

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

**CURSO DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARA OFICIAIS**

**ARTIGO CIENTÍFICO - 2021**



**SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (SARP) DO TIPO  
*LOITERING MUNITION*: O EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA  
BRASILEIRA FRENTE A ESSA AMEAÇA**

**Rio de Janeiro  
2021**

1º Ten BRUNO MAYA FLORES

**SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (SARP) DO TIPO  
*LOITERING MUNITION*: O EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA  
BRASILEIRA FRENTE A ESSA AMEAÇA**

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: Cap ADLER SANTOS CURVELO

Rio de Janeiro

2021

1º Ten **BRUNO MAYA FLORES**

**SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (SARP) DO TIPO  
*LOITERING MUNITION*: O EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA  
BRASILEIRA FRENTE A ESSA AMEAÇA**

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 2021.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

---

ERNANI MARCELO PRUDENCIO MONTEIRO – Cap - Presidente  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

---

ADLER SANTOS CURVELO - Cap - Membro  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

---

JORGE NELSON FERREIRA FIGUEIREDO - Cap - Membro  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as capacidades e limitações dos meios e sistemas da Artilharia Antiaérea brasileira quanto ao seu emprego diante da ameaça proveniente do SARP do tipo *loitering munition* à soberania nacional. É realizada uma análise de como o SARP é utilizado no Brasil e no cenário mundial, com o foco na área militar. Também, é apresentado o histórico do seu emprego em operações militares, desenvolvendo-se até chegar na *loitering munition*, um dos seus ápices na atualidade, que intimida todos sobre os quais ele é utilizado devido a sua eficiência. Ainda, é realizada uma abordagem do provável prognóstico para o que pode ser feito, no quesito dos meios de defesa antiaéreos, para se contrapor a ele. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo indutivo.

**Palavras-chave:** Artilharia Antiaérea, Brasil, SARP, Loitering Munition.

## **ABSTRACT**

The present approach has as its main goal to introduce the capacities and limitations of means and systems of brasilian's air defense artillery as its use against the RPAS loitering munition's threat to the national sovereignty. An analysis is performed of how the RPAS type loitering munition is used not only in Brazil and on the world scenario, with a focus on the military area. Also, it shows how its use was made in military operations, developing until reaching the loitering munition, one of its peaks today, that intimidates those it is used on because of its efficiency. Along with it, an approach regarding the most likely prognostic for what can be done, in the matter of anti-aircraft defense, to counter it. As a road to our goal, a literal research was made, based on an inductive method.

**Keywords:** Air Defense Artillery, Brazil, RPAS, Loitering Munition.

## 1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) têm sido empregados de várias maneiras desde a segunda metade do século XIX. Com uma relevante importância em diversos conflitos armados ao longo da história – tendo sido seu emprego amplamente conhecido na Segunda Guerra do Golfo, iniciada em 2003, onde houve a monitoração de inimigos, a designação de alvos e o lançamento de armamentos guiados pelas forças norte-americanas através deles (PECHARROMÁN; VEIGA, 2017) –, os SARP evoluíram do emprego de balões carregados de explosivos para o ataque, como feito pelo exército austríaco contra a cidade de Veneza em 22 de agosto de 1849 (PECHARROMÁN; VEIGA, 2017), aos vetores aéreos altamente tecnológicos utilizados por, praticamente, todas as Forças Armadas ao redor do mundo, as quais procuram a sua aplicação com a máxima eficiência no combate moderno.

**Figura 1** – 1849 – O (provável) 1º ataque de drones



Бомбардировка с аэростата. "Воздушное торпедо" О. С. Костовича.

**Fonte:** SILVA, 2013.

O avanço tecnológico ocorrido nos SARP levou ao desenvolvimento de várias ramificações do sistema. Na atualidade, um dos meios utilizados para a decisão dos conflitos, agregando impressionantes conquistas aos elementos que a utilizam no campo operacional, é o uso do sistema de munições autônomas (*loitering munition*), a qual também é conhecida como drones suicidas (*kamikaze drone*). O SARP HAROP, fabricado pela indústria aeroespacial de Israel (IAI - *Israel Aerospace Industries*), é um modelo expoente dessa nova tecnologia.

O HAROP integra a família de grupo de armamentos feitos para a execução de

ataques precisos e únicos. Ele é caracterizado por ser:

Um sistema de armas guiado ou autônomo projetado para localizar e atacar alvos de alto valor com precisão, combinando as características de um míssil e um UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) e permitindo a execução eficaz da missão sem depender de outros sistemas externos para a seleção de alvos e inteligência de missão. (BASTOS JR, 2021, p. 1)

Como o SARP é um equipamento relativamente barato, tendo uma média de custo em torno de US\$ 70.000,00 a peça (GETTINGER; MICHAEL), quando comparado ao elevado valor das aeronaves de ataque F-39 GRIPEN NG, vendidas pela empresa SAAB ao governo do Brasil, de acordo com Rodrigues (2019), pelo valor de 39,3 bilhões de coroas suecas (aproximadamente US\$ 5,4 bilhões), torna-se muito mais vantajosa a sua aplicação no Teatro de Operações (TO). Mesmo tendo, muitas vezes, que ser aplicado em larga escala, técnica conhecida como enxame de drones (*drone swarm*), para evitar o fracasso da operação com a destruição pontual de um deles, basta que um desses SARP consiga atingir os radares inimigos para garantir um período de superioridade aérea para os aliados. O IAI HAROP, especificamente, foi empregado no final desta última década dentro do TO dos conflitos da Síria e Nagorno-Karabakh, influenciando, também devido a sua grande furtividade que dificulta a sua localização pelo inimigo, em grandes perdas Armenas.

Não somente Israel pode utilizar da tecnologia do SARP IAI HAROP atualmente, mas também a China, Alemanha, Índia, Azerbaijão, Uzbequistão, Cazaquistão, Turquia e Coréia do Sul já tinham essa capacidade desde o ano de 2017 (GETTINGER; HOLLAND). Devido a essa crescente expansão da tecnologia empregada no HAROP, cresce a importância de o sistema de Defesa Antiaérea (DA Ae) brasileiro estar preparado para fazer frente a esta moderna ameaça.

Assim, o presente estudo visa verificar quais as possibilidades e limitações da Artilharia Antiaérea brasileira fazer frente ao emprego do SARP do tipo *loitering munition* na realização da DA Ae do território nacional.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 METODOLOGIA**

O tema central do presente trabalho é apresentar as capacidades e limitações dos atuais meios e sistemas da Artilharia Antiaérea (AAAe) brasileira quanto ao seu

emprego diante da ameaça proveniente do SARP do tipo *loitering munition* à soberania nacional. Assim, o tema está delimitado em objeto de estudo ao subsistema de armas empregado pelo Brasil e pelos países que já atuam contra esse modelo de SARP.

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática em estudos futuros sobre o emprego de materiais da AAAe brasileira contra o SARP, valendo-se para tal do método indutivo, o qual considera o conhecimento como baseado na experiência, observando fenômenos particulares para a realização de análises e conclusões.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua consecução, terá por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível. Para tanto, as principais fontes de pesquisa utilizadas no presente trabalho foram, em sua grande maioria, documentos digitais disponíveis na rede internacional, sendo de domínio público. Foram priorizados artigos sobre os diversos conflitos onde o SARP do tipo *loitering munition* foi empregado (disponíveis em fontes livres na rede), manuais militares nacionais e estrangeiros e mídia aberta em geral. Deste modo, o principal instrumento de coleta de dados foi o fichamento, tendo em vista a natureza factual dos acontecimentos analisados.

O planejamento metodológico, assim, permitirá o desenvolvimento desta pesquisa científica na compreensão do emprego do SARP do tipo *loitering munition*, além da visibilidade de uma defesa sistêmica adequada e oportuna dentro do território nacional.

## 2.2 O EMPREGO DO SARP DENTRO DO TERRITÓRIO NACIONAL

O Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) é definido como um conjunto de meios que empregam um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), o qual é controlado, ou não, a distância a partir de uma estação remota de pilotagem, para o cumprimento de uma determinada missão aérea (BRASIL, 2020). Os componentes desse sistema possuem características vantajosas que são mundialmente exploradas no auxílio às demandas da sociedade, tanto na área civil, quanto na área militar.

No território nacional, o seu primeiro registro de desenvolvimento ocorreu no ano de 1982, através de um projeto, finalizado antes de ser testado em voo, de um veículo não tripulado a jato criado em conjunto entre o Centro Técnico Aeroespacial e a Companhia Brasileira de Tratores (PECHARROMÁN; VEIGA, 2017). Devido as suas capacidades, como a de permanecer em voo por longos períodos, inclusive sobre ambientes hostis, e a falta da necessidade de se ter um piloto a bordo, o que exige um grande investimento de finanças e de tempo para o habilitar ao exercício dessa função, o SARP sofre grandes investimentos e está sendo cada vez mais empregado para auxiliar nas demandas da sociedade atual – a exemplo não só da agricultura e mineração, mas também de transporte de cargas e operações militares.

Os avanços tecnológicos nos VANT, principalmente no que tange o avanço da capacidade de “transportar cargas úteis (*payloads*) mais pesadas e de voar distâncias mais longas, na medida em que as cargas úteis (câmeras, detectores, etc.) tornam-se menores e mais leves” (PECHARROMÁN; VEIGA, 2017, p. 8), permitiram que eles fossem cada vez mais utilizados na indústria civil. Dentro da infraestrutura, os elementos do SARP são utilizados, por exemplo, para executar trabalhos perigosos e adquirir diversos conjuntos de dados, não dependendo do emprego humano local para essa finalidade. Já no setor de transporte, eles são empregados para serviços de entrega “devido à sua velocidade, acessibilidade e baixos custos operacionais, em comparação com outras formas de transporte que exigem o trabalho humano” (PECHARROMÁN; VEIGA, 2017, p. 10). Da mesma forma, pode-se fazer uma analogia para os setores da segurança, mídia e entretenimento, telecomunicações, agricultura, entre outros.

**Figura 2** – Drone no campo: multiplicidade de funções a favor dos produtores



Fonte: CORREA JR, 2019.



Dentro da zona de interesse atinente às Forças Armadas, a alternativa bélica que o SARP proporciona vai ao encontro do propósito de minimizar as baixas em combate, pensando, por exemplo, na tripulação que estaria junto a aeronave empregada em determinada missão, e de obter a superioridade de informações no campo de batalha, devido a tecnologia nele colocada e às altitudes que consegue atingir, mantendo sua furtividade (BRASIL, 2020). Dentro do Exército Brasileiro, como o sistema pode ser utilizado nos mais diversos escalões de combate, esse sistema foi dividido nas categorias abaixo, de acordo com os seus parâmetros de desempenho – como o seu alcance, massa e tamanho da aeronave, formas de lançamento ou recuperação e capacidade para receber carga paga – associados ao elemento de emprego, além de fazer a comparação com o padrão estipulado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) dentro da coluna “Grupo” (BRASIL, 2020):

**Tabela 1** – Categorias dos SARP para a Força Terrestre

| Grupo | Categoria (Cat) | Elemento de Emprego | Nível de Emprego |
|-------|-----------------|---------------------|------------------|
| III   | 5               | MD/EMCFA            | Estratégico      |
|       | 4               | C Cj                | Operacional      |
| II    | 3               | CEx/DE              | Tático           |
| I     | 2               | DE/Bda              |                  |
|       | 1               | Bda/U               |                  |
|       | 0               | até SU              |                  |

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

No meio militar, o SARP é empregado, dentro de uma ou mais das categorias acima expostas, para preencher as brechas operativas de uma determinada missão, não só complementando os resultados e informações já obtidos por outros sistemas que nela estejam presentes, mas também contribuindo com o aumento das capacidades da força empregada no ambiente de combate, gerando uma maior eficácia no seu cumprimento (FERREIRA NETO, 2019). Nesse escopo, o seu emprego contribui para:

- a) ampliar a liberdade de ação das tropas amigas;
- b) a concentração de esforços na porção mais importante da frente ou da A Op;
- c) a aquisição de alvos, elevando a precisão e a eficácia dos sistemas de armas, com o consequente aumento da letalidade seletiva de nossas forças;
- d) a economia de meios;
- e) a realização de reconhecimentos;

- f) localizar e ajudar a determinar a composição, a disposição e atividade da força inimiga;
- g) a manutenção do contato com as forças inimigas;
- h) o fornecimento de informações às aeronaves tripuladas, aumentando assim a capacidade de sobrevivência destas;
- i) reduzir ou eliminar o tempo de exposição de aeronaves tripuladas em ambientes de alto risco;
- j) oferecer uma vantagem tridimensional estendida, tanto em distância quanto em tempo, em terrenos difíceis;
- k) a execução de missões com maior tempo de duração, se comparadas com as das aeronaves tripuladas, em função da categoria do SARP e pela ausência de pessoas a bordo, não sujeitando a ARP aos limites fisiológicos da tripulação de bordo. Durante as missões, o sistema pode ser operado, sucessivamente, por várias equipes em uma mesma estação de controle ou em estações separadas; e
- l) a rápida disseminação da informação, valendo-se da possibilidade de transmissão em tempo real do produto obtido. Todavia, os comandantes dos mais altos escalões devem ter o cuidado de, por terem a possibilidade de acompanhar a evolução do espaço de batalha em tempo real, não interferir, de forma sistemática, nas manobras de seus subordinados, o que pode ocasionar o tolhimento de iniciativas e da ação de comando destes. (BRASIL, 2020, p. 4-7 e 4-8)

Com a gama de capacidades que o sistema oferece ao comandante de uma missão militar, no que tange ao seu planejamento e execução, justifica, dentro da Força Terrestre, o crescente aumento do seu emprego e desenvolvimento da tecnologia que nele é empregada. Na atualidade, o SARP está constantemente presente em operações de inteligência, reconhecimento, vigilância, aquisição de alvos, comando e controle, guerra eletrônica, logística, entre outras (BRASIL, 2020). Entretanto, como qualquer sistema, os meios que nele são empregados apresentam algumas limitações que devem ser analisadas para que sejam empregados da maneira mais adequada possível. De um modo geral, as limitações são as seguintes:

- a) vulnerabilidade ao fogo inimigo;
- b) restrições climáticas (cobertura de nuvens, turbulência e outras);
- c) possibilidade de perdas do controle (perda do sinal com a estação de controle de solo), devido à configuração do terreno ou mesmo por ações do inimigo; e
- d) capacidade de sobrevivência das equipes (alvos compensadores com pequeno poder de autodefesa). (BRASIL, 2020, p. 4-8)

O implemento do SARP no meio militar, naturalmente, trouxe a necessidade da Força Terrestre poder se contrapor ao seu emprego, caso seja utilizado em ameaça à soberania nacional. Há um material no Brasil para o combate antiSARP, o Sistema Bloqueador de Drones SCE 0100-D, que foi empregado de maneira ampla na Operação dos Jogos Olímpicos Rio 2016 e se encontra sob responsabilidade do 1º Batalhão de Guerra Eletrônica (1º BGE), localizado em Brasília-DF. Esse equipamento

foi feito especificamente para o emprego no nível tático, tendo por base a utilização de ondas eletromagnéticas para proporcionar o bloqueio ou destruição desses vetores de ameaça aérea sem, no entanto, causar grandes efeitos colaterais na região de emprego (BAGGIO, 2020). Entretanto, a baixa mobilidade e tecnologia agregada ao SCE 0100-D não supre a carência do país nesse quesito da defesa antiaérea, principalmente quando é colocado em foco o elevado valor tecnológico já inserido nos modernos VANT que estão sendo empregados operações militares no cenário mundial.

**Figura 3** – Sistema Bloqueador de Drones SCE 0100-D



Fonte: BENI, 2016.

Os SARP, considerando os seus mais diversos tipos existentes no cenário mundial atual, auxiliam em vários ramos da vida cotidiana da população presente no território nacional. Dentro do escopo proposto para este trabalho, entretanto, emerge a necessidade de analisar o emprego específico do SARP do tipo *loitering munition* em operações militares.

### 2.3 O EMPREGO DO SARP DO TIPO *LOITERING MUNITION* EM OPERAÇÕES MILITARES

Nas guerras da atualidade, uma das maiores ameaças às operações aéreas, desenvolvidas, por exemplo, pelas aeronaves de ataque, transporte ou reconhecimento, são as baterias antiaéreas de mísseis. Este fato começou a ficar em evidência na Guerra do Vietnã (1955 – 1975), onde, após a entrada dos norte-americanos no conflito iniciado por divergências ideológicas entre os vietnamitas do Sul e do Norte na unificação do seu país, milhares de aeronaves norte-americanas foram derrubados pelas baterias de Artilharia Antiaérea (AAAE) soviéticas (GALANTE, 2021).

Com os ensinamentos colhidos do conflito supracitado, os meios de AAAE se

tornaram prioridades para destruição antes da chegada dos aviões nas operações militares, fazendo isso através dos mísseis antirradiação (MAR) – armamento capaz de navegar de maneira altamente precisa em direção a um radar de AAAe através de um guiamento pela radiação emitida pelo mesmo (BRASIL, 2015) – por exemplo. Entretanto, com a elevada exposição que os aviões que carregavam esse equipamento tinham ao ter que se aproximar demasiadamente do espaço aéreo defendido pelo inimigo para poder lançar esses mísseis, criou-se a demanda necessária para o desenvolvimento e início da utilização dos Veículos Aéreos Não-Tripulados voltados para os conflitos armados.

Os SARP, com as capacidades e aplicabilidades conhecidas atualmente para as operações militares, existem há mais de 25 anos. Em 1995, na Bósnia, o General Atomics MQ-1 PREDATOR se destacou por ser o primeiro drone do mundo com a capacidade de transportar mísseis como o AGM-114 Hellfire, que até aquele momento eram exclusivos de helicópteros e de aviões. Com o relevante destaque de emprego também nas operações da OTAN, ONU e EUA – como no caso das operações *Enduring Freedom* (2001-2014), no Afegásnitão, e *Iraqi Freedom* (2002-2009), no Iraque (PREDATOR, 2020) – o aprimoramento desses materiais ganhou importância.

A notoriedade adquirida por esse VANT levou ao desenvolvimento de drones como o MQ-9 REAPER. Ele, devido a sua maior capacidade de transporte de armamentos de ataque – podendo levar até quatro mísseis Hellfire II, duas bombas guiadas a laser (GBU-12 ou EGBU-12) e 500lb, ou 230kg, de munição de ataque direto (GBU-38 JDAM) – e autonomia de voo, mantendo-se em operação até 14 horas consecutivas, ganhou destaque no meio militar, sendo empregado pela primeira vez em julho de 2008, no Iraque (PREDATOR, 2020).

O constante êxito na utilização de aeronaves que não expunham o ser humano à zona de combate levou, a partir da busca do aprimoramento dos SARP, ao desenvolvimento das chamadas *loitering munitions*. Essa categoria de sistema de armas, também conhecida como drones suicidas (*kamikaze drone*), tem como munição para o ataque a própria aeronave, a qual mantém o sobrevoo em torno de uma determinada área em busca de alvo e, quando localizado, lança-se sobre ele para o destruir. Os primeiros modelos de *loitering munitions* são registrados na década de 1980, com o AGM-136 Tacit Rainbow, um projeto dos EUA que não foi finalizado (CANAN, 1988), e com o IAI HARPY, desenvolvido por Israel e que foi adquirido por países como EUA e China para possível emprego (PADILHA, 2018). Com suas

características, esses drones se tornaram ideais para a aplicação em missões de Supressão da Defesa Antiaérea (*Suppression of Enemy Air Defenses - SEAD*), que podem ser definidas como:

Missão aérea destinada a destruir, neutralizar ou degradar a capacidade de defesa aérea e de C<sup>2</sup> de uma força, em determinada área, por um período de tempo, usando energia eletromagnética ou armamento que empregue a emissão intencional do alvo para o seu guiamento (por exemplo, utilização de mísseis antirradiação). (BRASIL, 2017, p. 6-2)

No cenário mundial recente, dentro dos conflitos na região de Nagorno-Karabakh, um dos atuadores que ganhou mais destaque, fruto do constante aprimoramento anteriormente citado, foi o SARP IAI HAROP. O confronto envolvendo a Armênia e o Azerbaijão, que lutam pelo controle dessa região, teve seu auge no período de 1988 a 1994 e voltou a chamar a atenção no ano de 2020 pela escalada da violência das ofensivas entre os envolvidos, inclusive fora da região em questão (REIS, 2020). Nesse escopo, o HAROP, utilizado pelas tropas azerbaijanas, foi uma das poucas aeronaves que conseguiu adentrar com eficácia no espaço aéreo inimigo e neutralizar alvos armênios como, por exemplo, as forças blindadas, os postos de comando e os sistemas de defesa antiaéreos.

**Figura 4 – HAROP**



**Fonte:** HAROP Loitering Munition System. **Israel Aerospace Industries (IAI)**. Disponível em: <<https://www.iai.co.il/p/harop>>.

De acordo com o sítio eletrônico de seu fabricante, o HAROP é uma arma, do ramo das *loitering munitions*, utilizada contra alvos de grande valor estratégico e tem a capacidade multimissão de localizar, realizar ações *stand off* de maneiras precisas contra alvos e auxilia na avaliação no cálculo de danos no campo de batalha. Essas ações *stand off* consistem em um ataque que pode ser realizado fora do alcance das

armas defensivas do inimigo (BRASIL, 2015).

Esse SARP, além de ter agregado as características do míssil e do VANT, também tem a capacidade de atuar sem depender outros sistemas externos para selecionar alvos e realizar a missão de inteligência necessária no local. Dentre outras características técnicas, expostas no quadro abaixo, destacam-se a sua grande autonomia, permitindo o sobrevoo na área inimiga a procura de um alvo compensador por muito tempo. Outro destaque relevante é o fato de possuir uma baixa Seção Reta Radar (RCS) – caracterizada por ser “a medida de habilidade de um alvo refletir os sinais do radar na direção do receptor” (BRASIL, 2015, p. 3-35) –, que dificulta a sua detecção pelas tropas inimigas.

**Tabela 2** – Dados técnicos e de performance do IAI HAROP – tradução do autor

| Detalhes Técnicos   | Performance  |
|---|--|
| <b>Alcance de Comunicações:</b> 200km                     | Pode vagar por um grande tempo sobre a área desejada                       |
| <b>Autonomia:</b> acima de 9 horas                        | Plataforma operacional autônoma  |
| <b>Velocidade:</b> acima de 225 nós (aprox. 417 km/h)     | Ataca em ciclos, evitando dano colateral                                   |
| <b>Baixa RCS:</b> <0,5m <sup>2</sup>                      | Busca por Equipamento de Observação: FLIR/color CCD, cobertura hemisférica |
| <b>Altitude máxima:</b> 15.000 pés (aprox. 4.572 m)       | Ataque de qualquer ângulo – de horizontal à vertical                       |
| <1 metro de precisão batido com 16 kg de cabeça de guerra | Capacidade abortar o ataque  |
|   | Contínuo, ameaça persistente contra alvos inimigos                         |

**Fonte:** HAROP Loitering Munition System. **Israel Aerospace Industries (IAI)**. Disponível em: <<https://www.iai.co.il/p/harop>>.

Devido as notáveis conquistas que o HAROP propicia à capacidade operacional das forças de combate que o empregam, gerou-se o interesse de vários países em adquirir esse equipamento. A partir do grande vulto que o conflito na região de Nagorno-Karabakh, esse SARP da *Israel Aerospace Industries (IAI)* ganhou notoriedade mundial em sua atuação única e precisa, projetando-se como “componentes de ataques centrais e decisivos para os campos de batalha avançados do futuro” (MUNIÇÕES, 2021). Dessa maneira, além do Azerbaijão e de Israel, países como China, Índia e Alemanha já possuem essa tecnologia para fazer frente aos seus inimigos. Como demonstrado no quadro abaixo, há contratos recentes – anunciados pela IAI em 1º de fevereiro de 2021 e avaliados em mais de US\$ 100 milhões de dólares (MUNIÇÕES, 2021) – firmados para o fornecimento deste drone para clientes

asiáticos não divulgados. Esses dados reforçam a atenção que as soberanias mundiais devem ter para fazer frente a essa possível ameaça.

**Tabela 3** – Uso reportado de drones pelo mundo – **tradução do autor**

| País       | Plataforma  | País          | Plataforma   | País          | Plataforma  |
|------------|-------------|---------------|--------------|---------------|-------------|
| Azerbaijão | Harpy/Harop | Alemanha      | Harpy/Harop  | Coreia do Sul | Harpy/Harop |
| Azerbaijão | Orbiter 1K  | Índia         | Harpy/Harop  | Turquia       | Harpy/Harop |
| China      | Harpy/Harop | Israel        | Harpy/Harop  | EUA           | Coyote      |
| China      | CH-901      | Cazaquistão   | Harpy/Harop  | EUA           | Switchblade |
| China      | WS-43       | Coreia do Sul | Devil Killer | Uzbequistão   | Harpy/Harop |

Fonte: GETTINGER, Dan; MICHAEL, Arthur Holland, 2017.

As características presentes no SARP do tipo *loitering munition*, em especial o HAROP, trazem uma grande ameaça para o território nacional. A aquisição desse armamento por vários países leva à necessidade do Brasil ter capacidade de fazer o combate antiSARP, impedindo uma possível investida contra a sua soberania utilizando desse material.

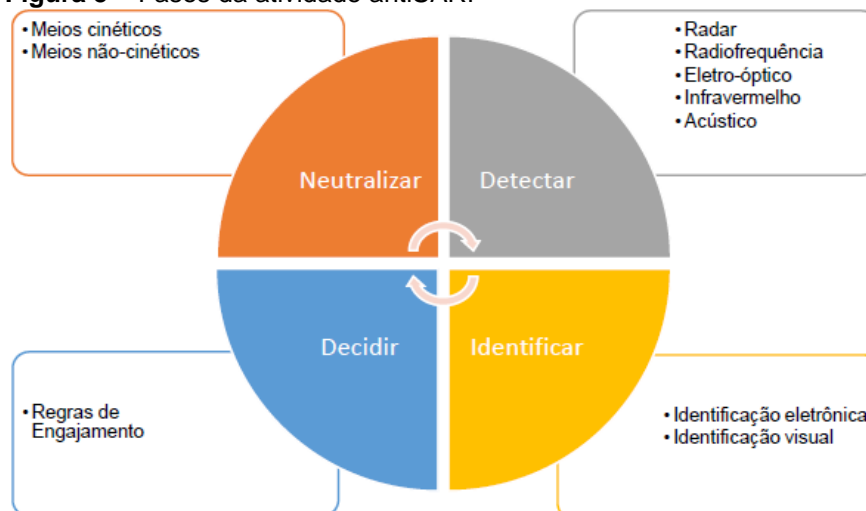
#### 2.4 NECESSIDADES NO COMBATE ANTISARP

A relevância que o SARP tem trazido para o combate moderno, devido a sua crescente atuação feita de maneira eficaz, a necessidade de defesa dos países contra essa ameaça aérea. Nos conflitos modernos, são utilizados métodos para se tentar fazer frente a essa ameaça como complemento aos armamentos de defesa antiaérea para a proteção de comboios, de unidades dispostas no terreno e de bases militares (LIMA FILHO, 2020). Os referidos métodos, entretanto, ainda não possuem uma total eficácia para esse propósito.

Os SARP, como já abordado anteriormente, possuem características que os tornam ameaças complexas de serem abatidas. Mesmo estando diretamente envolvidos em diversos conflitos, países como a Espanha, o Reino Unido, a Índia e até mesmo os Estados Unidos da América (EUA), este que é considerado a maior potência militar do globo, ainda não possuem sistemas totalmente eficazes para fazer frente às aeronaves não-tripuladas (LIMA FILHO, 2020). 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). Para facilitar os estudos e desenvolvimento de materiais que possam ser

aplicados contra todo o conjunto de meios que essa ameaça compõe, as atividades antiSARP foram divididas em quatro fases que envolvem as seguintes ações: detectar, identificar, decidir e neutralizar.

**Figura 5 – Fases da atividade antiSARP**



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

O Brasil, de maneira semelhante aos demais países do globo terrestre, não tem a capacidade para empregar todas as fases da atividade antiSARP em prol de sua defesa territorial. A Artilharia Antiaérea brasileira, de acordo com FERREIRA NETO (2019), tem dificuldade de detectar e neutralizar, sem causar danos colaterais, as aeronaves remotamente pilotadas abaixo da categoria 2 – nesta dificuldade o SARP IAI HAROP pode ser enquadrado, tendo em vista suas características já abordadas que o tornam um meio extremamente furtivo. No contexto atual, o Brasil realiza essas ações através da utilização de dois subsistemas da Artilharia Antiaérea: o Subsistema de Controle e Alerta – para as fases da detecção, da identificação e da decisão – e o Subsistema de Armas, para a fase da neutralização.

No Subsistema de Controle e Alerta – o qual deve, dentre outras missões, “realizar a vigilância do espaço aéreo sob sua responsabilidade de determinado escalão de AAAe” (BRASIL, 2017, p. 3-4) – existem os meios para a detecção das ameaças aéreas. Além do já citado Sistema Bloqueador de Drones SCE 0100-D, dentre os meios que o Brasil possui para essa finalidade, destacam-se três tipos de radares: o Radar SABER M60, o Radar SABER M200 (em processo de finalização) e o Radar de vigilância terrestre SENTIR 2022. Conforme é exposto nas suas características (tabela 4), de acordo com análises realizadas pelo Centro Tecnológico



do Exército (CTEx), nenhum deles foi fabricado tendo como requisito técnico a detecção dessas aeronaves. Acredita-se, entretanto, que há a possibilidade de eles serem capazes de identificar os SARP de categorias 1 ou superiores.

**Tabela 4** – Possibilidades e limitações de detecção e acompanhamento radar de SARP com meios hoje disponíveis no EB

|   |   |
|---|---|
| <p style="text-align: center;"><b>RADAR SABER M60</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não havia requisitos para a detecção de SARP quando foi fabricado (não foi desenvolvido para essa finalidade);</li> <li>- Faixa de frequência (Banda L – 950 MHz a 2150 MHz) e resolução do radar não são adequados para a detecção de SARP de pequeno porte;</li> <li>- Com base em suas características, acredita-se que ele pode detectar SARP de categoria 2 ou superior;</li> <li>- Não houve testes para a detecção de SARP no CTEx até o momento.</li> </ul>  |     |
| <p style="text-align: center;"><b>RADAR SABER M200</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não havia requisitos para a detecção de SARP quando foi fabricado (não foi desenvolvido para essa finalidade);</li> <li>- Faixa de frequência (Banda S – 2,0 GHz a 4,0 GHz) e resolução do radar são um pouco mais adequados para a detecção de SARP do que o Radar SABER M60;</li> <li>- Com base em suas características, acredita-se que ele pode detectar SARP de categoria 1 ou superior;</li> </ul>   |    |
| <p style="text-align: center;"><b>RADAR DE VIGILÂNCIA TERRESTRE SENTIR M20</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não havia requisitos para a detecção de SARP quando foi fabricado (não foi desenvolvido para essa finalidade);</li> <li>- Faixa de frequência (Banda X – SHF de 8 GHz a 12 GHz) e resolução do radar não são adequados para a detecção de SARP de pequeno porte;</li> <li>- Maior limitação: feixe da antena (apenas 3º de elevação), o que dificulta cobrir um grande faixa no espaço aéreo;</li> <li>- Em SET 20 foi realizado testes com o SENTIR M20 (detectou o SARP após sofrer algumas modificações em sua configuração, mesmo assim não era uma detecção constante).</li> </ul> |  |

Fonte: SILVA, 2021.

No Subsistema de Armas, que “destina-se à destruição dos vetores inimigos” (BRASIL, 2017, p. 3-5), existem os meios para a neutralizar as ameaças aéreas. O Exército Brasileiro possui, basicamente, quatro meios para essa finalidade: a Viatura Blindada de Combate (VBC) Defesa Antiaérea (DA Ae) GEPARD 1A2, o Míssil AAe Telecomandado RBS 70, o Míssil AAe Portátil 9K338 IGLA-S e o Canhão AAe 40 mm C/70 BOFORS. Devido as características já citadas do SARP, torna-se muito complicado para que os materiais desse subsistema, principalmente os que tem o guiamento feito por fecho laser (como o RBS 70) ou por infravermelho (como o IGLA-S), atinjam essas ameaças aéreas. Dessa maneira, os canhões consistem na melhor alternativa para os abater, como Spelta (2019) explica:

O desafio para o atirador de mísseis portáteis de guiamento por feixe laser será enxergar a pequena silhueta do drone no aparelho de pontaria, desde o momento em que o alvo entre no envelope de engajamento do míssil. Assim, constata-se que os sistemas de canhões condizem mais com a neutralização de drones. Para tanto, variados tipos de munições pré-fragmentadas são fabricadas para haver capacidade adicional de emprego contra ARP. Essas munições consistem em densas nuvens de estilhaços constituídas por balins de tungstênio (“efeito shotgun”), as quais tem por finalidade avariar as partes vitais ao voo de um drone: motor, asas, empenagens e a fuselagem propriamente dita. (SPELTA, 2019, p. 27)

Dentro do cenário brasileiro atual, a Artilharia Antiaérea não possui condições de fazer uma frente eficaz ao emprego do SARP, em especial do tipo *loitering munition* como é o caso do IAI HAROP. Os fatos explicitados quanto ao que os Subsistemas de Armas e de Controle e Alerta possuem ratificam a necessidade de aquisição ou desenvolvimento de novos materiais para que a DA Ae nacional seja aprimorada.

## 2.5 NOVOS MATERIAIS QUE POSSAM BENEFICIAR NO APOIO DA DEFESA ANTIAÉREA BRASILEIRA

A constante evolução dos SARP, principalmente no que tange a tecnologia por eles abarcada, dificulta o desenvolvimento de meios de defesa que sejam plenamente eficazes contra suas ações. No momento em que um armamento obtém a capacidade de fazer frente a uma ARP específica, processo que demanda um elevado tempo para o desenvolvimento e finalização do projeto em questão, ela já sofreu modificações que aumentam não só a sua efetividade para os objetivos a que se propõe, mas também o seu grau de furtividade em relação aos meios de DA Ae existentes.

Como já explicitado anteriormente, nenhum país possui, atualmente, um sistema que possa fazer uma frente totalmente eficaz às aeronaves não-tripuladas, o que inclui o SARP IAI HAROP. Entretanto, ao realizar uma análise no âmbito dos países que já estiveram envolvidos, direta ou indiretamente, em conflitos onde se precisou realizar a defesa contra essa ameaça aérea – como os já citados armanos na região de Nagorno-Karabakh –, notam-se que alguns materiais de emprego militar existentes atendem esse quesito de maneira satisfatória.

Dentro das fases da atividade antiSARP, a ação de detecção tem uma relevante importância, por prover um desencadeamento em tempo oportuno das demais ações, e pode ser considerada a mais difícil, devido as características que tornam essa ameaça muito furtiva. No cenário mundial atual, existem diferentes tipos de sensores que realizam essa atividade, como os de radiofrequência, os eletro-

ópticos, os de infravermelho e os acústicos, além dos radares e a combinação de mais de um destes (LIMA FILHO, 2020).

Juntamente com o conhecido radar – o qual consegue detectar a presença de SARP através de uma assinatura radar, gerada no momento em que a aeronave encontra os pulsos de radiofrequência emitidos pelo sensor –, o sensor de radiofrequência – que realiza uma varredura nas frequências de operação dos SARP e, através de algoritmos, faz a detecção da posição das ARP – é um dos sensores mais utilizados no mundo (MICHEL, 2019). O ELI-4030 Drone Guard, também fabricado pela *Israel Aerospace Industries* (IAI), é um exemplo de radar existente que tem a capacidade de detectar essas ameaças aéreas. De acordo com a IAI, ele pode detectar e saber a direção que um drone chegará à área defendida por uma análise de seu protocolo de comunicação, que fornece a geolocalização do mesmo. Além disso, o sistema do radar pode interferir na emissão frequência do alvo com alto espectro puro de feixe direcional estreito ou em 360º de acordo com o cenário apresentado pela aeronave.

**Figura 6** – ELI-4030 Drone Guard



**Fonte:** DRONE Guard COMJAM (ESM). **Israel Aerospace Industries (IAI)**. Disponível em: <<https://www.iai.co.il/p/eli-4030-drone-guard-esm>>.

Os demais sensores não são, normalmente, empregados de maneira isolada. De acordo com as ideias propostas por LIMA FILHO (2020), os eletro-ópticos – que detectam as ameaças aéreas através de sua assinatura visual, o que exige a utilização de uma câmera para monitoração de seu campo de visão – tem uma efetividade reduzida em situações de baixa visibilidade, como durante uma neblina, e podem confundir os SARP com outros vetores aéreos, como aves e aeronaves tripuladas, além de necessitarem de visada direta para poder detectá-los. Os infravermelhos – que detectam as ameaças através de sua assinatura térmica – dependem de um banco de dados de assinaturas previamente conhecidas para poderem fazer a sua identificação. Já os acústicos – que detectam as ameaças através do reconhecimento

do som específico produzido pelos motores das ARP, os quais são captados por microfones altamente sensíveis – necessitam, a semelhança do sensor anterior, de uma biblioteca de sons previamente conhecidos dos drones para que possam fazer a comparação e, assim, a sua identificação.

Conforme as características supracitadas, pode ser feita a combinação dos sensores para que haja um recobrimento das limitações durante a busca e detecção dos SARP. Um exemplo dessa tecnologia combinada é o Sistema de defesa antiSARP AUDES, utilizado pelas forças dos Estados Unidos da América (EUA). Ele tem entre seus elementos, além de um radar que pode detectar um drone a 10 km, sensores eletro-óptico e infravermelho que fazem o traqueamento preciso do drone e utiliza um inibidor não cinético para bloquear os sinais de rádio que o controlam (AUDES, 2017).

**Figura 7** – Sistema antiSARP AUDES



**Fonte:** AUDES, 2017.

As fases da atividade antiSARP que compreendem as ações de identificar e decidir dependem, quase em sua totalidade, do fator humano. Conforme LIMA FILHO (2020), a identificação – que tem como foco determinar se a ARP consiste em uma ameaça, ou se trata de um aliado – pode ser feita de maneira eletrônica, visual ou por procedimentos.

Na identificação eletrônica, considerada o meio mais seguro e que é mais amplamente utilizado, o sistema possui “sensores capazes de identificar as aeronaves por meio de sua seção radar, assinatura infravermelha ou outras assinaturas eletrônicas, de acordo com um banco de dados de aeronaves conhecidas” (LIMA FILHO, 2020, p. 25). A identificação visual – realizada por observadores treinados que são “empregados para cobrir eventuais brechas no diagrama de cobertura dos sensores de vigilância ou reforçar a vigilância nas prováveis rotas de aproximação das

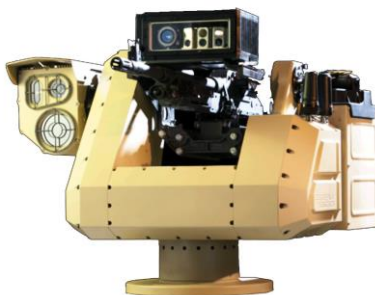
aeronaves inimigas” (BRASIL, 2017, p. 3-5) – complementa-se com a realizada por procedimentos – que tem por base o “comportamento das aeronaves não-tripuladas em relação às medidas de coordenação do espaço aéreo estabelecidas” (LIMA FILHO, 2020, p. 26) – por ambas dependerem da análise do fator humano, da mesma forma que a ação da decisão – que visa estabelecer o procedimento que será tomado mediante cada situação apresentada.

Dentro da fase da atividade antiSARP que compreende a ação de neutralizar, por fim, podem-se ser analisadas os meios cinéticos e não cinéticos que a compõem. De acordo com LIMA FILHO (2020), os meios cinéticos são os que compreendem o deslocamento de algum corpo para que se choque com um SARP na intenção de danificá-lo. Por outro lado, os meios não cinéticos “não envolvem um movimento físico, mas sim uma interferência eletrônica ou mesmo laser e micro-ondas” (LIMA FILHO, 2020, p. 30).

Os meios cinéticos, dentro dos conflitos armados, já são amplamente utilizados, mesmo que não sejam para a ação específica antiSARP. Nos conflitos modernos, a exemplo do que ocorre na Síria – conflito que teve o estopim em 2011 com manifestações contra o governo do presidente sírio Bashar al-Assad que ganharam grande vulto, gerando coalizões internacionais e repercussões que duram até os dias atuais (POR QUE, 2021) –, onde os russos combinaram os seus sensores de detecção e radiofrequência com os seus mísseis, lançados pelo sistema PANTSIR S1, para obterem resultados eficientes na neutralização de ataques de múltiplos drones a suas bases (LIMA FILHO, 2020).

Visando abater essa ameaça aérea, já existem meios que utilizam munições especialmente desenvolvidas para as abater, como o Pitbull Highlights, que, de acordo com o site de seu fabricante GENERAL ROBOTICS, possui incorporado ao seu sistema um algoritmo em tempo real para traquear e derrubar drones. Além disso, ao analisar relatos de militares que participaram operações urbanas das Forças Armadas brasileiras, como as que ocorreram nos Jogos Olímpicos de 2016, percebe-se que os materiais comuns como redes e linhas de pipa podem interferir na plena operacionalidade das ARP quando se emaranham com elas.

**Figura 8** – General Robotics Pitbull Highlights



**Fonte:** PITBULL Highlights. **General Robotics.** Disponível em: <<http://www.glrobotics.com/pitbullightweaponstation>>.

No âmbito dos meios não cinéticos, existe um grande investimento no desenvolvimento de materias para o combate antiSARP. Um dos métodos utilizados para impedir a ação dos SARP, fazendo com que pousem ou retornem automaticamente para a sua base de lançamento, é a neutralização através da interferência na radiofrequência entre a aeronave e o seu operador (LIMA FILHO, 2020). A DroneGun Tactical, conforme expõem o site de sua fabricante DRONESHIELD, torna-se um exemplo da utilização desse princípio por ser um material com um design semelhante a um rifle que utiliza de antenas direcionais para jamear as frequências dos drones para que saiam do cenário operacional sem causar danos colaterais por um abatimento.

**Figura 9** – DroneGun Tactical



**Fonte:** DRONEGUN Tactical. **Droneshield.** Disponível em: <<https://www.droneshield.com/dronegun-tactical>>.

Além do método supracitado, outros meios não cinéticos são utilizados com o foco na interferência no sinal de transmissão da aeronave para o operador de seu sistema. De acordo com LIMA FILHO (2020), junto com a interferência na transmissão de radiofrequência, a interrupção na conexão satelital, onde se atua no bloqueio do sinal entre o SARP e os sistemas de geoposicionamento existentes, também é um método de neutralização comumente utilizado para impedir a atuação da ameaça

aérea. Um exemplo de material que pode atuar dessa maneira é o já citado Sistema Bloqueador de Drones SCE 0100-D, fabricado pela empresa IACIT.

O último foco dado para os meios não cinéticos corresponde a utilização de energia para a defesa antiSARP. A utilização de um *laser* de alta intensidade ou de um feixe de luz pode ser feita para ofuscar a visão da câmera de uma ARP, atentando-se para a potência baixa a ser utilizada para que o hardware da aeronave não seja destruído (LIMA FILHO, 2020). De maneira oposta, a arma de energia direcionada, que é um método utilizado com frequência no cenário operacional atual, busca danificar os circuitos elétricos das placas-mãe dos SARP e paralisar os seus sistemas de comando e controle (LIMA FILHO, 2020). Nesse escopo, pode-se observar o veículo antiSARP da Força Aérea dos Estados Unidos da América (EUA) *High Energy Laser Weapon Systems* (HELWS), desenvolvido pela empresa Raytheon. Este sistema autônomo, que é montado sobre um pequeno carro *off-road*, utiliza sensores eletro-ópticos ou infravermelhos para detectar o SARP e, logo após, o neutralizar com um laser de energia dirigida de alta potência (BAGGIO, 2020).

**Figura 10** – High Energy Laser (HELWS)



**Fonte:** MIZOKAMI, 2020.

Há uma variada gama de materiais, no cenário mundial, para a defesa antiaérea frente a ameaça proveniente dos SARP. Apesar de nenhum deles ser plenamente eficaz contra todas as possibilidades de emprego dessas aeronaves, o seu emprego já aumenta consideravelmente a capacidade do país manter a sua soberania frente a um ataque de ARP. Cabe aos especialistas brasileiros analisarem os dados das capacidades de cada material, aliando o seu custo para aquisição ou desenvolvimento nacional, para que se possa utilizá-los em defesa ao Brasil.

## 2.5 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

O IAI HAROP, sendo o principal representante dos SARP do tipo *loitering munition* na atualidade, é um arma com uma alta tecnologia agregada que pode conduzir o desenrolar vitorioso de um conflito por quem o utiliza. Além de possuir características específicas que já tornam esse tipo de aeronave uma grande ameaça para seus oponentes, como a baixa RCS que dificulta a sua localização por sistemas de controle e alerta, a sua capacidade de se manter mais de nove horas sobrevoando uma área inimiga a procura de um alvo compensador para atacá-lo, de maneira precisa, com uma cabeça de guerra de 16 kg o diferenciam em um cenário de combate. Dessa maneira, não só Israel, onde foi fabricado, utiliza essa ARP como meio estratégico em combate, mas também países como Azerbaijão, China, Alemanha, Índia, Cazaquistão, Coréia do Sul, Turquia e Uzbequistão.

O Brasil, na atual conjuntura em que se encontra, não possui meios para fazer uma frente eficaz contra um ataque do SARP IAI HAROP. Dentro do Exército Brasileiro, o único meio específico existente para um ataque desse tipo de ameaça aérea é o SCE 0100-D, o qual não está difundido nas suas Organizações Militares que integram o sistema de defesa antiáerea, cabendo ao 1º Batalhão de Guerra Eletrônica a detenção do material. Os radares que compõem o seu Subsistema de Controle e Alerta não possuem especificações técnicas para a eficiente detecção de qualquer tipo de ARP, havendo somente a suposição de que eles tem a capacidade de identificar os SARP de categorias 1 ou superiores. De maneira semelhante, não há nenhum meio em seu Subsistema de Armas específico para a sua neutralização, estando essa possibilidade restrita a casualidade de acertá-los em um contra ataque.

Nenhum país, atualmente, consegue fazer uma frente eficaz para o ataque de um SARP, principalmente no que tange a sua utilização em um enxame (*drone swarm*). Existem equipamentos fabricados especificamente para o combate antiSARP que abarcam desde a fase de detecção e identificação, até a sua neutralização – podendo esta ser através de abatimento, ou interferência no seu funcionamento para que pouse ou retorne a sua base sem causar danos colaterais em sua queda. Entretanto, por eles serem fruto de um constante desenvolvimento de capacidade intelectual especializada e agregarem uma alta tecnologia, tornam-se materiais de um custo elevado que não podem ser adquiridos, principalmente no intuito de os empregar em larga escala, por quaisquer países que os desejem para suas Forças Armadas.



Esse fato ressalta o diferencial positivo em combate que esses meios de defesa antiaérea fornecem para a tropa que os possuem.

### 3. CONCLUSÃO

Após análise da situação atual dos meios de defesa antiaérea que existem no território nacional, percebe-se que a Artilharia Antiaérea brasileira não possui a capacidade de fazer frente ao emprego do SARP do tipo *loitering munition*. Considerando o IAI HAROP, modelo atual dessa ameaça aérea, as características que sua alta tecnologia agregada lhe proporcionam fazem com que seja praticamente impossível para que os meios de DA Ae do Exército Brasileiro o detectem e, por mais que atue de maneira individual (não necessariamente em um ataque do tipo *drone swarm*), o neutralizem com meios precisos.

Devido ao fato de que os SARP continuam em constante evolução, tornando-se previsível a ocorrência de uma defasagem da tecnologia agregada ao IAI HAROP com o tempo, faz-se essencial que o Brasil tenha meios que possam, no mínimo, fazer frente a esta ameaça aérea. Entretanto, não necessariamente a melhor opção seja comprar o material mais avançado para essa finalidade existente, atualmente, no mercado internacional. Além do valor elevado que essa compra certamente terá, tem-se que pensar nos custos da manutenção de sua eficácia a longo prazo. LIMA FILHO (2020) expôs esse pensamento da seguinte forma:

Não basta apenas encontrar uma maneira de destruir o drone de um inimigo; isso deve ser feito de maneira econômica. Se a neutralização de um drone inimigo de US\$ 1.000 requer um míssil de US\$ 1 milhão, todos os drones abatidos são uma vitória para o inimigo, porque impõe enormes custos ao defensor. (SCHARRE, 2014, p. 42 apud LIMA FILHO, 2020, p. 28).

Uma linha de ação viável para o Brasil, analisando o contexto atual em que o país se encontra perante o cenário mundial – não está direta ou indiretamente envolvido em nenhum conflito armado –, seria investir no desenvolvimento e aprimoramento dos materiais que já são de posse nacional. O radar SABER M200, apesar de ainda não ter sido efetivamente testado para ameaças aéreas como os SARP do tipo *loitering munition*, ainda pode ter suas capacidades aprimoradas para que possa fazer a detecção adequada antes que seja entregue para as Organizações Militares (OM) do país. Além disso, deve-se agir no sentido ligar o SCE 0100-D ao sistema de DA Ae nacional, evitando a exclusividade de utilização do meio pelo 1º

BGE, distribuindo-o às OM AAAe brasileiras.

Quanto ao sistema de armas, pode-se estudar a maneira mais adequada interligar o material já existente, como a VBC DA Ae GEPARD 1A2, ao aprimoramento das capacidades de detecção do sistema de controle e alerta. Entretanto, pensando em uma situação emergencial, em que a utilização desse sistema seja indispensável para o emprego imediato, cabe o planejamento e tratativas prévias para a aquisição de materiais já desenvolvidos por outros países, como os que foram apresentados previamente neste artigo.

Por fim, percebe-se a urgência do Brasil possuir um sistema antiaéreo capaz de fazer frente a uma ameaça proveniente de SARP do tipo *loitering munition*, sendo o IAI HAROP um exemplo da grande capacidade tecnológica que nele pode ser agregado. Dessa maneira, deve-se manter o estudo continuado acerca do assunto pelas Forças Armadas para que se mantenha a atualização e o entendimento de como essa defesa pode ser realizada pelo país, a exemplo do que aconteceu em 2021 no II Simpósio “Defesa AntiSARP”, realizado pela Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe).

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Resende: Acadêmica, 2008.

AUDS Counter-drone System Achieves TRL-9 Status. **EVERYTHINGRF**, 26 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.everythingrf.com/News/details/3473-AUDS-Counter-drone-System-Achieves-TRL-9-Status>>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BAGGIO, Guilherme. **O emprego da Artilharia Antiaérea no combate antisarp de nível tático: um estudo do material existente e possibilidades de aquisições**: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2020.

BASTOS JR, Paulo Roberto. IAI apresenta o sucesso comercial de seus “drones suicidas”. **Tecnologia & Defesa**, 02 fev. 2021. Disponível em: <<https://tecnodefesa.com.br/iai-apresenta-o-sucesso-comercial-de-seus-drones-suicidas/>>. Acesso em: 04 maio 2021.

BENI, Eduardo. IACIT faz demonstração de sistema bloqueador de drones adquirido pelo Exército. **Piloto Policial**, 22 jul. 2016. Disponível em: <<https://www.pilotopolicial.com.br/iacit-faz-demonstracao-de-sistema-bloqueador-de-drones-adquirido-pelo-exercito/>>. Acesso em: 02 junho 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 2. ed. Brasília, 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB60-MT-23.454: Guerra Eletrônica de Não-Comunicações**. 1. ed. Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea**. 1. ed. Brasília, 2017.

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

CANAN, James W. On the Horizon: Unmanned Aerial Vehicle. **Air Force Magazine**, Oct 1988. Disponível em: <<https://www.airforcemag.com/PDF/MagazineArchive/Documents/1988/October%201988/1088uav.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

CORREA JR, Milton. Tecnologia no campo promete mais produção e menos agrotóxico. **Revista Planeta**, 19 mar. 2019. Disponível em: <<https://www.revistaplaneta.com.br/tecnologia-no-campo-promete-mais-producao-e-menos-agrotoxico/>>. Acesso em: 31 maio 2021.

DRONE Guard COMJAM: RF Detection & Jammer for Drone Detection and Mitigation.

**Israel Aerospace Industries (IAI).** Disponível em: <<https://www.iai.co.il/drupal/sites/default/files/2021-05/ELI-4030%20Drone%20Guard%20COMJAM%20Brochure.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 21.

**DRONEGUN Tactical. Dronesield.** Disponível em: <<https://www.dronesield.com/dronegun-tactical>>. Acesso em: 08 ago. 21.

FERREIRA NETO, Manoel de Araújo. **As possibilidades e limitações da defesa antiaérea do Exército Brasileiro quando empregada contra sistemas de aeronaves remotamente pilotadas no teatro de operações:** Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2019.

GALANTE, Alexandre. O gigantesco número de helicópteros dos EUA perdidos na Guerra do Vietnã. **Forças Terrestres**, 07 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.forte.jor.br/2021/04/07/o-gigantesco-numero-de-helicopteros-dos-eua-perdidos-na-guerra-do-vietna/>>. Acesso em: 24 jun 2021.

GETTINGER, Dan; MICHAEL, Arthur Holland. Loitering Munitions. **Center for the Study of the Drone**, 2017. Disponível em: <<https://dronecenter.bard.edu/files/2017/02/CSD-Loitering-Munitions.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2021.

HAROP Loitering Munition System. **Israel Aerospace Industries (IAI).** Disponível em: <<https://www.iai.co.il/p/harop>>. Acesso em: 19 jun. 21.

HAROP loitering Munitions UCAV System. **Airforce Technology**, 02 jul 2015. Disponível em: <<https://www.airforce-technology.com/projects/haroploiteringmuniti/>>. Acesso em: 05 maio 2021.

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

MICHEL, Arthur Holland. **Counter-drone systems:** Washington D.C., 2019.

MIZOKAMI, Kyle. The Air Force Mobilizes Its Laser and Microwave Weapons Abroad. **Popular Mechanics**, 09 abr. 2020. Disponível em: <<https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a32083799/laser-microwave-weapons/>>. Acesso em: 08 ago. 21.

MUNIÇÕES Suicidas: IAI – Sucesso operacional aos clientes em todo o mundo. **Defesanet**, 01 fev. 2021. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/iai/noticia/39491/Municoes-Suicidas--IAI---Sucesso-operacional-aos-clientes-em-todo-o-mundo/>>. Acesso em: 26 jun. 21.

PADILHA, Luiz. Drones transformados em armas. **Defesa Aérea e Naval**, 17 jul. 18. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/geopolitica/drones-transformados-em-armas>>. Acesso em: 23 jun. 21.

PECHARROMÁN, José María Peral; VEIGA, Ricardo. Relatório. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados.** São Paulo,

2017.

PEREIRA, André Luiz. **O uso da Supressão da Defesa Antiaérea inimiga em apoio as operações, lições dos conflitos da Síria e Nagomo Karabakh**: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2021.

PITBULL Highlights. **General Robotics**. Disponível em: <<http://www.glrobotics.com/pitbullightweaponstation>>. Acesso em: 08 ago. 21.

POR QUE a guerra da Síria continua após 10 anos? **BBCNews**, 15 mar. 21. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-56378202>>. Acesso em: 08 ago. 21.

PREDATOR RQ-1 / MQ-1 / MQ-9 Reaper UAV. **Airforce Technology**, 03 fev. 20. Disponível em: <<https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/>>. Acesso em: 24 jun. 21.

REIS, Luiz Fernando Pinto dos. Entenda o conflito entre Armênia e Azerbaijão pelo território de Nagorno-Karabakh. **Politize!**, 12 dez 20. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/conflito-armenia-e-azerbaijao-entenda/>>. Acesso em: 24 jun 2021.

RODRIGUES, Alex. Brasil recebe primeiro dos 36 caças Gripen comprados para a FAB. **Agência Brasil**, 10 set. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-09/brasil-recebe-primeiro-dos-36-cacas-gripen-comprados-para-fab>>. Acesso em: 05 maio 2021.

ROGOWAY, Tyler. Meet Israel's 'Suicide Squad' of Self-Sacrificing Drones. **The Driver**, 08 ago. 2016. Disponível em: <<https://www.thedrive.com/the-war-zone/4760/meet-israels-suicide-squad-of-self-sacrificing-drones>>. Acesso em: 05 maio 2021.

SILVA, Davi. 1849 – O (provável) 1º ataque de drones. **Tech and People**, 26 dez. 2013. Disponível em: <<https://papodecafe.com/blog/2013/12/26/1849-o-provvel-1o-ataque-de-drones>>. Acesso em: 31 dez 2021.

SILVA, João Abdalla Ney da. Possibilidades e limitações de detecção e acompanhamento radar de SARP com os meios hoje disponíveis no Exército Brasileiro. **Centro Tecnológico do Exército (CTEx)**, 01 jul. 2021. Disponível em: <<http://www.esacosaae.eb.mil.br/images/phocagallery/2021/Simposio/00-palestras/009.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2021.

SPELTA, Bruno Villas-Bôas. **Possibilidades de detecção e neutralização de drones pela Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro: uma proposta de emprego em ambiente urbano**: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2019.

WRITER, Staff. The IAI Harop is a disposable alf-UAV, half-missile drone system with inherent surveillance capabilities. **Military Factory**, 10 dez. 2020. Disponível em: <[https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft\\_id=1288](https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=1288)>. Acesso em: 05 maio 2021.