



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**2º SGT EDSON WANDER FONSECA FARIA  
3º SGT DIOVANI ROSA PEREIRA  
3º SGT ROBSON FERREIRA BEZERRA**

**PROPOSTA DE SARP, RADAR DE CONTRABATERIA E EQUIPAMENTO DE  
LEVANTAMENTO DE ALVOS PELO SOM QUE ATENDAM ÀS NECESSIDADES DA  
BATERIA DE BUSCA DE ALVOS DO CMDO ART EX**



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**2º SGT EDSON WANDER FONSECA FARIA  
3º SGT DIOVANI ROSA PEREIRA  
3º SGT ROBSON FERREIRA BEZERRA**

**PROPOSTA DE SARP, RADAR DE CONTRABATERIA E EQUIPAMENTO DE  
LEVANTAMENTO DE ALVOS PELO SOM QUE ATENDAM ÀS NECESSIDADES DA  
BATERIA DE BUSCA DE ALVOS DO CMDO ART EX**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização no Curso Avançado do Sistema de Mísseis e Foguetes.



MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
COMANDO MILITAR DO PLANALTO  
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES  
DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA

FOLHA DE APROVAÇÃO

**Autores: 2º SGT ART EDSON WANDER FONSECA FARIA  
3º SGT ART DIOVANI ROSA PEREIRA  
3º SGT ART ROBSON FERREIRA BEZERRA**

**TÍTULO: PROPOSTA DE SARP, RADAR DE CONTRABATERIA E EQUIPAMENTO  
DE LEVANTAMENTO DE ALVOS PELO SOM QUE ATENDAM ÀS NECESSIDADES  
DA BATERIA DE BUSCA DE ALVOS DO CMDO ART EX**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização no Curso Avançado do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/2023

CONCEITO: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>

**EDSON WANDER FONSECA FARIA – 2º SGT  
Aluno**

**DIOVANI ROSA PEREIRA – 3º SGT  
Aluno**

**ROBSON FERREIRA BEZERRA – 3º SGT  
Aluno**

PROPOSTA DE SARP, RADAR DE CONTRABATERIA E EQUIPAMENTO DE  
LEVANTAMENTO DE ALVOS PELO SOM QUE ATENDAM ÀS NECESSIDADES  
DA BATERIA DE BUSCA DE ALVOS DO CMDO ART EX

Edson Wander Fonseca Faria  
Diovani Rosa Pereira  
Robson Ferreira Bezerra

**RESUMO**

O Presente estudo tem por finalidade apresentar uma proposta de aquisição de equipamentos necessários para que a recém-criada Bateria de Busca de Alvos (Bia BA) no Comando de Artilharia do Exército, possa cumprir suas missões. Tal estudo se baseia na sugestão de um Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), um radar de contrabateria e de equipamentos de levantamento de alvos pelo som. Buscando embasamento na legislação vigente que baliza e ampara o emprego da Bia BA e sua estrutura, procura-se apresentar materiais que vão de fato atender às demandas previstas para a mesma, permitindo a realização de atividades de obtenção de informações sobre alvos compensadores, para que estes possam ser engajados em local e momento oportuno. Para a escolha dos equipamentos apresentados neste estudo, foi levado em consideração principalmente à necessidade de a Bia BA atuar no mais alto nível tático, e para tanto, ser dotada de material condizente aos armamentos existentes hoje no Exército Brasileiro

**Palavras-chave:** Artilharia. Busca de Alvos. Radar.

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to present a proposal for the acquisition of necessary equipment so that the recently created Target Search Battery (TS Battery) in the Army Artillery Command can fulfill its missions. This study is based on the suggestion of a Remotely Piloted Aircraft System (RPAS), a counterbattery radar and equipment for surveying targets by sound. Seeking a basis in the current legislation that guides and supports Bia BA's employment and its structure, we seek to present materials that will in fact meet the demands foreseen for it, allowing activities to obtain information on rewarding targets to be carried out, so that they can be engaged at an opportune place and time. When choosing the equipment presented in this study, consideration was given mainly to the need for Bia BA to operate at the highest tactical level, and to do so, to be equipped with material consistent with the weapons currently available in the Brazilian Army.

**Keywords:** Artillery. Target Searching. Radar.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípio funcional do radar de contrabateria .....	9
Figura 2 – Radar Zoopark-1M 1L260 .....	10
Figura 3 – Radar AN/TPQ-53 .....	11
Figura 4 – Artillery Hunting Radar – ARTHUR .....	13
Figura 5 – Estrutura orgânica da Bia BA .....	15
Figura 6 – Penguin C MK2 .....	16
Figura 7 – Skylark 3 Hybrid .....	17
Figura 8 – Nauru 1000c .....	18
Figura 9 – Harpia .....	19
Figura 10 – Hostile Artillery Locating (HALO) .....	20
Figura 11 – Sensor AMMS sobre uma estação meteorológica .....	21
Figura 12 – Sensor AMMS utilizado em um drone .....	21

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>6</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
1.1 PROBLEMA.....	7
1.2 JUSTIFICATIVA.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	8
1.4 METODOLOGIA.....	9
<b>2 DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>9</b>
2.1 RADARES DE CONTRABATERIA.....	9
2.1.1 RADAR ZOOPARK-1M 1L260.....	10
2.1.2 RADAR AN/TPQ-53.....	11
2.1.3 ARTILLERY HUNTING RADAR - ARTHUR.....	12
2.1.4 RADAR DE CONTRABATERIA NACIONAL.....	13
2.2 SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS.....	14
2.2.1 PENGUIN C MK2.....	15
2.2.2 SKYLARK 3 HYBRID.....	16
2.2.3 NAURU 1000c.....	17
2.2.4 HARPIA.....	18
2.3 EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO DE ALVOS PELO SOM.....	19
2.3.1 HOSTILE ARTILLERY LOCATING (HALO).....	20
2.3.2 SENSOR AMMS.....	21
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Verifica-se que dentre os equipamentos disponíveis e capazes de darem maior atuação e eficiência a Bateria de Busca de alvos encontra-se os radares de contrabateria, SARP e equipamentos de levantamento de alvos pelo som.

Com o evento da “Guerra ao terror”, iniciada após os ataques de 11 de setembro de 2001, pelos Estados Unidos contra a organização terrorista Al-Qaeda, iniciou-se uma demanda de modernização dos radares de contrabateria, sendo empregados independente de posições de artilharia, com o objetivo de detecção de fogos iminentes inimigos contra instalações aliadas como aeroportos, unidades de comando e depósitos logísticos nos teatros de operação iraquiano e afegão. (Defense advancement, 2023).

Observa-se que a localização e identificação pelo som é feita “por equipamentos de localização pelo som (sensores acústicos) e têm a finalidade de determinar a localização das armas inimigas de tiro indireto, por meio de ondas sonoras produzidas no momento do disparo. Configuram um meio passivo de detecção, não emitindo ondas eletromagnéticas e, portanto, de difícil detecção pelo inimigo.” (BRASIL, 2022, p. 3-5).

No Cenário Operacional os Eqp Loc Som da Bateria de busca de Alvos (Bia Ba), darão maior capacidade operacional e vantagem em situações de manobra para a Artilharia empregada, observa-se vários equipamentos de localização pelo som no mercado internacional, tais como: MAMBA (Mobile Artillery Monitoring Battlefield Radar), HALO (Hostile Artillery Locating), AZK-7M, 1B75 entre outros.

A capacidade de adestramento fidedigno a uma situação de conflito real levaria à consideração da reação inimiga diante dos fogos disparados sobre um alvo, especialmente de artilharia inimiga, o que necessitaria de uma integração do sistema de radar de contrabateria com o sistema ASTROS para que fossem realizados fogos de contrabateria que é uma das especialidades do sistema de Artilharia de mísseis e foguetes.

O Sistema de aeronaves remotamente pilotadas é muito importante para a capacidade de manobra dos Exércitos ao redor do mundo, os SARPES podem proporcionar uma capacidade de manobra e visão do terreno que permitem desenvolvimento de combate e economia de pessoal, uma vez que consigo observar grande parte do terreno pelo ar.

### 1.1 PROBLEMA

Por necessidade de modernização constante de um dos meios mais nobres do Exército Brasileiro, que é a Artilharia de Mísseis e Foguetes, faz-se necessário

também a modernização dos sistemas de apoio a essa Artilharia, como a busca de alvos e a detecção de fogos inimigos o quão rápido possível durante um conflito para que as baixas aliadas sejam mínimas. Com a ativação do Núcleo da Bateria de Busca de Alvos no âmbito do Comando de Artilharia do Exército, faz-se necessário a aquisição de meios adequados para tal órgão auxiliar da melhor forma as missões de tiro realizadas pelos Grupos de Mísseis e Foguetes.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Uma vez tendo sido ativado o módulo da Bateria de Busca de Alvos no Forte Santa Bárbara, torna-se importante conhecer os meios disponíveis e possíveis de serem adquiridos para compor o material necessário para o melhor funcionamento da Bia Ba, a fim de tornar mais efetiva a atuação da bateria no sistema operacional da Artilharia, visto que no cenário atual verifica-se a importância da Busca de Alvos na estrutura da Artilharia.

Este trabalho reflete a importância do aprimoramento da doutrina de busca de alvos da Artilharia de Mísseis e Foguetes, que por se tratar de um meio nobre de uso estratégico para a Força Terrestre, exige-se observância quanto a eficiência dos procedimentos e zelo para com o material empregado.

## 1.3 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar propostas de radares de contrabateria, SARP e os equipamentos de levantamento de alvos pelo som mais eficientes em emprego atualmente e durante a história. Para isso, serão abordados os seguintes objetivos específicos:

- a) Apresentar os principais radares de contrabateria utilizados atualmente;
- b) Apresentar os principais Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) em emprego atualmente;
- c) Apresentar os mais eficientes equipamentos de levantamento de alvos através do som.



## 1.4 METODOLOGIA

Este trabalho se utiliza de pesquisa bibliográfica, explorando as informações sobre contrabateria e busca de alvos dos sistemas de Artilharia pelo mundo, por fontes secundárias de pesquisa, manuais e artigos de opinião.

Os dados foram abordados de maneira analítica, observando a forma como são empregados os radares de contrabateria e materiais de busca de alvos pelo mundo e ponderando como empregá-los em associação com o sistema ASTROS para maior eficiência do próprio em combate.

## 2 DESENVOLVIMENTO

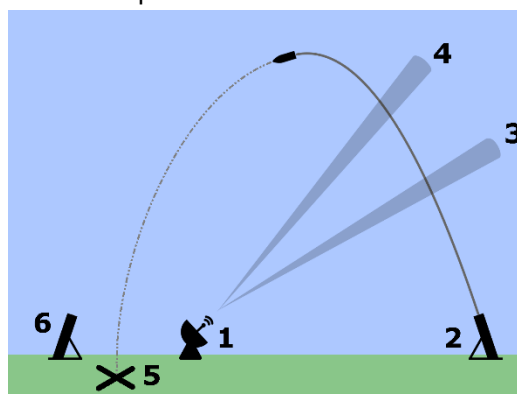
### 2.1 RADARES DE CONTRABATERIA

Radares de contrabateria são primariamente usados por forças terrestres para detectar fogo hostil iminente e prever o local de queda do tiro. Tipicamente detectam disparos de granadas obuseiros e morteiros, porém também disparos de mísseis e foguetes dos tipos ar-solo e solo-solo, incluindo assim tiros realizados por helicópteros, aeronaves de asa fixa e aeronaves de baixa altitude não tripuladas, como drones.

Os radares de contrabateria foram inicialmente adotados por formações de artilharia. As tropas base necessitavam detectar fogos iminentes e os alvos possíveis desses fogos. Essa detecção não apenas alertaria as tropas aliadas sobre o local de queda dos fogos inimigos como também preveria a posição da artilharia inimiga que realizava os fogos.

Radares de contrabateria foram desenvolvidos a partir dos radares terrestres de vigilância aérea e radares de controle de fogo de combate aéreo desenvolvidos

Figura 1 – Princípio funcional do radar de contrabateria



Fonte: os autores, a partir de Hensoldt, 2019, p.

durante a Segunda Guerra Mundial. Estórias diziam que os “radio-operadores posicionados próximos da linha de frente durante o conflito podiam detectar a aproximação de fogos de morteiros através da interferência causada nas transmissões rádio pelas granadas se moverem pelo ar”. (WITHINGTON, 2023).

O princípio funcional dos radares de contrabateria segue a figura acima: o radar (1) estando com a posição inimiga dentro de seu setor de cobertura detecta (3) o tiro da artilharia inimiga (2) e rastreia (4) sua trajetória para extrapolar o local de queda (5) de forma a conseguir avisar a posição aliada (6) da possível área a ser batida pelo fogo inimigo, para que possam desmobilizar ou reforçar a posição em tempo hábil e realizar o contra-ataque. (ArmyPub, 2002, p. 4-1)

### 2.1.1 RADAR ZOOPARK-1M 1L260

Figura 2 – Zoopark-1M 1L260



Fonte: MILITARNYI. Acesso em: 04 set. 2023.

É um radar de contrabateria utilizado pelas Forças Armadas da Rússia, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Científica Tula "Strela" nos anos 2000. Sua equipe de operação consiste em um motorista, um operador de radar e um comandante de viatura. Utiliza rastreamento em tempo real de fogo inimigo e fornece informações precisas de localização do alvo para as forças aliadas, permitindo uma resposta efetiva e precisa. (Army Recognition. 2023)

O radar do Zoopark-1M é montado na parte dianteira do teto da viatura base. Consiste em um arranjo de antena que é dobrável, permitindo facilidade no transporte e rápido emprego quando necessitado. O arranjo de antena é montado em um mastro, que pode ser erguido ou arriado para atingir o posicionamento e cobertura necessários

para a operação. É capaz de detectar granadas de artilharia de calibre 155mm a distâncias de 23 quilômetros de 203 mm a 27 km. Para foguetes de artilharia seu alcance de detecção varia de 32 a 45 km. Pode ser colocado em operação e evacuado em 5 minutos, seu radar pode atuar por mais de 8 horas, através de um gerador de energia embutido na viatura, rastreando até 12 alvos simultaneamente, cobrindo um setor de até 90°. (Army Recognition. 2023)

A viatura base utiliza o chassi GM-5955, também utilizado no sistema de defesa antiaérea TOR-M1, chegando a velocidades de até 70 km/h na estrada com autonomia de 500 km. (Army Recognition. 2023)

Seu emprego na guerra da Ucrânia é equiparado ao do radar de contrabateria norte-americano AN/TPQ-37 "Firefinder", porém tendo um alcance de detecção superior ao norte-americano em 13 km para granadas de artilharia e em 21 km para foguetes. (MORDOWANEC, 2023)

Opção viável em caso de alinhamento bélico com a Rússia, devido ao peso do dólar sobre nossa moeda encarecendo a aquisição de materiais bélicos mais modernos e sofisticados tendo em mente a necessidade de aquisição de um radar de contrabateria cujo custo-benefício não dificulte a continuidade do adestramento dos GMF.

### 2.1.2 RADAR AN/TPQ-53

Figura 3 – Radar AN/TPQ-53



Fonte: USAASC. Acesso em: 10 de set. de 2023.

É um radar de contrabateria norte-americano desenvolvido pela empresa Lockheed Martin, que também produz equipamentos aeroespaciais, de defesa e segurança de informações. Foi desenvolvido para operar com cinco militares, efetivo

consideravelmente reduzido comparado com seu antecessor, o AN/TPQ-37 "Firefinder", com doze militares previstos para operá-lo (GlobalSecurity.org. 2011).

É capaz de operar em até 360°, porém com alcance de detecção reduzido, sendo o melhor desempenho em até 90° do posicionamento inicial, até 20 km (15 km se além dos 90°) para fogos de morteiros, 34 km (20 km se além dos 90°) para fogos de artilharia e 60 km (20 km se além dos 90°) para foguetes. Probabilidade de locação maior ou igual a 85% dentro dos limites de distância de detecção. Velocidade de até 100 km/h com autonomia de até 480 km. (USC ASC. 2023.)

Está sendo empregado pela Ucrânia atualmente no conflito contra a Rússia, tendo reduzido as baixas de unidades ucranianas consideravelmente com seu emprego, inicialmente enviados devido ao conflito causado por separatistas pró-Rússia em 2014. (GOULD, 2019).

Opção mais ideologicamente viável de aquisição seguindo o alinhamento bélico crescente com o Exército Norte-americano, tanto com a versão atual como a anterior, a "Firefinder".

### 2.1.3 ARTILLERY HUNTING RADAR - ARTHUR

Figura 4 – SAAB ARTHUR



Fonte: SAAB. Acesso em: 04 set. 2023.

O ARTHUR, acrônimo para "ARTillery HUNting Radar", é um radar de contrabateria desenvolvido pela empresa Sueca SAAB. Caracteriza-se por ser um sistema leve e de alta mobilidade, podendo ser integrado em qualquer veículo militar, desde que este tenha tamanho e capacidade de carga suficientes para suportar o sistema.

De acordo com a fabricante, o próprio radar de contrabateria é um alvo prioritário em combate, sendo um dos diferenciais do ARTHUR, a capacidade de entrar e sair de posição em menos de 2 minutos, o que lhe fornece maior tempo útil de operação, antes de eventualmente ser identificado pelo inimigo. Caracteriza-se também pelo alcance útil de 60km, operado em um ângulo de 120° e a capacidade de localizar mais de 100 alvos por minuto. (JANES. 2019)

O equipamento entrou em serviço na Suécia há mais de 20 anos e atualmente está sendo operado por 12 países, em especial por diversos membros da OTAN (Organização do Tratado do Atlântico Norte), onde teve destaque em sua versão MAMBA (Mobile Artillery Monitoring Battlefield Asset), utilizada pelo exército inglês durante a 2ª Guerra do Golfo em 2003. (SAAB. 2023)

#### 2.1.4 RADAR DE CONTRABATERIA NACIONAL

A Embraer, em associação com o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), assinaram em 09 de dezembro de 2021 um acordo de cooperação técnica para concepção e desenvolvimento do Sistema Radar de Contrabateria (SRCB). (BASTOS, 2021)

A Embraer já participa do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), do Exército Brasileiro, além de atuar conjuntamente com o Programa Estratégico de Defesa Antiaérea (Prg EE DAAe), trabalhando também com o Centro Tecnológico do Exército (CTEx) no aprimoramento dos sistemas de radares já existentes.

Os requisitos para seu desenvolvimento foram considerados no Subprograma Sistema Artilharia de Campanha para o Programa Estratégico do Exército, publicados na portaria nº 008-EME, de 11 de janeiro de 2019, sendo eles:

1. Ser capaz de detectar automaticamente, no mínimo, granadas de morteiros de calibre de 60 mm, obuses de calibre de 105 mm e foguetes;
2. Possuir alcance instrumental em distância de, no mínimo, 60 km;
3. Detectar granadas de morteiro a partir de 120 mm a uma distância de 18 km;
4. Detectar dez alvos simultaneamente;
5. Classificar os alvos detectados entre (pelo menos) as seguintes classes: morteiro e artilharia (obuseiro ou foguete);

6. Possuir plataforma de transporte baseada em viatura compatível com as utilizadas pelo EB;
7. Ser transportável, em um único traslado, nas aeronaves de transporte de carga da Força Aérea Brasileira, incluindo sua plataforma de transporte e seus acessórios.

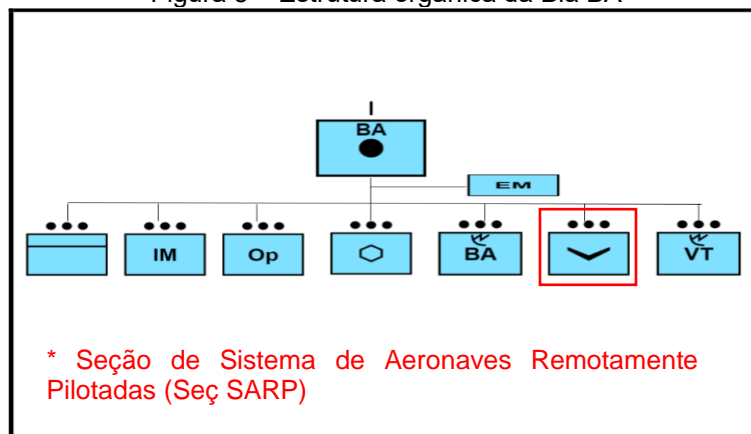
## 2.2 SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Os cenários dos combates atuais tendem cada vez mais a serem marcados pela presença de meios e recursos com alto valor tecnológico agregado, em especial aqueles relacionados a execução de ações de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA). Dentro desse contexto, a relevância dada aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) pelos principais exércitos do mundo, torna-se evidente, em especial nos conflitos internacionais mais recentes, como o de Nagorno-Karabakh, travado entre o Azerbaijão e a Armênia e principalmente na atual guerra Russo-Ucraniana.

Não obstante, quando analisamos a utilização desse importante vetor aéreo dentro do Exército Brasileiro, notamos que, embora o estudo e debate sobre o tema em questão já venha ocorrendo nos últimos anos, a aquisição propriamente dita e chegada das primeiras unidades SARP com finalidade direcionada para o emprego militar na Força Terrestre é bastante recente, datando do final do ano de 2022, a entrega à Aviação do Exército das 3 (três) primeiras unidades do modelo Nauru 1000c, da empresa nacional XMobots.

Analisando a estrutura orgânica da Bia BA, prevista no EB70-MC-10.378 Manual de Campanha da Bateria de Busca de Alvos (COTer 2022, Edição

Figura 5 – Estrutura orgânica da Bia BA



Fonte: EB70-MC-10.378, COTER 2022, Ed. Experimental

Experimental), assim como a própria definição da Bateria em si, nota-se a necessidade da mesma possuir recursos de busca de alvos, em especial de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) para mobiliar a sua Seção SARP, capazes de auxiliar o Comandante da Artilharia de Corpo de Exército (C ACex) no trabalho de obtenção de consciência situacional e ampliando a eficiência e avaliação do apoio de fogo durante as operações realizadas.

Salientamos que, foram observados os pré-requisitos que julgamos essenciais para permitir que a Bia BA cumpra sua função precípua, em especial uma autonomia de voo superior à 8 horas, o que permite tempo hábil para decolagem de uma zona segura, deslocamento até a região onde haja a identificação de um alvo compensador, acompanhamento dos fogos realizados sobre o mesmo e posterior retraimento da aeronave e, alcance máximo de voo compatível com as munições do Sistema ASTROS, que hoje é o principal meio de apoio de fogo da artilharia brasileira.

### 2.2.1 PENGUIN C MK2

Figura 6 – Penguin C MK2



Fonte: Unmanned Systems Technology. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Produzido pela empresa Edge Autonomy, sediada em San Luis Obispo, Califórnia – EUA, o *Penguin C Mk2* é uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) destinada para emprego militar e possui diversas características que agregariam capacidades operativas para a Bia BA, dentre as quais, destacamos as seguintes (Unmanned Systems Technology. 2015):

- Autonomia de voo de 20 h;
- Alcance de utilização superior à 100 km;

- Velocidade de cruzeiro: 90 km/h;
- Teto de voo: 5000 m;
- Operado por uma guarnição de apenas 2 militares;
- Possui sistema de *Anti-jam* mantendo-se operacional em ambientes onde há negação proposital do sinal de GPS;

Além das características supracitadas, o *Penguin C Mk2* possui um recurso muito interessante para o emprego em conjunto com a artilharia: a capacidade de corrigir fogos através de *software* integrado ao sistema, o qual possibilita essas correções tomando como base o afastamento angular do alvo para o ponto médio dos impactos, informando em tempo real para o operador o valor dessas correções (curto/longo/esquerda/direita) em metros, assim como, tem o tempo médio de preparação para o uso, desde o desembarque do material em seus respectivos *cases*, até a condição de pronto para o lançamento de 1 (uma) hora, valor consideravelmente baixo, quando se trata desse tipo de sistema. (Unmanned Systems Technology).

### 2.2.2 SKYLARK 3 HYBRID

Figura 7 – Skylark 3 Hybrid



Fonte: Airforce Technology. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Fabricado pela israelense Elbit Systems, uma empresa consolidada no mercado internacional de produtos de defesa, inclusive já possuindo uma boa relação comercial com o Exército Brasileiro, o *Skylark 3 Hybrid* tem como grande destaque o seu sistema híbrido de propulsão (elétrico e à combustão), o que permite o sobrevoo da área do alvo de maneira silenciosa, além das características abaixo descritas (Elbit Systems. 2023):



- Autonomia de voo superior a 18 h;
- Alcance de utilização de 120 km;
- Teto de voo: 3600 m;
- Baixo peso de decolagem (48 kg) e capacidade de operar com diversos *payloads* (câmeras, estabilizadores, sensores diversos etc.);

Assim como o *Penguin C Mk2*, o *Skylark 3 Hybrid* também utiliza um sistema de decolagem auxiliado por uma catapulta pneumática e o seu pouso igualmente se dá pelo acionamento automático de paraquedas, o que em conjunto com o acionamento de um *airbag*, propicia uma aterragem segura.

A vantagem da utilização do sistema supracitado é a relativa simplicidade de operação e rapidez no acionamento, onde muitas vezes não é necessário nem o desembarque do material, uma vez que ele pode ser lançado da carroceria de uma viatura adaptada para o mesmo, assim como, dispensa a necessidade uma pista específica para pouso e decolagem.

### 2.2.3 NAURU 1000c

Figura 8 – Nauru 1000c



Fonte: Comando Militar do Sudeste. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Tratando do 1º SARP de categoria 2 utilizado pelo Exército Brasileiro, o Nauru 1000c, fabricado pela empresa paulista XMobots, considerada a maior empresa da América Latina no segmento de Aeronaves Remotamente Pilotadas, possui diversos atributos interessantes à aplicação na busca de alvos, sendo o principal deles, o fato do sistema já estar sendo utilizado pela Aviação do Exército, de modo que a doutrina de emprego do mesmo já está em desenvolvimento. Além disso, possui as seguintes características que o diferem no mercado (XMobots. 2023):

- Autonomia de voo de 10 h;

- Alcance de utilização de 60 km;
- Velocidade de cruzeiro de 110 km/h;
- Sistema VTOL (*vertical take-off and landing*) que permite a decolagem e pouso do mesmo na vertical;
- Propulsão híbrida (elétrica na decolagem e pouso e combustão no deslocamento);
- Peso máximo de cargas úteis acopladas: 18 kg;
- Estação de controle altamente tecnológica localizada dentro de um *Shelter/Container*, que permite o transporte do sistema além de propiciar conforto para a equipe de operação.

O Nauru 1000c, por ser um material nacional e já estar sendo empregado pela Força Terrestre, tem como vantagem a questão da cadeia logística, tanto para o suprimento de componentes e assistência técnica, como para o treinamento dos operadores.

Embora já esteja sendo empregado, não é considerado um projeto finalizado, pois o mesmo está em constante desenvolvimento, tendo a expectativa de nos próximos anos tornar-se além de uma aeronave de vigilância, também o primeiro SARP de ataque brasileiro, pois estão sendo incorporados ao sistema, 2 (dois) mísseis *Enforcer*, da empresa alemã MBDA, lhe conferindo a capacidade de ataque ao solo, o que hoje é uma característica inexistente em território nacional.

#### 2.2.4 HARPIA

Figura 9 - Harpia



Fonte: O Autor. Imagem registrada durante a Operação Formosa 2023.

Inspirado no modelo russo *Orlan-10*, o qual tem tido grande destaque no emprego em conjunto com a artilharia de campanha durante o conflito Russo-Ucraniano, o *Harpia* da empresa brasileira *Ad Tech* apresenta a melhor relação “custo

x benefício” dentre as opções apresentadas, pois o modelo entrega grandes capacidades e recursos operacionais pelo preço médio que, provavelmente seja o mais baixo diante dos concorrentes. Possui as seguintes características principais (Ad Tech. 2023):

- Autonomia de voo de 12 h;
- Alcance de utilização superior à 200 km;
- Velocidade máxima: 150 km/h;
- Teto de voo: 5000 m;
- Operado por uma guarnição de apenas 2 militares;
- Câmera com boa resolução, estabilização e sensor termal;

O *Harpia* se destaca diante dos demais modelos pela sua simplicidade de operação e grande alcance de utilização, sendo que, ele já foi operado por militares da Bia BA, enquanto a fabricante realizava demonstrações de emprego do mesmo em operações no âmbito do Comando de Artilharia do Exército.

### 2.3 EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO DE ALVOS PELO SOM

Os conflitos recentes, tais como a Guerra entre Rússia e Ucrânia têm demonstrado o quanto a utilização de equipamentos eletrônicos conseguem conceder vantagem operacional ao Exército que os possui, dentre os meios tecnológicos o uso de Eqp Loc Som é essencial, pois é possível poupar vidas humanas, uma vez que é possível localizar alvos no terreno sem ter que utilizar de aproximação de militares aliados dos inimigos no ambiente de conflito.

Dito isto, fica evidente que o Eqp Loc Som é uma das principais ferramentas a serem utilizadas para o combate no ambiente operacional, uma vez que o equipamento é mais barato que os SARP e radares, e permite uma excelente precisão na localização dos alvos ou tropas inimigas, sendo, portanto, uma ferramenta de grande valia para a utilização pela Bateria de Busca de Alvos.

### 2.3.1 HOSTILE ARTILLERY LOCATING (HALO)

Figura 10 - HALO



Fonte: Leonardo Electronics. Acesso em 04 set. 2023.

O sistema Hostile Artillery Locating (HALO) é um sistema de última geração para localização de armas acústicas de longo alcance fabricado pela empresa Leonardo Electronics, está atualmente em serviço em mais de 10 nações, incluindo o Exército Britânico, Canadense e Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA. O sistema HALO incorpora dados acústicos altamente sofisticados e técnicas de processamento para determinar com alta precisão a localização da artilharia e morteiros inimigos com velocidade excepcional e confiabilidade. O HALO emprega Postos sensores não tripulados (SP), compreendendo conjuntos de sensores acústicos altamente sensíveis, para detectar as ondas acústicas (pressão) geradas por arma ou morteiro e incêndio e outros eventos explosivos. (LEONARD COMPANY, 2022).

O HALO utiliza uma matriz distribuída de até doze postes de sensores para detectar a onda de pressão que é gerada quando projéteis ou fogo de armas de artilharia explodem. Os postes de sensores normalmente são instalados cerca de 2 a 4 km de distância um do outro. Dados sobre a onda de pressão detectada juntamente com as condições meteorológicas prevalentes no poste do sensor são retransmitidas de volta para um posto de comando. Aqui os dados associados com o mesmo evento que foi detectado nos outros postes de sensores são utilizados para processar a localização da fonte do som. O HALO utiliza os dados meteorológicos para gera um modelo de área ampla dos efeitos das condições meteorológicas na propagação do som que, junto com um banco de dados de terreno digital, é utilizado

para calcular o futuro caminho de voo do som. Por esse meio o HALO é capaz de calcular localizações de modo preciso. (LEONARD COMPANY, 2022).

### 2.3.2 SENSOR AMMS

Figura 11 - Sensor AMMS sobre uma estação meteorológica



Fonte: Microflown AVISA, 2023.

Figura 12 - Sensor AMMS utilizado em um drone.



Fonte: Microflown AVISA, 2023.

O sensor acústico multimissão (AMMS) utiliza microfones direcionais e medidores de pressão para registrar as vibrações resultantes das ondas mecânicas geradas durante disparos. Este sistema é projetado para identificar e determinar a origem de foguetes de artilharia e disparos de armas leves em um dispositivo compacto e integrado, como afirmado pela empresa *Microflown AVISA* em 2023.

A *Microflown AVISA* (2023) também destaca que esse sistema emprega dispositivos conhecidos como "*microflowns*," que têm a capacidade de medir tanto a amplitude quanto a direção dos eventos sonoros, em contraste com microfones convencionais que apenas registram a pressão sonora. O sistema é altamente configurável podendo ser utilizado para detectar fogos de artilharia em um alcance de 20 km e foguetes em até 7 km.

Além disso, a *Microflown AVISA* (2023) enfatiza a versatilidade dos sensores, que podem ser instalados em várias plataformas móveis, como drones, veículos ou posicionados diretamente no terreno, oferecendo flexibilidade em termos de implantação. Os dispositivos AMMS são projetados para operar em uma ampla faixa de temperaturas, de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ , sob condições climáticas adversas, incluindo neblina, chuva, neve, tempestades de poeira e escuridão. O consumo de energia do AMMS é extremamente eficiente, consumindo menos de 2 Watts e sendo alimentado pela rede elétrica.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto e buscando solucionar a problemática inicial que originou este trabalho acadêmico, indicamos abaixo os modelos que julgamos adequados, como proposta para mobiliarem a Bateria de Busca de Alvos.

A adoção crescente de técnicas de radar cognitivas, está aprimorando ainda mais o sistema de detecção de fogos por radares de contrabateria. As técnicas cognitivas empregam softwares de Inteligência Artificial e “Machine Learning” que monitoram continuamente a performance dos radares e coleta informações das missões e ambientes nos quais foram empregados. Dessa forma, os radares irão melhorar sua habilidade para reconhecer precisamente os diversos tipos de situação e corrigir seus erros com base na experiência adquirida artificialmente através do emprego contínuo com essas técnicas, e como os três radares de contrabateria mencionados são empregados atualmente no conflito russo-ucraniano, estão sendo ativamente testados e aprimorados, entretanto, julgamos que o modelo sueco ARTHUR seja o mais adequado, por sua vasta utilização por países membros da OTAN, testes reais em combate e principalmente pela capacidade de ser integrado em alguma viatura já utilizada pelo Exército Brasileiro.

Dentre o material apresentado sobre equipamentos de localização de alvos pelo som o sensor acústico multimissão (AMMS) é o equipamento que melhor seria utilizado na Bateria de Buscas de Alvos em um primeiro momento, visto que é possível utilizá-lo juntamente com os possíveis SARP que a Bia BA possui atualmente e que poderá adquirir no futuro, uma vez que o AMMS pode ser empregado em diversos meios e situações.

Se tratando dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, estes constituem importante braço de atuação da Bia BA, uma vez que são meios que podem fornecer ao Comando, consciência situacional em tempo real, identificando alvos de interesse para força e, a depender do material utilizado e da fugacidade do alvo, engajá-lo no ato. Acreditamos que a estruturação da Bia BA, deve começar pela aquisição de um SARP adequado ao que se espera do emprego da mesma, permitindo o desenvolvimento dessa doutrina no Brasil, onde dentre as opções apresentadas, indicamos o modelo nacional *Harpia*, pois o mesmo além de ser condizente com o emprego do sistema ASTROS, já vem sendo operado em exercícios

pelos integrantes da Bia BA, juntamente com os técnicos responsáveis da empresa *Ad Tech*.

Por fim, diante das informações apresentadas, podemos concluir que é indispensável para a evolução da artilharia brasileira, sendo analisada como um todo, uma Bateria de Busca de Alvos organizada, preparada e equipada adequadamente, dotada dos meios necessários para cumprir sua missão precípua, que é ao fim, obter informações precisas sobre alvos, em especial aqueles altamente compensadores, de modo que esses possam ser engajados em momento e local oportuno, minimizando o gasto com munições, reduzindo os efeitos colaterais e aumentando a letalidade da força, atuando assim como um agente capaz de alterar o centro de gravidade do combate.

## REFERÊNCIAS

COTER, **EB70-MC-10.378**: Manual de Campanha Bateria de Busca de Alvos, Edição Experimental, 2022.

AN/TPQ-37, Firefinder Artillery Locating Radar. **Global Security**. Disponível em: <[www.globalsecurity.org/military/systems/ground/an-tpq-37.htm](http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/an-tpq-37.htm)>. Acesso em: 10 de set. de 2023.

Artillery Locating Devices. **The British Army**. Disponível em: <[www.armedforces.co.uk/army/listings/l0117.html](http://www.armedforces.co.uk/army/listings/l0117.html)>. Acesso em: 04 de set. de 2023.

ARTHUR - Artillery Hunting Radar – SAAB <<https://www.saab.com/products/arthur>> Acesso em: 04 de set. de 2023.

JANES - SAAB continues to invest in ARTHUR. <<https://www.janes.com/defence-news/news-detail/saab-continues-to-invest-in-arthur>> Acesso em: 04 de set. de 2023.

BASTOS, Paulo. Embraer vai desenvolver radar de contrabateria para o Exército. **Tecnodefesa**. Disponível em: <[tecnodefesa.com.br/embraer-vai-desenvolver-radar-de-contrabateria-para-o-exercito/](http://tecnodefesa.com.br/embraer-vai-desenvolver-radar-de-contrabateria-para-o-exercito/)>. Acesso em: 10 de set. de 2023.

Cobra Counter Battery Radar. **HENSOLDT**. Disponível em: <[www.hensoldt.net/fileadmin/HENSOLDT\\_2019/Products/Radar\\_IFF\\_Datalink/0407\\_15\\_Cobra\\_16S\\_EN.pdf](http://www.hensoldt.net/fileadmin/HENSOLDT_2019/Products/Radar_IFF_Datalink/0407_15_Cobra_16S_EN.pdf)>. Acesso em: 10 de set. de 2023.

Counterfire Target Acquisition Radar - AN/TPQ-53. **USA ASC**. Disponível em: <[asc.army.mil/web/portfolio-item/antpq-53-counterfire-target-acquisition-radar-formerly-known-as-the-enhanced-antpq-36/](http://asc.army.mil/web/portfolio-item/antpq-53-counterfire-target-acquisition-radar-formerly-known-as-the-enhanced-antpq-36/)>. Acesso em: 10 de set. de 2023.

ESTADOS UNIDOS, Exército. Tactics, Techniques, and Procedures for FIELD ARTILLERY TARGET ACQUISITION. **ArmyPubs**. 2002, p. 4-1. Disponível em: <[web.archive.org/web/20141226051243/http://armypubs.army.mil/doctrine/DR\\_pubs/dr\\_a/pdf/fm3\\_09x12.pdf](http://web.archive.org/web/20141226051243/http://armypubs.army.mil/doctrine/DR_pubs/dr_a/pdf/fm3_09x12.pdf)>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

GOULD, Joe. Here's what you need to know about the US aid package to Ukraine that Trump delayed. **Defense News**. Disponível em: <[www.defensenews.com/congress/2019/09/25/what-you-need-to-know-about-the-us-aid-package-to-ukraine-that-trump-delayed/](http://www.defensenews.com/congress/2019/09/25/what-you-need-to-know-about-the-us-aid-package-to-ukraine-that-trump-delayed/)>. Acesso em: 10 de set. de 2023.

Hostile Artillery Locating System. **LEONARDO ELECTRONICS**. Disponível em: <[electronics.leonardo.com/documents/16277707/18366451/body\\_HALO\\_LQ\\_mm07667\\_.pdf](http://electronics.leonardo.com/documents/16277707/18366451/body_HALO_LQ_mm07667_.pdf)>. Acesso em: 04 de set. de 2023.

MORDOWANEC, Nick. Russia's 'Zoopark' Radars Compared to U.S.-Made 'Firefinders' in Ukraine. **Newsweek**. Disponível em: <[www.newsweek.com/russias-](http://www.newsweek.com/russias-)



zoopark-radars-compared-us-made-firefinders-ukraine-1790202>. Acesso em: 10 de set. de 2023.

Northwest UAV Multi-Fuel Engine Supports Hybrid UAS. **Unmanned Systems Technology**. Disponível em:

<[www.unmannedsystemstechnology.com/2022/04/northwest-uav-multi-fuel-engine-supports-hybrid-uas/](http://www.unmannedsystemstechnology.com/2022/04/northwest-uav-multi-fuel-engine-supports-hybrid-uas/)>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Novo míssil Enforcer da MBDA irá equipar o drone Nauru 1000C da XMobots.

**Defesa Aérea & Naval**. Disponível em:

<[www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/novo-missil-enforcer-da-mbda-ira-equipar-o-drone-nauru-1000c-da-xmambots](http://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/novo-missil-enforcer-da-mbda-ira-equipar-o-drone-nauru-1000c-da-xmambots)>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

O Harpia – Drone de Alta performance. **Ad Tech Security and Defense**. Disponível em: <[adtechsd.com.br/harpia/](http://adtechsd.com.br/harpia/)>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Skylark 3 Hybrid Unmanned Aircraft System (UAS). **Airforce Technology**. Israel.

Disponível em: <[www.airforce-technology.com/projects/skylark-3-hybrid-unmanned-aircraft-system-uas-israel/](http://www.airforce-technology.com/projects/skylark-3-hybrid-unmanned-aircraft-system-uas-israel/)>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

Special Operations Forces destroyed Russian Zoopark-1M radar. **MILITARNYI**.

Disponível em: <<https://mil.in.ua/en/news/special-operations-forces-destroyed-russian-zoopark-1m-radar/>>. Acesso em: 04 de set. de 2023.

UAV Factory Penguin C. **AeroExpo**. Disponível em:

<[www.aeroexpo.online/prod/uav-factory-ltd-europe/product-174156-793.html](http://www.aeroexpo.online/prod/uav-factory-ltd-europe/product-174156-793.html)>. Acesso em: 19 de set. de 2023.

WITHINGTON, Thomas. Weapons Locating & Counter Battery Radars. **Defense Advancement**, 2023. Disponível em:

<[www.defenseadvancement.com/suppliers/counter-battery-radars](http://www.defenseadvancement.com/suppliers/counter-battery-radars)>. Acesso em: 04 de set. de 2023.

ZOOPARK-1M 1L260 - Artillery counter-battery radar system – Russia. **Army Recognition**. Disponível em:

<[armyrecognition.com/russia\\_russian\\_army\\_vehicles\\_system\\_artillery\\_uk/zoopark-1m\\_1l260\\_artillery\\_counter-battery\\_radar\\_system\\_data.html](http://armyrecognition.com/russia_russian_army_vehicles_system_artillery_uk/zoopark-1m_1l260_artillery_counter-battery_radar_system_data.html)>. Acesso em: 10 de set. de 2023.