA Ae é o conjunto de ações de D Aepc ativa desencadeada da superfície, que visa impedir, anular ou neutralizar a ação de vetores aéreos hostis, tripulados ou não.

Um dos vetores aéreos que está em evolução e uso constante é o Sistema de Aeronave Remotamente Tripulada (SARP), ao qual não necessita de uma tripulação a bordo para a sua operação, diminuindo assim o fator de risco humano. Tal ameaça aérea é cada vez mais explorada no cenário de combate, pois possibilita diversos empregos no espaço aéreo em várias faixas da camada atmosférica e por qualquer escalão.

De acordo com o Glossário das Forças Armadas, MD 35-G-01, nos seguintes termos:

Veículo aéreo, sem operador a bordo, com asas fixas ou rotativas, que dispões de propulsão própria, podendo ser pilotado remotamente ou dotado de um sistema autônomo de navegação. É empregado em ações de ataque ou reconhecimento, sendo recuperável ou não (BRASIL, 2007, p. 264).

Tendo em vista esse avanço no ramo da aeronáutica, a Artilharia Antiaérea (AAAE) necessitou adaptar-se ao combate desse novo vetor aéreo por meio de armas convencionais já utilizadas contra aeronaves presencialmente pilotadas e principalmente pelo emprego de armas de energia dirigida e bloqueadores de espectro eletromagnético, conhecidas como armas anti SARP, que tem a finalidade de emitir energia eletromagnética ou feixe de partículas atômicas ou subatômicas para interromper a comunicação do SARP com o operador, anulando-o ou forçando-o a ameaça a retornar para seu local de origem, não permitindo o cumprimento da missão.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

A crescente utilização de SARP por diversas Forças Armadas do mundo trouxe uma preocupação para diversos setores no campo de batalha. Isso porque as vantagens que uma aeronave remotamente pilotada pode oferecer à Força que utiliza esse vetor abrangem todos os escalões das Forças Armadas. Isso é comprovado pelas diversas categorias de SARP existentes e os seus mais variados usos.

Sendo assim, a Artilharia Antiaérea viu a necessidade de desenvolver formas de combater esse vetor aéreo de alto valor estratégico, operacional e tático em todas as suas faixas de emprego. Cabe ressaltar também os custos que são exigidos para incapacitar um SARP, sejam de forma convencional com o uso de mísseis, canhões e plataformas aéreas ou de forma inovadora como no caso de armas de energia dirigida e bloqueadores, utilizados recentemente, gerando um custo mais baixo e tendo efeitos semelhantes ao armamento convencional, podendo ser usada uma infinidade de vezes

A pesquisa será delimitada nos universos de estudo da Defesa Antiaérea no Brasil, levando em consideração as capacidades da Artilharia Antiaérea para combater os sistemas de aeronaves remotamente tripulados nas mais diversas faixas de emprego, apresentando quais meios estão sendo utilizados para neutralizar ou reduzir a eficiência dos SARP.

Buscando estudar a temática proposta, este artigo será realizado por meio de uma pesquisa exploratória, utilizando materiais já disponíveis como: documentos sobre o assunto, manuais doutrinários do Exército Brasileiro, manuais doutrinários da Força Aérea Brasileira, revistas, livros, pesquisa de artigos/monografias oriundos da EsACosAAe, ESAO e ECEME que demonstram conhecimento técnico e prático do assunto, respeitando o previsto na matriz analítica.

3. ARTILHARIA ANTIAÉREA

A Artilharia Antiaérea é a parte do Exército Brasileiro responsável por fazer a proteção em solo de pontos sensíveis, tropas de importância para a manobra e instalações importantes para o país. Cabe lembrar que a defesa aérea ativa é caracterizada pelo emprego de aeronaves de caça oriundo normalmente da Força Aérea, que realiza as interceptações aéreas no primeiro momento enquanto que a Artilharia Antiaérea realizará a defesa de alguma área de valor primordial ou de tropas no solo, sendo empregada caso os meios da Força Aérea não sejam suficientes para cessar a ameaça, realizando fogos superfície-ar por meio de mísseis e canhões antiaéreos.

Existem dois tipos de missões que podem ser realizadas pela Artilharia Antiaérea as quais dependerão das capacidades e possibilidades da Força Aérea inimiga. A primeira delas é a Defesa Antiaérea que é principal atividade realizada, por outro lado, quando os meios aéreos do inimigo são quase inoperantes e a probabilidade de ataque aéreo inimigo é baixíssima e o inimigo tem um valor de combate terrestre consideravelmente forte, a Artilharia Antiaérea pode ser utilizada com a missão de superfície.

Conforme o Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-2):

A missão antiaérea consiste em realizar a DA Ae de zonas de ação (Z Aç), de áreas sensíveis, de pontos sensíveis e de tropas, estacionadas ou em movimento, contra vetores aeroespaciais hostis. Sua finalidade é impedir, neutralizar ou dificultar um ataque.

Assim, a missão principal da AAAe tem por finalidade:

- a) impedir ou dificultar o reconhecimento aéreo inimigo;
- b) impedir ou dificultar ataques aéreos inimigos a fim de: - na zona do

interior (ZI), possibilitar o funcionamento das infraestruturas críticas sediadas em território nacional; - no TO, permitir a liberdade de manobra para elementos de combate, o livre exercício do comando e uma maior disponibilidade e eficiência das unidades de apoio ao combate e apoio logístico; e

c) em determinadas situações, dificultar a utilização pelo inimigo de porções do espaço aéreo na ZI ou no TO.

3.1 FAIXAS DE EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

Para entendermos as faixas de emprego da Artilharia Antiaérea devemos lembrar que a ameaça aérea pode atuar em toda a extensão do espaço aéreo brasileiro que abrange em quase sua totalidade a camada da troposfera. A Artilharia Antiaérea, dessa forma, deve atuar por toda essa camada atmosférica, pois o vetor aéreo pode vir de qualquer altura e direção.

De acordo com o Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-1) a Artilharia Antiaérea atua nas seguintes faixas de emprego: baixa altura – atua contra alvos voando até 3.000 m; média altura – atua contra alvos voando entre 3.000 e 15.000 m; grande altura – atua contra alvos voando acima de 15.000 m.

Deve ser observado também, o alcance dos armamentos que muda as capacidades e limitações de cada arma antiaérea. O Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-5) classifica os alcances da seguinte forma:

- a) muito curto alcance: possui alcance de até 6.000 m;
- b) curto alcance: possui alcance entre de 6.000 a 12.000 m;
- c) médio alcance: possui alcance entre de 12.000 a 40.000 m; e
- d) longo alcance: possui alcance acima de 40.000 m.

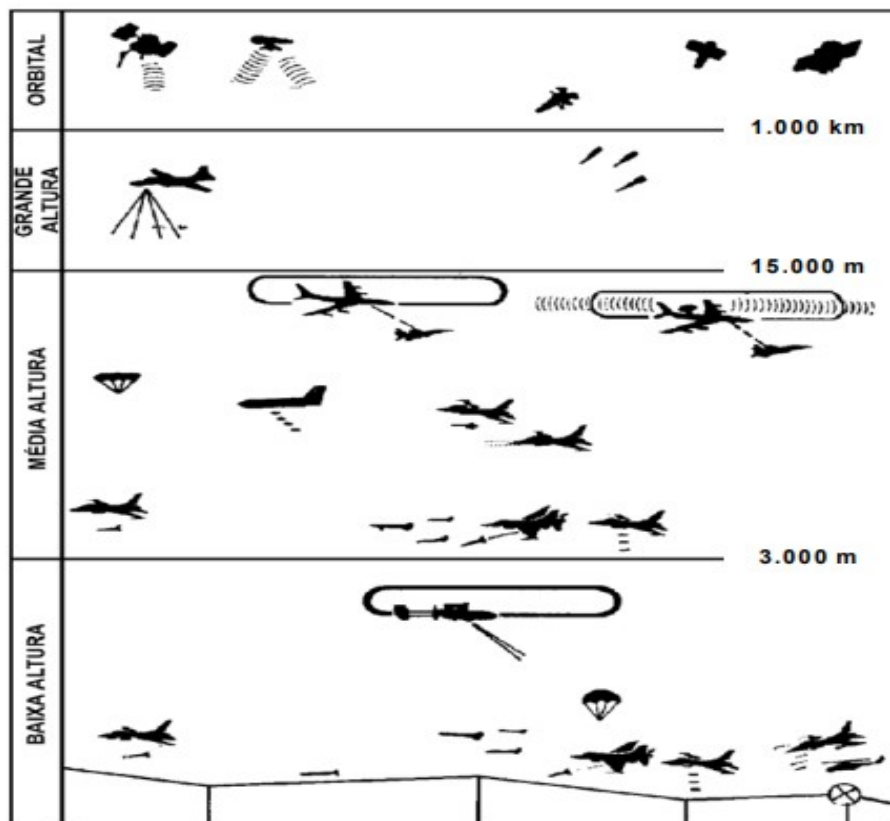
A atuação nas mais diversas faixas de emprego tem-se feito fator relevante conforme cresce e modifica as capacidades dos vetores aéreos, devido ao melhoramento dos armamentos que são capazes de abater alvos de forma mais precisa e cada vez mais longe, contribuindo para o fator segurança dos pilotos, já que não há necessidade das aeronaves adentrarem no envelope de Defesa

Antiaérea e ficarem expostos a fogos da mesma, característica do ataque 'stand-off'. Então há uma relação entre as faixas de emprego no que diz respeito ao alcance e a altura de atuação do vetor aéreo a serem abatidos.

Isso pode ser demonstrado conforme o Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-6):

Os subsistemas de armas de muito curto e de curto alcance integram o sistema de DA Ae de baixa altura. Os subsistemas de armas classificados como de médio alcance integram o sistema de Defesa Antiaérea de média altura. Os subsistemas de armas classificados como de longo alcance integram o sistema de defesa antiaérea de grande altura.

Figura 1 – Faixas de emprego da moderna ameaça aérea



Fonte :EB60-MT23.461 **Inteligência nas Operações de Defesa Antiaérea** (MINUTA)

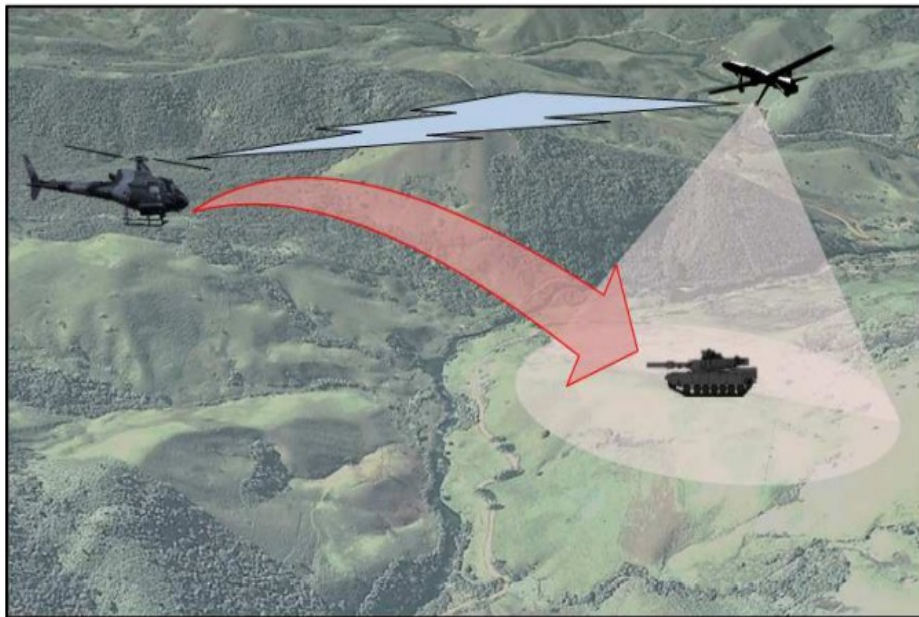
Vale lembrar que atualmente o termo da faixa de emprego orbital está em desuso, sendo englobado dentro da faixa de emprego de grande altura, formando uma única faixa de emprego do espaço aéreo utilizado pelos vetores aéreos existentes que possuem capacidade de operar acima dos 15.000 metros de altitude.

4. SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADOS

Os sistemas de aeronaves remotamente pilotadas devem ser entendidos como plataformas aéreas que não possuem pilotos ou tripulação a bordo para controlarem ou realizarem qualquer outro procedimento em voo, diminuindo os riscos para o ser humano. Esse sistema é operado por pessoas em solo por meio de controle remoto ou sistemas de controles mais robustos, conforme sua necessidade e desempenho ao qual é destinado.

Conforme o Manual de Campanha EB20 – MC – 10.214, a concepção de emprego dos SARP na Força Terrestre baseia-se na complementaridade com outros vetores aéreos (tripulados e não tripulados), na adequação desses sistemas aos diferentes elementos de emprego da F Op e na atuação integrada à manobra terrestre e aos demais sistemas usuários do espaço aéreo.

Figura 2 – Complementaridade dos vetores aéreos tripulados e os SARP



Fonte: BRASIL, Ministério da Defesa, EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre. 2. ed. Brasília, 2020, p. 4-1.

De acordo com o Manual de Campanha EB20 – MC – 10.214, que trata do assunto Vetores Aéreos da Força Terrestre, tais termos são definidos da seguinte forma: conjunto de meios que constituem um elemento de emprego de SARP para o cumprimento de determinada missão aérea. Em geral, é composto de três elementos essenciais: o módulo de voo, o módulo de controle em solo e o módulo de comando e controle (BRASIL, 2014, p. 1 – 3).

Segundo a Portaria Normativa nº 606, do Ministério da Defesa, de 11 de junho de 2004, os SARP são caracterizados da seguinte forma:

Art. 4º Para os efeitos desta Portaria Normativa são utilizados os seguintes conceitos:

Veículo Aéreo Não Tripulado: é uma plataforma aérea de baixo custo operacional que pode ser operada por controle remoto ou executar perfis de voo de forma autônoma podendo ser utilizada para:

- a) transportar cargas úteis convencionais, como sensores diversos e equipamentos de comunicação;
- b) servir como alvo aéreo; e
- c) levar designador de alvo e cargas letais, sendo nesse caso empregado com fins bélicos.

4.1 CAPACIDADES E LIMITAÇÕES DO SARP

Neste momento serão expostas algumas das possibilidades e limitações que os Sistemas Aeronaves Remotamente Pilotados podem apresentar, sendo que algumas dessas possibilidades e limitações apresentam pontos bastante relevantes para a Artilharia Antiaérea para fins de detecção, acompanhamento da aeronave e neutralização.

4.1.1 CAPACIDADES DO SARP

Suas aplicações não param de crescer sendo possível realizar tarefas de reconhecimento, retransmissão de informações, guerra eletrônica incluindo inteligência de sinais, espionagem, vigilância aérea, marítima e terrestre, controle de tráfego aéreo, policiamento urbano, auxílio ao controle de incêndios florestais, lançamento de cargas, mapeamentos, monitoramento ambiental, levantamento de reservas minerais e vegetais, e até ações armadas (PLAVETZ, 2012, p. 68).

Conforme o manual EB 20-MC-10.214, os SARP são empregados no vasculhamento de áreas desenhadas à observação terrestre e para aumentar a profundidade da observação, contribuindo para a sistemática de levantamento de alvos prioritários do comandante da F Op. É particularmente útil nas faixas do terreno em que a ameaça de atuação do oponente já ocorra, ou seja, mais provável (BRASIL, 2014, p 4-9).

No Manual EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força terrestre, as principais capacidades dos SARP são explanadas da seguinte maneira:

- a) contribuir para a obtenção de informações confiáveis – de dia e à noite – observando o meio físico além do alcance visual;
- b) levantar ameaças em extensas áreas do terreno, cobrindo espaços vazios, aumentando a proteção às unidades desdobradas e negando às forças oponentes a surpresa;
- c) permanecer em voo por longo período de tempo, permitindo monitorar em tempo real as mudanças no dispositivo, a natureza e os movimentos das forças oponentes;
- d) atuar sobre zonas hostis ou em missões aéreas consideradas de alto risco, ou que imponham acentuado desgaste às tripulações e às Aeronaves tripuladas, preservando os recursos humanos e os meios de difícil reposição;
- e) atuar como plataforma de armas de alto desempenho, com maior capacidade de infiltrar-se em áreas sobre o controle das forças oponentes;
- f) realizar operações continuadas, de modo compatível com o elemento de emprego considerado.

4.1.2 LIMITAÇÕES

A grande limitação do SARP é justamente sua principal característica, ou seja, a ausência de tripulação a bordo. O piloto de uma aeronave convencional tem condições de avaliar a situação na qual está inserido e inferir o melhor procedimento a ser adotado em seu proveito. Sua presença no ambiente operacional permite uma análise bastante eficaz de tudo que nele acontece, e, desta forma, tem melhores condições de equacionar rapidamente questões inerentes à missão como, por exemplo, a utilização de determinado equipamento eletrônico em missão de vigilância ou armamento por ocasião de um ataque aéreo (SANTOS, 2008).

Pode-se citar também sua grande vulnerabilidade com relação às condições meteorológicas. Como já frisado nas características principais do SARP pequenas dimensões e, conseqüentemente, pequeno peso, em prol de uma relativa abrangência aos sistemas de detecção, tornando SARP sensível a ventos fortes, chuvas torrenciais, dentre outros elementos climáticos (SANTOS, 2008).

4.1.3 CATEGORIAS E CLASSIFICAÇÕES DO SARP

A categoria associa o elemento de emprego aos parâmetros de desempenho, tais como a própria massa do veículo e seu tamanho, formas de lançamento/recuperação, alcance e capacidade para a carga acoplada, tudo com o objetivo de atender às demandas típicas de cada nível (BRASIL, 2014, p 4-5).

Cada categoria de SARP possui capacidades diferentes de geração de produtos e efeitos. Cada uma delas complementa as características da outra, o que permite aos comandantes em cada nível de planejamento e condução das operações obter resultados da maneira mais completa e precisa possível (BRASIL, 2014, p 4-5).

Quadro 1 – Classificação e categorias dos SARP para a F Ter

Categoria	Nomenclatura Indústria	Atributos				Nível do Elemento de Emprego
		Altitude de operação	Modo de Operação	Raio de ação (km)	Autonomia (h)	
6	Alta altitude, grande autonomia, furtivo, para ataque	~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	MD/EMCFA ³
5	Alta altitude, grande autonomia	até ~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	
4	Média altitude, grande autonomia	até ~ 30.000 ft (9.000m)	LOS/BLOS	270 a 1.110	25 - 40	C Op
3	Baixa altitude, grande autonomia	até 18.000 ft (5.500m)	LOS	~270	20 - 25	F Op
2	Baixa altitude, grande autonomia	até 10.000 ft (3.300m)	LOS	~63	~15	GU/BiaBa/Rgt ²
1	Pequeno	até 5.000 ft (1.500m)	LOS	27	~2	U/Rgt ¹
0	Micro	até 3.000 ft (900m)	LOS	9	~1	Até SU

1. Orgânicos de Grande Unidade.
 2. Atuando em proveito da F Op ou na vanguarda de GU.
 3. No contexto da Estrutura Militar de Defesa.

Fonte: BRASIL, Ministério da Defesa, EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre. 2. ed. Brasília, 2020, p. 4-5.

Os SARP de categoria 0 a 3 são empregados no nível tático, fornecendo informações em tempo real à tropa apoiada e proporcionando suporte contínuo nas áreas de interesse para o planejamento e condução das operações. Devem ser integrados a outros sistemas e dispositivos de SARP de outras Forças em presença e de agências civis de maneira a ampliar a gama de produtos oferecidos e cobrir uma porção maior do terreno, evitando-se a redundância desnecessária de esforços (BRASIL, 2014, p 4-5).

Nos SARP das categorias 0 a 2, um mesmo equipamento pode desempenhar as funções de mais de um módulo, com a correspondente simplificação da infraestrutura de apoio e de recursos humanos, mas continuará possuindo todas as funcionalidades de um sistema. (BRASIL, 2014, p 4-5).

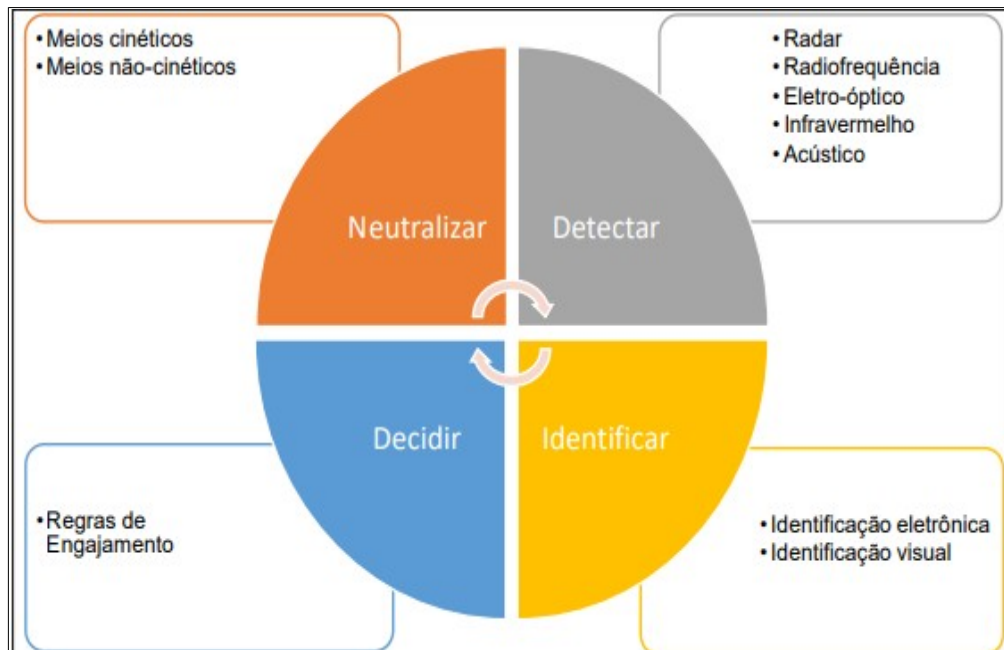
Nas categorias 3 e superiores, as funções e módulos serão, progressivamente, mais complexos e desempenhadas por maior número de pessoas com competências específicas, o que sugere a condução das operações e a gestão do apoio logístico por intermédio da Av Ex. Esta realiza, ainda, a gestão técnico normativa, no que couber, da infraestrutura de apoio das demais categorias. (BRASIL, 2014, p 4-6).

5. NECESSIDADES DE DEFESA ANTI SARP

O crescimento do uso de Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados promoveu uma série de possibilidades às tropas que os utilizam em suas mais diversas categorias. Tal fato vem sendo fator decisivo para a tomada de decisões para os escalões nos mais variados níveis de emprego operacional, pois missões do tipo IRVA (reconhecimento, inteligência, vigilância e aquisição de alvos) são primordiais para qualquer operação militar.

Os métodos atuais de combate aos SARP não são suficientes para abranger todas as categorias comumente conhecidos, pois SARP com dimensões próximas as de uma aeronave de caça são detectados por meio de radares já existentes e que realizam essa função de forma excelente, assim como, o armamento que atualmente existe no mundo é capaz de abater essas aeronaves de forma convencional. Por outro lado, quando falamos de SARP menores o mesmo não pode ser evidenciado, devido a alguns fatores como: as baixas altitudes que operam, a baixa assinatura radar e dimensões muito pequenas, dificultando a detecção.

A capacidade de voarem em altitudes baixas comparadas a outros vetores aéreos, como mísseis e caças, e a sua baixa assinatura de Seção Reta Radar fazem com que seja muito difícil para os sistemas de radares e os mísseis do tipo *fire and forget* onde não há a necessidade do operador realizar o seu guiamento após o lançamento – os detectarem (SPELTA, 2019).

Figura 3 - Fases da atividade anti SARP

Fonte: LIMA FILHO, Paulo Davi de Barros. **A defesa anti SARP na Força Terrestre:** Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, 2020, p. 20.

6. DEFESA ANTIAÉREA ANTI SARP

Quando há necessidade de se realizar a Defesa Antiaérea de uma tropa ou ponto sensível são observados primordialmente dois Subsistemas da Artilharia Antiaérea: Subsistema de Controle e Alerta, responsável pela detecção do vetor aéreo, e o Subsistema de Armas responsável por realizar a neutralização da ameaça aérea.

Conforme o Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-4), o Subsistema de Controle e Alerta da Artilharia Antiaérea tem a missão de realizar a vigilância do espaço aéreo sob responsabilidade de determinado escalão de AAAe, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, bem como acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada. Ele é constituído pelos Centros de Operações Antiaéreas (COAAe), pelos sensores de vigilância e pelos postos de vigilância (P Vig).

Segundo o Manual de Campanha de Defesa Antiaérea EB70-MC-10.231 (2017, p. 3-6), o Subsistema de Armas destina-se à destruição dos vetores inimigos. Considerando-se os dois tipos de armas antiaéreas, canhão e míssil, pode-se dizer que nas faixas de média e grande altura o sistema de mísseis é mais indicado para o cumprimento de missões antiaéreas, uma vez que o sistema de canhões possui

limitações de alcance e precisão em relação à altura de voo das aeronaves modernas.

Sabemos que os Subsistemas de Comunicações e Subsistema de Apoio Logístico são de fundamental importância para todo o sistema de Defesa Antiaérea, atuando respectivamente no estabelecimento dos enlaces de comunicações entre os elementos de Defesa Antiaérea e de outras forças amigas que estão realizando a Defesa Antiaérea do Teatro de Operações (TO) ou na Zona de Interior (ZI) e o apoio logístico realizando a manutenção, ressurgimento de munição e outros materiais específicos para o funcionamento dos meios de Defesa Antiaérea.

As tecnologias de mitigação anti SARP incluem, além da defesa aérea tradicional, sistema de armas, guerra eletrônica, SARP com armas ou meios de guerra eletrônicas embarcadas, armas a laser, entre outras (ZHANG,2018).

As tecnologias de neutralização de SARP, também denominados mitigadores não físicos, não cinéticos ou não destrutivos, referem-se a operações que suprimem os movimentos de SARP ameaçadores. Por sua vez, as tecnologias de destruição, ou métodos físicos, cinéticos ou destrutivos, são o conjunto de tecnologias que interrompem a trajetória de um SARP infligindo danos ou destruindo sua estrutura funcionamento (KANG, 2020 e PARK, 2021).

Neste trabalho trataremos apenas do Subsistema de Armas que são utilizados para realizar a neutralização dos SARP em diversas faixas de emprego e categorias explanadas anteriormente.

6.1 DEFESA ANTIAÉREA ANTI SARP DE CATEGORIAS 3 A 6

Os SARP de categoria de 3 a 6 possuem um tamanho similar as aeronaves convencionais já utilizadas pelas Forças Armadas de todo mundo, sendo empregadas por nível tático, operacional e estratégico. Tem capacidades de atuarem em média e grande altura, além de considerável autonomia de voo, proporcionando aos escalões que operam consciência situacional em tempo real do teatro de operações. Além disso, são utilizados em grande parte para realizarem missões tipo IRVA (identificação, reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos) e em alguns casos missões de ataque ao solo.

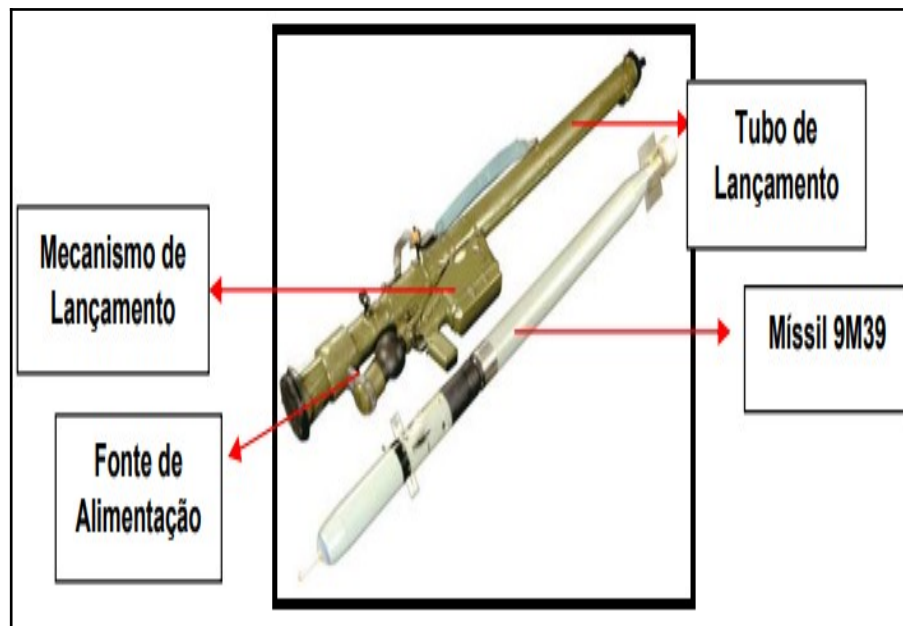
Dessa forma, tais categorias de SARP devem ser encaradas como um vetor aéreo de dimensões, peso e velocidades semelhantes a aeronaves de caça, aeronaves de ataque ao solo e aeronaves de asa rotativa as quais são detectáveis pelos radares, devido a sua seção reta radar, que é a capacidade de um vetor aéreo, ao ser iluminado pelo radar, refletir as ondas eletromagnéticas de volta ao receptor do radar, ser similar a essas ameaças aéreas. Portanto os SARP de categoria 3 a 6 podem ser abatidos por armamentos cinéticos já existentes, como mísseis e canhões antiaéreos de baixa, média e grande altura.

6.1.1 MÍSSIL IGLA 9K38

Segundo o manual CI-44-62-1. ESCOLA DE FOGO DE INSTRUÇÃO DO MÍSSIL IGLA 9K38, o Míssil IGLA destina-se a engajar aeronaves voando a baixa altura, ou seja, até 3500 m, em rota de aproximação ou afastamento, bem como Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e mísseis de cruzeiro, mesmo em ambientes com outras fontes de calor. É um armamento portátil do tipo “*fire and forget*”, ou seja, “atire e esqueça”. Apresenta o alcance máximo de utilização de 5200 m e pode ser disparado de posições fixas, viaturas em movimento em terreno plano (até a velocidade de 20 km/h) e vagões ferroviários (até a velocidade de 50 km/h). Esse armamento antiaéreo em posição de combate pesa 16,7 kg e pode ser lançado do ombro do atirador nas posições de pé ou de joelho, apresentando o tempo de reação 13 segundos.

Seu Sistema de Guiamento é de Atração Passiva por Infravermelho, que funciona por meio da detecção de fontes de calor emitidas pelo alvo, como por exemplo, o calor oriundo das turbinas de uma aeronave. Capacidade de diferenciação de alvos verdadeiros e alvos falsos, como por exemplo “*flares*”, por meio da inserção de um circuito de seleção na cabeça de guiamento do míssil (BRASIL, 2006).

Por ser um armamento portátil, pode ser transportado e utilizado por sua guarnição sem a obrigatoriedade da presença de viatura para transportar seus componentes. Tal característica assegura à Unidade de Tiro (U Tir) dotada do míssil IGLA grande mobilidade e flexibilidade de emprego. É um míssil do tipo “atire e esqueça”, reduzindo as atividades do operador (BRASIL, 2006).

Figura 4 – Míssil IGLA 9K38

Fonte: BRASIL, 2006, p.1-3

6.1.2 MÍSSIL RBS 70

O Sistema Portátil de Defesa Antiaérea de baixa altura, RBS 70, é um míssil portátil telecomandado de curto alcance fabricado pela empresa sueca Saab utilizado por diversos países no mundo, como Alemanha, Argentina, Suécia, entre outros. Desde a sua aquisição pelo Brasil, podemos observar o seu emprego em diversas ocasiões, que variam de casos de treinamentos, visando o adestramento da tropa até o emprego em situações reais, como na Defesa Antiaérea de grandes eventos. Com um sistema de guiamento por fecho laser, o RBS 70 pode ser aplicado a múltiplas configurações de sistemas, que variam desde o clássico sistema MANPADS (Sistema de Defesa Aérea Portátil), para uso por infantaria, como integrado em veículos ou sistema de defesa aérea local baseado em um radar de alerta como o RADAR SABER M60 com o Centro de Operações de Artilharia Antiaérea (COAAe), bem como sistemas de defesa aérea de navios integrados operando remotamente (DEFESANET, 2014).

O RBS 70 é superior a outros mísseis portáteis de Defesa Antiaérea competidor, devido à sua capacidade de engajar todos os tipos de alvo, longo alcance de interceptação, superior a 7km, e cobertura de altitude desde o solo a mais de 4.000m. O exclusivo guiamento por fecho laser permite utilização em qualquer ambiente, sem qualquer interferência (jamming) sobre o guiamento do

míssil. A Espoleta pode funcionar tanto por impacto como proximidade e também emprega raios laser, o que a torna imune a contramedidas. (DEFESANET, 2014).

Figura 5 - Unidade de tiro com operador do míssil RBS 70



Fonte: BRASIL, 2015, p.1-4

6.1.3 VIATURA BLINDADA DE COMBATE (VBC) DEFESA ANTIAÉREA (DA AE) GEPARD 1A2

O blindado possui dois canhões de 35 milímetros com uma cadência de tiros de 1100 tiros por minuto, sendo 550 em cada arma. Tem como capacidade 640 tiros antiaéreo e mais 40 terrestres sendo, 320 e 20 em cada arma com suas funções respectivamente. A munição tem alcance de 5 km e possui defesa passiva com as granadas fumígenas. Além disso, há radar de busca com alcance de 15 km, que faz uma varredura no espaço aéreo acompanhado do radar de tiro, com também alcance de 15 km. O chassi do Gepard é similar com o do carro de combate Leopard 1 do qual o Exército Brasileiro já possui as duas versões.(DEFESANET, 2013)

Os principais requisitos e características do GEPARD:

- a) Alto nível de proteção;
- b) Alta mobilidade;
- c) Autônomo (só dependente de apoio logístico para combustível e munição)
- d) Busca independente e sensores de rastreamento;
- e) Proteção para a tripulação, e,

- f) Capacidade de operar em ambiente de interferências eletrônicas;

Figura 5 – Viatura Blindada de Combate (VBC), GEPARD 1A2



Fonte: DefesaNet, 2013, acesso em 29 de julho de 2022.

6.1.4 SISTEMA SPYDER

A família SPYDER de Sistemas de Defesa Aérea Móvel de Curto, Médio, Longo Alcance (ADS) (LRTM/MRTM/ERTM/SRTM), defende grandes áreas, bem como as Forças Armadas, contra um amplo espectro de ameaças, como aeronaves de ataque, helicópteros, bombardeiros, mísseis de cruzeiro e SARP. Os sistemas SPYDER são operacionais e comprovados em combate. (RAFAEL, 2022)

Os componentes do sistema e interceptadores podem ser combinados de forma flexível, proporcionando diferentes configurações com vários intervalos e recursos. Todos os sistemas SPYDER têm capacidade de engajamento de múltiplos alvos para lidar com ataques de saturação. (RAFAEL, 2022)

A família SPYDER possui recursos autônomos, detectando ameaças em movimento e disparando instantaneamente após a interrupção. Os sistemas permitem um lançamento de 360° em segundos após o alvo ser classificado como hostil e fornecem recursos para todos os tipos de ambientes, lançamento múltiplo e centrado na rede. O design de arquitetura aberta do SPYDER permite a integração de componentes externos como: radares e a cooperação com a indústria local selecionada. (RAFAEL, 2022)

Capacidades:

- a) Os sistemas de mísseis de lançamento inclinado SPYDER-SR e SPYDER-ER 360° fornecem capacidade de reação rápida, bloqueio antes do lançamento (LOBL) e bloqueio após o lançamento (LOAL), enquanto estende o alcance da defesa para até para um raio de 40 km.
- b) SPYDER-MR e SPYDER-LR oferecem interceptação de alvos de médio e longo alcance através de lançamento vertical, enquanto empurram o envelope de defesa até um raio de 80 km.
- d) Os sistemas SPYDER possuem recursos avançados de ECCM e usam cargas úteis de observação eletro-óptica, bem como comunicação de link de dados sem fio.(RAFAEL, 2022)

Figura 6 – Sistema SPYDER



Fonte: RAFAEL 2022, acesso em 01, julho de 2022.

6.2 DEFESA ANTIAÉREA ANTI SARP DE CATEGORIAS 0 A 2

Os SARP de categoria 0 a 2 podem ser neutralizados de formas diferentes dos SARP de categoria 3 a 6, pois possuem um tamanho muito reduzido, dificultando a sua aquisição por parte dos Sistemas de Armas convencionais já utilizados para abater aeronaves de pequeno, médio e grande porte.

As aeronaves remotamente pilotadas são largamente vendidas no mercado. A maior quantidade de modelos existentes e de unidades fabricadas no mundo são da categoria Mini (correspondente à categoria 0 no Exército Brasileiro). Além do mais, apresentam especificidades que põe à prova os meios de defesa

aeroespacial. São elas: a baixa altitude de voo e a furtividade aos radares (em virtude da baixa seção reta radar) e aos sistemas de mísseis antiaéreos (CAMPOS, 2018).

Desta maneira, os drones dessa categoria compõem uma próspera ameaça diante da viabilidade de seu uso por “lobos solitários” persuadidos por grupos terroristas, agentes perturbadores da ordem pública ou, inclusive, cidadãos curiosos ou que desprezam as leis de utilização do espaço aéreo. (EIRIZ, 2017).

Destaca-se o fato de que essas plataformas aéreas são capazes de carregar agentes químicos, bacteriológicos e radiológicos de grande poder de destruição ou uma carga útil explosiva. Destarte, sabotadores e terroristas podem estar infiltrados entre os residentes locais com a intenção de utilizar drones para desestruturar a ordem e atingir pontos essenciais ao país em questão. (EIRIZ, 2017).

Outros fatores que tornam as aeronaves remotamente pilotadas atrativas aos grupos terroristas são a complexidade de destruição através dos meios existentes em uma Defesa Antiaérea. Uma vez que se deslocam em baixas altitudes se comparadas aos vetores inimigos tradicionais (aeronaves de alta e baixa performance, mísseis etc). Ainda apresentam assinaturas infravermelha e acústica e uma seção reta radar pequenas, o que as deixam muito difíceis de serem detectadas por radares e mísseis do tipo “*fire and forget*” (EIRIZ, 2017).

Seu minúsculo contorno desafia os atiradores de mísseis portáteis de guiamento por fecho laser ao tentar enxergá-lo no aparelho de pontaria a partir do instante em que a ameaça entra no envelope de engajamento do míssil. Já a utilização de canhões com munições próprias contra drones, produzem uma grande quantidade de estilhaços, ampliando muito a probabilidade de ocorrer um efeito colateral sobre instalações ou indivíduos, não sendo apropriado o seu uso em nenhum cenário urbano de não guerra (EIRIZ, 2017).

Sendo assim, fica evidenciado que os armamentos de baixa altura já existentes como míssil IGLA ou RBS 70 e a Viatura Blindada de Combate (VBC), GEPARD 1A2 tem capacidade de abater os SARP de categoria de 3 a 6. Por outro lado, os SARP de categoria de 0 a 2 tem grande dificuldade de serem neutralizados por esses armamentos, devido ao pequeno tamanho da estrutura. Com isso, faz-se necessário a utilização de armas de energia dirigida, interferidores de ondas eletromagnéticas para bloquearem os sinais recebidos pelos SARP de categoria de 0 a 2.

6.2.1 IACIT SCE0100

O sistema de contramedida eletrônica SCE0100 (JAMMER) é produzido no Brasil pela empresa IACIT, com tecnologia 100% nacional. O SCE0100 é a versão militar de uma série de robustos sistemas de contramedida eletrônica (guerra eletrônica), sendo capaz de ser usado em qualquer local para o bloqueio de diversos sinais de RF. O SCE0100 permite inúmeras configurações, de acordo com o tipo de missão, possibilitando bloquear e/ou interferir em: comunicações de drones, celulares, dispositivos explosivos e demais equipamentos que usem sinais de RF para comunicação. Isso só é exequível devido a abrangente faixa de frequências de operação que ele é ajustável (compreendidas entre 20 MHz e 6 GHz) (IACIT, 2016).

Além disso, o SCE0100 possui as subseqüentes configurações: DroneBlocker (função contra Drones/SARP micro e mini); ComBlocker (função contra comunicação celular); RCIEDBlocker (função contra RCIED); e MobileBlocker (função contra celular/RCIED na configuração portátil de mão (IACIT, 2016).

Segundo a IACIT (2016), seu conjunto de antenas permite uma boa cobertura e um longo alcance à operação, incluindo uma enorme diversidade de ajustes. O operador consegue configurar o sistema de acordo com sua demanda de cobertura, de frequência, potência de saída, formas de onda de sinais e assim por diante. O SCE0100 consegue bloquear, além do sinal de comunicação, os sinais de navegação GPS dos drones. Ele também pode ser usado com a finalidade de bloqueio da comunicação celular em estruturas ou em comboios cujo objetivo seria de bloquear RCIED. O SCE0100 ostenta uma estrutura modular, compacta, com interfaces flexíveis e de baixo consumo, proporcionando aplicações em missões terrestres (fixo e transportado), aéreas e marítimas.

Figura 7 - SCE0100 (JAMMER) IAICT



Fonte: DRONE OPERACIONAL, 2016, acesso em 29 de julho de 2022.

6.2.2 DRONE GUARD COMJAM

O Drone Guard COMJAM é um sistema de contra drone compacto e robusto, que monitora passivamente o link de dados de comunicação do drone para detectar, classificar, rastrear e derrotar ameaças de drones. Ideal para aeroportos, locais sensíveis, proteção de instalações e segurança de perímetro, o sistema também pode ser montado em veículos (IAI,2017).

Alojada em uma única unidade, a solução integrada de detecção e interferência de drones passivos é comprovada em campo e protege com sucesso fronteiras, grandes eventos, aeroportos e outras instalações em todo o mundo como parte integrante do sistema de proteção modular, multissensor e multicamada da ELTA (IAI,2017).

Características:

- a) Cobertura de Frequência: 400 a 6000 MHz
- b) Cobertura Horizontal: 360°
- c) Tipos de antena: direcional para DOA, OMNI direcional para detecção
- d) Detecção: >5Km
- e) Precisão DOA: 2° RMS
- f) Tempo de detecção: <1 segundo

- g) Modos de interferência: Direcional e OMNI Direcional
- h) Peso do Sistema: ± 28 kg (implantação completa)
- i) Especificação Ambiental: Mil-STD 810. (ELTA, IAI, 2017)

Figura 7 – Drone Guard COMJAM



Fonte: ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES (IAI). Acesso em 29 de julho 2022.

6.2.3 DRONEGUN TACTICAL

O Drone Gun Tactical é uma contramedida UAS (Unmanned Aircraft System) altamente eficaz projetada para ser operado com as duas mãos e anulação de longo alcance. O produto inclui antenas direcionais de alto desempenho em um design leve e robusto estilo rifle, apresentando uma interface de usuário intuitivo com o painel de controle para selecionar e ativar a faixa de frequências de interferência para derrotar o alvo (DroneShield, 2020).

O DroneGun Tactical fornece uma contramedida segura contra uma ampla gama de ameaças de SARP (por exemplo, drones), sem danos aos modelos drones comuns ou ao ambiente ao redor (DroneShield, 2020).

Quando a interrupção é acionada, os alvos SARP responderão via vertical no local de pouso ou retornarão ao seu controle remoto ou ponto de partida. Os recursos de derrota UAS (Unmanned Aircraft System) do DroneShield não envolvem manipulação de protocolo ou táticas “cibernéticas”, dadas as limitações desses métodos (DroneShield, 2020).

Figura 8 – DroneGun Tactical



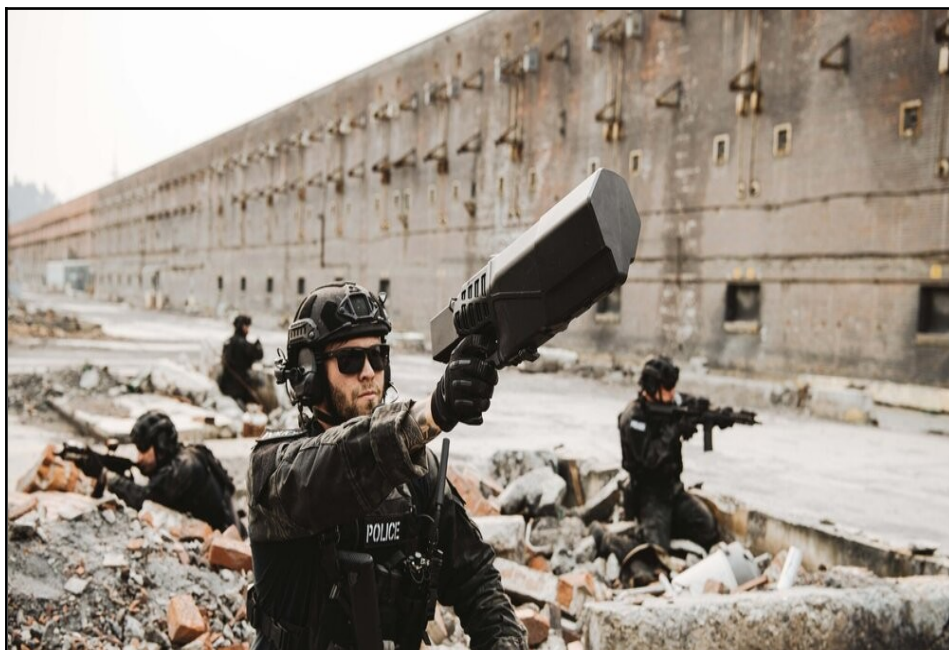
Fonte: DRONESHIELD, 2020, acesso em 29 de julho de 2022.

6.2.4 DRONE GUN MKIII

O DroneGun MKIII é uma solução compacta e leve de contramedidas UAS (Unmanned Aircraft System) projetada para operação com uma mão. O produto apresenta um design robusto e compacto em forma de pistola com uma interface de usuário do painel de controle, permitindo que os operadores selecionem e acionem os modos de frequência de interrupção de RF. O dispositivo fornece uma contramedida passiva segura contra uma ampla variedade de modelos de UAS. Quando a interrupção é acionada, o UAS normalmente responderá por meio de um pouso vertical controlado no local ou retornará ao controlador do operador ou ao ponto de partida. A ativação de interrupção de RF também interferirá em qualquer transmissão de vídeo ao vivo (FPV) de volta ao controle remoto, interrompendo a coleta de imagens de vídeo e inteligência pelo operador do UAS (DroneShield, 2020).

Os recursos de anulação de UAS do DroneShield não envolvem manipulação de protocolo ou táticas “cibernéticas”, dadas as limitações desses métodos. Nossas tecnologias de derrota oferecem interferência não cinética para gerenciamento controlado de ameaças (DroneShield, 2020).

Figura 8 – DRONE GUN MKIII



Fonte: DRONESHIELD, 2020, Acesso em 27 de julho 2022.

6.2.5 IRON BEAM

O IRON BEAM, um Sistema de Armas Laser de Alta Energia (HELWS) de classe de 100 kW, deverá se tornar o primeiro sistema operacional em sua classe. O IRON BEAM foi projetado para interceptar uma ampla gama de ameaças, como os SARP, de uma distância de algumas centenas de metros a vários quilômetros. O sistema pode ser integrado em várias plataformas e pode ser um interceptor HEL complementar a qualquer matriz de defesa multicamada (RAFAEL, 2022).

Benefícios:

- a) Neutraliza uma ampla gama de ameaças com precisão exata
- b) Protege as forças militares e as populações civis
- c) Usa uma revista ilimitada
- d) Causa danos colaterais limitados

- e) Custa quase nada por interceptação
- f) Integra-se com uma variedade de plataformas e sistemas (RAFAEL, 2022.)

Figura 9 – IRON BEAM



Fonte: RAFAEL, 2022. Acesso em 30 de julho 2022.

7. CONCLUSÃO

Observando os fatos expostos nos itens anteriores, percebe-se que os Sistemas de Aeronaves Remotamente Tripulados são uma ameaça bastante complexa para a tropa que está sofrendo ataque, pois podem operar em diversas faixas de emprego de baixa, média e grande altura, e também, em curto, médio e longo alcance, utilizando-se de sua capacidade de autonomia, ausência de tripulação, baixa seção reta radar em SARP de categoria de 0 a 2, baixa assinatura infravermelha e entre outras características já mencionadas.

Sendo assim, conclui-se que devem ser selecionados os Sistemas de armas mais adequados para se abater ou neutralizar tal ameaça de acordo com sua faixa de atuação. Conforme foi dividido nos itens anteriores a respeito de defesa anti SARP de categoria de 0 a 2 e categorias de 3 a 6, tais ameaças exigem que sejam neutralizadas ou abatidas de formas diferentes em virtude dos aspectos explicitados anteriormente.

O SARP de categoria de 3 a 6 tem algumas características semelhante à de uma aeronave convencional, quando se observa do ponto de vista da possibilidade de ser neutralizada. Isso porque, tal vetor aéreo, quando identificado pelo sistema de controle e alerta, pode ser abatido por aeronaves de interceptação da Força Aérea ou pela Artilharia Antiaérea por meio de canhões ou mísseis de baixa, média e grande altura, utilizando fogos cinéticos

Por outro lado, os SARP de categoria de 0 a 2 são drones que tem a sua detecção dificultada por possuírem dimensões pequenas e, conseqüentemente, baixa RCS(seção reta radar), fator o qual dificulta a seu "trackeamento" pelos meios dos Subsistemas de Armas utilizados para a neutralização dos SARP de categoria de 3 a 6. Além disso, esse tipo de ameaça não tem uma assinatura infravermelha suficiente para que seja capturada pelos sensores de mísseis de guiamento por infravermelho e a sua pequena dimensão torna extremamente difícil a realização da pontaria por meio de mísseis que usam guiamento por meio de fecho laser, ao qual necessita que o atirador visualize o alvo para guiar o armamento. Dessa forma, cresce de importância a utilização de armas que usam fogos não cinéticos para neutralizar essa ameaça. Armas de energia dirigida e bloqueadores de ondas eletromagnéticas são equipamentos que impedem esses vetores de atuarem em uma região sensível de modo que retornem para o seu local de partida ou pousem no mesmo local onde foram interceptados.

REFERÊNCIAS

_____.BRASIL. Estado Maior do Exército. C 44-1: **Emprego da Artilharia Antiaérea**. 4. Ed. 2001.

_____. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. EB70-MC10.231: **Defesa Antiaérea**. 1. Ed. Brasília: 2017^a.

_____. Ministério da Defesa. EB20-MC-10.214. **VETORES AÉREOS DA FORÇA TERRESTRE**. 2014.

_____. Ministério da Defesa. CI-44-62-1. **ESCOLA DE FOGO DE INSTRUÇÃO DO MÍSSIL IGLA 9K38**. 2006

_____.Ministério da Defesa. MD33-M-02: **Manual de abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas**. 3^aed. Brasília, 2008.

. _____. Ministério da Defesa. EB60-ME-23.016. **OPERAÇÃO DO SISTEMA GEPARD**. 2014.

. _____. Ministério da Defesa. EB60-MT-23.460. **OPERAÇÃO DO SISTEMA DE MÍSSEIS RBS 70**. 2015.

ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS. **Cadeira de Metodologia da Pesquisa Científica. Manual de metodologia da pesquisa científica**. Resende: Acadêmica, 2013.

Aquisição do Sistema de Mísseis RBS 70 na Suécia. Prg E E DA Ae, 2016. Disponível em: . Acesso em: 23 de julho de 2022.

BRASIL. Exército. Estado-Maior. EB20-MC-10.214: **Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 1a ed. Brasília, DF, 2014. P. 4-5.

BRASIL. Ministério da Defesa. EB20-MC-10.214: **Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2014.

CAMPOS, Renato Rocha Drubsky de. **Os Principais Ensinamentos Colhidos do Simpósio “O Legado da Artilharia Antiaérea nos Grandes Eventos”**. **Informativo Antiaéreo**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 11, p. 71-79, 2018.

DRONESHIELD. **DRONEGUN, Tactical. Dronesield**. Disponível em: . Acesso em: 29 jul. 22 .

DRONESHIELD. **DroneShield**. Disponível em: <https://www.dronesield.com>. Acesso em: 29 jul. 2022.

EIRIZ, George Koppe; CAMPOS, Renato Rocha Drubsky de. **O Emprego da Artilharia Antiaérea Contra Ameaças Assimétricas em Grandes Eventos**. **Informativo Antiaéreo**, Guarujá, v. 10, n. 10, p. 43-55, 2017.

IACIT. **Sistema de Bloqueio de Drone**. 2016a. Disponível em: . Acesso em: 28 jul. 2022.

PLAVETZ, Ivan. **Revolução nos céus e na guerra; UAV**. In: **Revista Tecnologia e Defesa**, a.22, n.103, p. 56-64, 2009.

PLAVETZ, Ivan. América do Sul e o voo não tripulado. **Revista Tecnologia & Defesa**. Jundiaí, SP. ano 25, n.128. p. 68-83. 2012.

RAFAEL. **IRON BEAM, HIGHT ENERGY LASER WEAPON SYSTEM**. Disponível em :<https://www.rafael.co.il/worlds/land/iron-beam/>, acesso em 29 de jul de 2022.

RAFAEL. **SPYDER FAMILY, Short To Long Range Mobile Quick Reaction Air Defence Systems**, Disponível em :<https://www.rafael.co.il/worlds/air-missile-defense/air-defense/>, acesso em 30 de julho de 2022.

SANTOS, Renato Macedo Bione dos. **O emprego do SARP em operações de garantia da lei e da ordem**. Rio de Janeiro: Ministério da defesa/ Exército Brasileiro, 2008. (monografia).

Sistema de Contramedida Jammer DroneBlocker. 2016b. Disponível em: . Acesso em: 28 jul. 2022.

ZHANG, W. ET AL. **The development of counter-unmanned aerial vehicle technologies**. In: Global Intelligence Industry Conference (GIIC 2018). International Society for Optics and Photonics, 2018. p. 108351O, 2018.