

**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



**NECESSIDADE DE MODERNIZAÇÃO DOS ALVOS AÉREOS EMPREGADOS NO
ADESTRAMENTO DAS TROPAS DA 1ª BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA**

Rio de Janeiro

2021

1º Ten FELIPE LEITE DE OLIVEIRA

NECESSIDADE DE MODERNIZAÇÃO DOS ALVOS AÉREOS EMPREGADOS NO ADESTRAMENTO DAS TROPAS DA 1ª BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA

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 Art **JORGE NELSON FERREIRA FIGUEIREDO**

Rio de Janeiro

2021

1º Ten FELIPE LEITE DE OLIVEIRA

NECESSIDADE DE MODERNIZAÇÃO DOS ALVOS AÉREOS EMPREGADOS NO ADESTRAMENTO DAS TROPAS DA 1ª BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA

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:

ADLER SANTOS CURVELO – Cap - Presidente
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

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

GUILHERME BAGGIO - 1º Ten - Membro
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

NECESSIDADE DE MODERNIZAÇÃO DOS ALVOS AÉREOS EMPREGADOS NO ADESTRAMENTO DAS TROPAS DA 1ª BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA

1º Ten Felipe Leite de Oliveira¹

RESUMO

O presente estudo tem como intuito apresentar os alvos aéreos utilizados para o adestramento dos militares da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, analisando se os mesmos atendem às necessidades de adestramento da tropa. Para facilitar a compreensão do trabalho, será abordado as características dos armamentos mais modernos em uso pela Brigada Antiaérea atualmente. Em seguida, serão apresentados os alvos aéreos utilizados pelo Exército Brasileiro, bem como os utilizados pela Marinha e Força Aérea, juntamente com suas capacidades. Logo após será apresentado vetores aéreos que, em uma eventual situação de conflito regional, poderiam ser considerados como ameaças para as defesas antiaéreas nacionais. A fim de atingir os objetivos propostos foi realizado uma pesquisa bibliográfica, dividindo o trabalho em exposição dos dados obtidos e posterior comparação dos mesmos e finalizando com uma breve conclusão do tema.

PALAVRAS-CHAVE: Alvo Aéreo, 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, Vetores Aéreos.

¹ Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), ano de 2018. Pós-graduado (*lato sensu*) em Ciências Militares com ênfase na especialização em Artilharia Antiaérea pela Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe), 2021.

Abstract

The present study aims to present the aerial targets used for the training of the soldiers of the 1st Anti-Aircraft Artillery Brigade, analyzing whether they meet the troop's training needs. To facilitate the understanding of the work, the characteristics of the most modern weapons currently in use by the Anti-Aircraft Brigade will be addressed. Then, the aerial targets used by the Brazilian Army, as well as those used by the Navy and Air Force, along with their capabilities, will be presented. Soon after, air vectors will be presented that, in an eventual situation of regional conflict, could be considered as threats to the national air defenses. In order to achieve the proposed objectives, a bibliographical research was carried out, dividing the work into an exposition of the data obtained and subsequent comparison, ending with a brief conclusion on the topic.

KEYWORDS: aerial target, 1st Anti-Aircraft Artillery Brigade, air vectors.

LISTA DE FIGURASP

Figura 1 - Chegada da VBC Gepard ao Brasil	12
Figura 2 - RBS 70	14
Figura 3 - IGLA-S	16
Figura 4 - Alvo Aéreo TRAINER 60	18
Figura 5 - Alvo aéreo DELTA	20
Figura 6 - Alvo aéreo DIANA	21
Figura 7 - BTT-3 BANSHEE 300	22
Figura 8 - Alvo aéreo BQM-177A	24
Figura 9 - Alvo aéreo 5GAT	25
Figura 10 - Aeronave KFIR C-7	27
Figura 11 - SUKHOI SU-30MKK	29
Figura 12 - Aeronave MiG-29	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAAe	Artilharia Antiaérea
AAe	Antiaérea
AIC	Análise de Inteligência de Combate
Bda	Brigada
DAAe	Defesa Antiaérea
EPEX	Escritório de Projetos do Exército
EsACosAAe	Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FAC	Fuerza Aérea Colombiana
GAAAe	Grupo de Artilharia Antiaérea
IGAE	Indústria Gaúcha de Aeronaves Espaciais
INTA	Instituto Nacional de Tecnologia Aeroespacial
KMW	Krauss-Maffei Wegmann
MANPAD	Man-portable Air-defense
MB	Marinha do Brasil
Msl	Míssil
MWS	Missile Warning System
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
RWR	Radar Warning Receiver
TO	Teatro de Operações
TPM	Tiro por minuto
USAF	United States Air Force
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VBC	Viatura Blindada de Combate

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. DESENVOLVIMENTO	10
2.1 METODOLOGIA.....	10
2.2 O SUBSISTEMA DE ARMAS.....	10
2.2.1 VIATURA BLINDADA DE COMBATE ANTIAÉREA GEPARD 1A2.....	11
2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS.....	12
2.2.2 SISTEMA DE MÍSSIL TELECOMANDADO RBS 70	13
2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS.....	14
2.2.3 MÍSSIL ANTIAÉREO PTT 9K338 IGLA-S	15
2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS.....	16
2.3 ALVOS AÉREOS DAS FFAA BRASILEIRA	16
2.3.1 ALVO AÉREO TRAINER 60.....	17
2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS.....	18
2.3.2 ALVO AÉREO DELTA.....	19
2.3.2.1 CARACTERÍSTICAS.....	20
2.3.3 ALVO AÉREO DIANA – FAB	20
2.3.3.1 CARACTERÍSTICAS.....	21
2.3.4 ALVO AÉREO BANSHEE – MB.....	22
2.3.4.1 CARACTERÍSTICAS.....	23
2.3.5 ALVO AÉREO BQM-177A.....	23
2.3.5.1 CARACTERÍSTICAS.....	24
2.3.6 ALVO AÉREO 5GAT DOS ESTADOS UNIDOS	25
2.4 PRINCIPAIS AMEAÇAS AÉREAS NA AMÉRICA DO SUL.....	26
2.4.1 IAI KFIR C-7 - COLÔMBIA	26
2.4.1.1 CARACTERÍSTICAS.....	27
2.4.2 SUKHOI SU-30 - VENEZUELA	28
2.4.2.1 CARACTERÍSTICAS.....	29
2.4.3 MIG-29 - PERU	29
2.4.3.1 CARACTERÍSTICAS.....	30
2.5 ANÁLISE DE DADOS.....	31
2.5.1 AMEAÇAS AÉREAS	31
2.5.2 ALVOS AÉREOS	32

3. CONCLUSÃO	35
4. REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Os aviões foram criados em meados do século XX e, pouco tempo depois, já utilizados para propósitos militares. Do mesmo modo que diversas outras tecnologias criadas pela humanidade, as aeronaves tiveram um papel importantíssimo em diversos conflitos, sendo elemento essencial em qualquer planejamento bélico do passado e do presente.

A evolução tecnológica trouxe avanços expressivos para os meios aéreos, e tal crescimento também trouxe a necessidade de desenvolvimento de uma contramedida à altura para essas novas ameaças. Dentre os meios de resposta foi criada a Artilharia Antiaérea com a missão principal de fazer frente às ameaças aéreas e garantir a soberania do espaço aéreo nacional.

A Artilharia Antiaérea (AAAe) também se vê na obrigação de evoluir constantemente, acompanhando a modernização das capacidades das novas ameaças aéreas. Porém a AAAe e a defesa aeroespacial não são constituídas somente do armamento, mas também dos recursos humanos que operam tais armamentos e devem estar sempre preparados para empregá-los, atuando em qualquer condição e tempo, contra os mais diversos tipos de ameaças que possam surgir. Com o intuito de garantir este preparo, as tropas antiaéreas necessitam estar em constante adestramento, evoluindo concomitantemente com os meios de defesa e as ameaças. Para que isto ocorra os meios de treinamento devem estar condizentes com o que será encontrado em um conflito real.

Para essa função, os Alvos Aéreos foram planejados e projetados. Sendo, em sua grande maioria, remotamente pilotados, eles servem para a prática do tiro real dos armamentos de artilharia antiaérea. Os alvos aéreos são essenciais para a capacitação dos operadores de armamentos antiaéreos. Por esse motivo, para maior eficiência neste objetivo, eles devem reproduzir o mais fielmente possível as capacidades de uma ameaça aérea moderna e garantir que as habilidades de combate dos operadores sejam colocadas à prova.

Assim, o presente estudo pretende refletir à respeito das capacidades dos alvos aéreos utilizados para adestramento pelo Exército Brasileiro, se condizem com as ameaças aéreas modernas utilizadas em conflito atuais, se realmente colocam à prova as plenas capacidades dos armamentos antiaéreos modernos e se capacitam os militares para o seu emprego efetivo em combate.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

O tema central deste trabalho é apresentar as capacidades dos alvos aéreos utilizados atualmente pelas Forças Armadas, especificamente pelo Exército Brasileiro. Será comparado essas capacidades com as necessidades de adestramento dos militares das 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea (1ª Bda AAAe), tendo em vista o material antiaéreo empregado e as possíveis ameaças aéreas.

Quanto à sua natureza, o estudo em questão configura-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter como objetivo produzir conhecimentos para possível aplicação prática, em estudos futuros, à respeito de alvos aéreos utilizados para o adestramento com o tiro real das tropas da 1ª Bda AAAe, valendo-se para tal o método indutivo, o qual considera o conhecimento baseado no empirismo e na experiência.

Refere-se à uma pesquisa bibliográfica, dado que possui como método a leitura seletiva dentre o material examinado. Do mesmo modo sua revisão para a confecção da análise de dados obtidos e posterior síntese.

As fontes de pesquisa e estudo predominantes neste trabalho foram, em grande parte, documentos na forma digital disponíveis em sítios eletrônicos, sendo de livre acesso ao público. Foi dada prioridade para a análise de manuais militares dos equipamentos em questão de estudo, além de fontes dos próprios fabricantes e artigos e conteúdos publicados em revistas digitais de caráter militar, sendo todas de domínio público e mídia aberta em geral.

2.2 O SUBSISTEMA DE ARMAS

O subsistema de armas compõe, juntamente com outros subsistemas, a estrutura do sistema de artilharia antiaérea. Este subsistema destina-se a destruição dos vetores aéreos inimigos, auxiliando no cumprimento da missão antiaérea. Ele possui 04 (quatro) classificações, de acordo com o seu alcance, sendo elas: muito curto, curto, médio e longo alcance, divididas nas faixas de alcance de até 6.000 m, entre 6.000 e 12.000 m, entre 12.000 e 40.000 m e acima de 40.000 m, respectivamente. Estas classificações são integradas aos sistemas de defesa antiaérea, onde o muito curto e curto alcance fazem parte do sistema de baixa altura,

o médio alcance integrado a média altura e o longo alcance pertencente à grande altura (BRASIL, 2017a).

Neste tópico será apresentado os armamentos mais modernos do Exército Brasileiro, que são os componentes principais do subsistema de armas. Evidenciaremos os dados técnicos e as capacidades mais importantes destes armamentos para o presente estudo, demonstrando também suas possibilidades de emprego.

2.2.1 VIATURA BLINDADA DE COMBATE ANTIAÉREA GEPARD 1A2

A VBC AAe GEPARD 1A2 é um carro de combate sobre lagarta, capaz de proporcionar a combinação entre mobilidade, defesa antiaérea e proteção blindada (BRASIL, 2015a). Desenvolvida pela empresa alemã *Krauss-Maffei Wegmann* (KMW), foi adquirida dentro do Projeto Estratégico do Exército de Defesa Antiaérea, para aumentar a capacidade da Artilharia Antiaérea, sendo este armamento distribuído dentro das Baterias Antiaéreas das Brigadas Blindadas do Exército (DEFESANET, 2013).

A viatura foi desenvolvida sobre o projeto da plataforma do carro de combate LEOPARD, produzido pela mesma empresa, e inicialmente planejada para o emprego contra a aviação soviética entre os anos de 1970 e 1980. Com o passar dos anos foram surgindo necessidades de atualização do sistema, feito pela própria KMW, até chegarmos na versão atual A2 (DEFESANET, 2013).

No Exército Brasileiro, o sistema tem a missão de realizar a defesa antiaérea das Brigadas Blindadas, impedindo ou dificultando o reconhecimento e/ou o ataque aéreo inimigo. Ao mesmo tempo, possibilita o funcionamento de órgãos e instalações vitais sediados em território nacional, permite a liberdade de manobra para elementos de combate, o livre exercício do comando e uma maior disponibilidade e eficiência das unidades de apoio ao combate e apoio logístico (BRASIL, 2017a). Além disso, visa recuperar as capacidade do Sistema Operacional de Defesa Antiaérea de Baixa Altura, modernizando os meios de Defesa Antiaérea (DA Ae) da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea. (BRASIL, 2014a).

Figura 1 - Chegada da VBC Gepard ao Brasil

Fonte: EXÉRCITO BRASILEIRO

2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS

Segue abaixo as características da VBC AAe Gepard mais relevantes para o estudo em questão (BRASIL, 2014b):

Tabela 1 – Características da VBC AAe Gepard

SISTEMA DE ARMAS		
Armamento Primário	2 Canhões Oerlikon	
	Calibre	35 mm
	Cadência de Tiro	550 TPM por arma
	Alcance	5.000 m
	Capacidade de Munição AAe	320 Mun AAe (para cada arma)
	Capacidade de Munição Anti-carro	20 Mun Anti-carro (para cada arma)
Armamento Secundário	Lançadora Fumígena	
	Calibre do Armamento Secundário	77 mm
	Capacidade de munição do Armamento Secundário	8 Granadas
SENSORES		
Radar de Busca	Alcance Mínimo	750 m
	Alcance Máximo	15.750 m
	Alcance Vertical	3000 m
Radar de Tiro	Alcance Mínimo	300 m
	Alcance Máximo	15.000 m

	Velocidade de Acompanhamento	Alvo de 0 à 475 m/s
Telêmetro Laser	Alcance Mínimo	320 m
	Alcance Máximo	5117,5 m
OUTRAS CARACTERÍSTICAS		
Teto de Emprego	Baixa Altura	
Velocidade máxima	65 km/h à frente	
Guarnição	3 Homens	

Fonte: BRASIL, 2014

2.2.2 SISTEMA DE MÍSSIL TELECOMANDADO RBS 70

O Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70 foi adquirido, no ano de 2014, atendendo os requisitos do Projeto Estratégico do Exército de Defesa Antiaérea, dando ênfase no escopo da Seção de Artilharia Antiaérea, com a finalidade de modernização dos armamentos de baixa altura. O míssil tem origem sueca, fabricado pela empresa SAAB, e sua aquisição teve o foco principal de emprego em ambientes urbanos, devido aos eventos esportivos realizados no país. O míssil possui um sistema de guiamento por feixe laser, o que dificulta qualquer tipo de interferência no míssil, um alcance de aproximadamente 7 km e pode ser utilizado tanto com espoletas de impacto quanto de proximidade (DEFESANET, 2014).

Este míssil foi inicialmente desenvolvido para atender os requisitos das forças armadas suecas de um míssil MANPAD (Míssil Portátil de Defesa Aérea, tradução nossa) e o exército sueco tem a tendência de operá-lo em viaturas, podendo ser disparado sobre elas ou ser retirado. Posteriormente foi implementado ao míssil um sistema de guiamento por laser, sendo o primeiro míssil de defesa do mundo guiado a laser (SISTEMAS DE ARMAS, 2013).

O RBS 70 MKII, versão adquirida pelo Exército Brasileiro, é baseado na 3ª Geração do RBS 70, produzido entre os anos de 1990 e 2004, porém conta com itens presentes na versão mais atual do armamento, RBS 70 NG, como o sistema de visor termal BORG e a possibilidade de lançamento do míssil BOLIDE. O contrato celebrado com a SAAB ainda prevê postos de tiro, simuladores, *mockup* (simulacro para treinamento), equipamentos de manutenção, equipamentos de visão noturna e cursos na fábrica, entre outros itens (DEFESANET, 2014).

Figura 2 - RBS 70

Fonte: EPEX

2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS

Abaixo observamos as características do Sistema RBS 70 (BRASIL, 2015a):

Tabela 2 – Características do RBS 70

Tipo	Portátil, superfície-ar
Alcance míssil MK II	300 a 7.000m
Velocidade máxima do míssil	500 m/s
Teto de emprego	4 km
Tempo de voo (3 km)	8.1 seg
Tempo de entrada em posição	30 seg
Tempo de recarregamento	5 seg
Tipo de orientação	Facho laser
Guarnição	3 homens
Capacidade de utilizar IFF integrado	Sim
Peso do aparelho de pontaria	35 kg
Peso do pedestal	25 kg
Peso do BORC	12 kg
Peso do COND	24,9 kg

Fonte: BRASIL, 2015^a

2.2.3 MÍSSIL ANTIAÉREO PTT 9K338 IGLA-S

O IGLA-S é um míssil superfície-ar portátil (MANPAD), de fabricação russa, com sistema de guiamento por infravermelho. Este míssil é uma atualização de seus antecessores, com melhorias significativas como o sistema de guiamento mais sensível, permitindo a aquisição e acompanhamento de alvos com maior precisão (MILITARY RUSSIA, 2010, tradução nossa).

Segundo o Manual Técnico EB60-MT 23.456 Operação do Sistema de Mísseis IGLA-S, o Msl AAe Ptt 9K338 IGLA-S como integrante de um Sistema de Defesa Antiaérea, destina-se a engajar aeronaves, como de asa fixa e asa rotativa, voando a baixa altura ou curto alcance. Ainda o mesmo manual diz que o míssil tem condições técnicas para abater aeronaves voando até 3.500 m de altura, à 6.000 m de distância e com velocidade máxima entre 320 e 400 m/s, em rota de aproximação ou afastamento, bem como mísseis de cruzeiro e veículos aéreos não tripulados (VANT), mesmo em ambiente com presença de interferência térmica natural e de contramedidas com fonte de calor. Ex.: “flares” lançados de aeronaves (BRASIL, 2015b).

O míssil é do tipo portátil e pode ser disparado do ombro do atirador, sendo seguidor de calor e com a vantagem de ser do modo “atire e esqueça”, onde não é necessário nenhuma ação do atirador para o míssil chegar ao alvo após o disparo. O fato do míssil ser portátil e manuseado por um único militar, garante sua utilização em diversos tipos de terreno, mesmo em trincheiras ou embarcados em viaturas ou embarcações (BRASIL, 2015b)

O armamento possui dois modos de lançamento, o modo automático e o modo manual. A diferença dos dois modos se dá no fato do atirador escolher ou não o momento exato para o disparo do armamento. No modo automático, o míssil é lançado automaticamente após o sistema de guiamento do mesmo apreender o alvo e autorizar o disparo, enquanto que no modo manual, mesmo após a apreensão do alvo, o míssil não será lançado, apenas ficará pronto para o lançamento, aguardado a ação do atirador (BRASIL, 2015b).

Figura 3 - IGLA-S

Fonte: MILITARY RUSSIA, 2010

2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS

Podemos observar a seguir as características principais deste armamento (BRASIL, 2015b):

Tabela 3 – Características do IGLA-S

Calibre	72,2 mm
Peso do míssil	16,7 kg
Peso do conjunto em posição de combate	18,25 kg
Peso do conjunto em posição de marcha	20,10 kg
Altura máxima de interceptação	3500 m
Altura mínima de interceptação	10 m
Alcance máximo	6.000 m
Alcance mínimo	500 m
Velocidade média de cruzeiro	600 m/s
Velocidade máxima do alvo em rota de aproximação	400 m/s
Velocidade máxima do alvo em rota de afastamento	320 m/s
Tempo de funcionamento da fonte de alimentação	30 seg
Temperatura ambiente de operação	De -44° à +50° C

Fonte: BRASIL, 2015b

2.3 ALVOS AÉREOS DAS FFAA BRASILEIRA

Os alvos aéreos ou aeromodelos são modelos de aeronaves em miniatura, construídos dentro das mesmas relações técnicas usadas na construção do seu similar em tamanho real, ressaltando-se, evidentemente, algumas adaptações e vantagens imprescindíveis a um avião sem piloto ou de controle remoto, sem o que, dificilmente, se obtém um perfeito desempenho (performance) do modelo em voo

(BRASIL, 2016). São, normalmente, remotamente pilotadas e simulam o voo de ameaças aéreas, tanto rebocando alvos quanto servindo os mesmos para tal, permitindo o adestramento das guarnições antiaéreas com o máximo de realidade e segurança possível, executando o disparo da munição real (ESACOSAAE, 2021).

Segundo o manual de Operação de Alvos Aéreos, a necessidade de alvos para o adestramento dos operadores de Canhões Antiaéreos surgiu juntamente com a criação da Artilharia Antiaérea no Brasil, em 1950. Inicialmente estes alvos eram fornecidos pela FAB, inclusive para o tiro real antiaéreo, executado no litoral do Rio Grande do Sul. Os aviões da época eram os B25 que rebocavam um alvo chamado “Biruta”. (BRASIL, 2016)

Com o passar dos anos, a exigência por melhorias nos alvos aéreos era notável. Os novos sistemas de defesa antiaérea careciam de um “inimigo” à altura para o seu adestramento. Após o recebimento dos novos mísseis seguidores de calor, projetados com sistema de guiamento passivo por infravermelho, que complementariam a defesa antiaérea juntamente com os canhões antiaéreos, veio a necessidade de um novo alvo aéreo para o adestramento. Após diversos estudos, foi desenvolvido um alvo aéreo que atendesse os requisitos para o treinamento do míssil IGLA, com capacidade de tracionar uma fonte de calor de 1.000°C e 15.000 candelas de luminosidade (BRASIL, 2016).

O alvo aéreo possui como sua função principal, simular aeronaves, e para que isso ocorra, de forma mais fidedigna, suas características e capacidades devem se aproximar das que as aeronaves possuem.

A exposição a seguir tem a finalidade de apresentar as características dos alvos aéreos utilizados para o adestramento, tanto dos militares do Exército Brasileiro, quanto da Marinha e Aeronáutica. Estes alvos auxiliam na execução do tiro real dos armamentos antiaéreos, parte essencial do adestramento, que consolida instruções teóricas e treinamentos práticos. Ainda, será exposto outros modelos de alvos aéreos modernos, que são empregados para treinamento em outros países, expondo suas características principais.

2.3.1 ALVO AÉREO TRAINER 60

O aeromodelo TRAINER 60 foi desenvolvido inicialmente para o treinamento de pilotos iniciantes. Produzido pela empresa Phoenix Model, o modelo é fabricado

em madeira compensada, sendo leve porém bem estável em voo, principalmente devido ao comprimento de suas asas (PHOENIX MODEL, tradução nossa).

Este alvo aéreo é utilizado na EsACosAAe e nos diversos GAAe do Exército para treinamento de novos pilotos e para o adestramento das guarnições dos canhões antiaéreos, transportando birutas ou sendo ele mesmo o alvo. O aeromodelo é pilotado por controle remoto, é de baixo custo e de fácil montagem, sendo necessário apenas 2 (duas) horas para sua instalação, segundo o manual de instruções do produto.

Figura 4 - Alvo Aéreo TRAINER 60



Fonte: PHOENIX MODEL

2.3.1.1 CARACTERÍSTICAS

O TRAINER 60 possui as seguintes características (PHOENIX MODEL):

- Envergadura: 1,83 m;
- Comprimento: 1,44 m;
- Propulsão: Hélice;
- Peso: 3,5 kg;
- Velocidade máxima: 60 km/h;
- Distância de operação: 10 km.

2.3.2 ALVO AÉREO DELTA

O alvo aéreo DELTA foi inicialmente projetado para suprir as necessidades de um aeromodelo radiocontrolado que atendesse aos requisitos de adestramento da Artilharia Antiaérea. Os primeiros testes do aeromodelo foram realizados em 1983, com a execução do tiro real na praia de Capão da Canoa – RS, onde o alvo aéreo rebocava birutas feitas de isopor para o adestramento. Esse modelo possuía velocidade e força suficientes para o rebocamento das birutas e ainda ser visualizado a longas distâncias. Devido ao sucesso de sua utilização, este aeromodelo logo passou a ser adotado pelas unidades de Artilharia Antiaérea por todo o país.

Com a adoção do novo equipamento, em 1985, tornou-se necessário a formação de novos pilotos para operá-lo, dando origem, no ano de 1986, ao Estágio de Operação de Aeromodelo Radiocontrolado, realizado pela Indústria Gaúcha de Aeronaves Espaciais (IGAE), em Porto Alegre.

Em 1998, após diversos pedidos de atualização do aeromodelo por parte dos pilotos, foi desenvolvido um alvo fabricado com fibra de vidro e resina de poliéster, e injetado com poliuretano, o que tornava o alvo mais resistente, suportando melhor as condições de emprego para exercício (BRASIL, 2016).

O alvo aéreo DELTA é atualmente utilizado para o tiro real do Sistema RBS 70 e míssil IGLA de todas as unidades de Artilharia Antiaérea da 1^o Brigada, executado no contexto da Operação Sagitta Primus, realizada em Formosa-GO. A Operação conta também com a presença, além das Unidades de Artilharia Antiaérea, das baterias antiaéreas oriundas das brigadas de infantaria e cavalaria (1^a BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA, 2021). O DELTA atualmente é confeccionado artesanalmente, seguindo o padrão exigido por cada unidade, e por este motivo não possui uma configuração específica, variando de acordo com o solicitado por cada organização militar durante o processo de licitação.

Figura 5 - Alvo aéreo DELTA



Fonte: BRASIL AIRCRAFT

2.3.2.1 CARACTERÍSTICAS

As características do alvo aéreo DELTA apresentado neste trabalho segue os padrões de utilização da EsACosAAe (ESACOSAAE, 2017). Abaixo observamos as seguintes características (BIG FIELD HOBBY, 2020):

- Envergadura: 2,2 m;
- Comprimento: 1,8 m;
- Propulsão: Hélice;
- Peso: 14 kg;
- Autonomia: 20 min;
- Velocidade máxima: 225 km/h (com motor 55cc);
- Distância de operação: 10 km;
- Carga útil: fonte de calor iluminativa (para treinamento do míssil IGLA).

2.3.3 ALVO AÉREO DIANA – FAB

O alvo aéreo DIANA foi adquirido em 2014 através de contratos da Força Aérea Brasileira com a empresa Airbus Defense and Space. O contrato previa a entrega de duas unidades do DIANA, uma estação de controle de solo e um sistema de lançamento móvel, além da transferência de tecnologia do Instituto Nacional de Tecnologia Aeroespacial (INTA) para o Brasil (FAB, 2014). O alvo aéreo é utilizado para o treinamento dos pilotos de caça e da artilharia antiaérea da aeronáutica, e ele ainda possui a capacidade de simular alvos aéreos graças à seus sistemas

embarcados, possibilitando à Força Aérea avaliar o desempenho dos seus militares (FAB, 2017)

Lançado por catapulta, este alvo aéreo foi desenvolvido para voar em grandes altitudes e alta velocidade com uma boa capacidade de manobra, tanto em alta quanto em baixa altitude (EQUIPAER).

Figura 6 - Alvo aéreo DIANA



Fonte: FAB, 2017

2.3.3.1 CARACTERÍSTICAS

Abaixo observamos as principais características técnicas deste equipamento (FAB, 2017):

- Envergadura: 1.844 mm;
- Comprimento: 3.467 mm;
- Velocidade Máxima: 200 m/s (720 km/h);
- Altitude máxima de voo: 8.000 m;
- Altitude mínima de voo: 10 m;
- Distância de operação: 100 Km;
- Autonomia: 1 hora;
- Manobrabilidade: de 6G até -3G;
- Peso máximo de operação: 160 Kg;

- Carga útil: Capaz de ser equipado com *chaff* tático, *flare* tático, Lentes Luneburg e equipamentos eletrônicos para simulação de alvos. Também tem a capacidade de rebocar “birutas”.

2.3.4 ALVO AÉREO BANSHEE – MB

O BTT-3 BANSHEE é um drone britânico, fabricado pela empresa Meggitt, que tem o propósito de funcionar como alvo para adestramento. O BANSHEE foi construído em compostos de vidro e plástico e projetado com uma asa DELTA baixa. Este drone pode ser equipado com defletores de radar, reprodutores de infravermelho ou até mesmo rebocar outros alvos (AVIATIONS MILITAIRES, tradução nossa).

O BANSHEE é um Sistema composto de aeronave, plataforma de lançamento e estação de controle, que permite aos seus operadores monitorar os dados de voo e conduzir a missão. O sistema é capaz de desenvolver velocidades acima de 300 km/h, possui alcance de 100 km e autonomia de 1,5h (RODRIGO, 2018).

Figura 7 - BTT-3 BANSHEE 300



Fonte: AVIA.PRO

2.3.4.1 CARACTERÍSTICAS

Podemos observar a seguir as características principais deste alvo aéreo (MEGGITT DEFENCE SYSTEMS):

- Comprimento: 2,84 m;
- Envergadura: 2,49 m;
- Peso máximo de decolagem: 73 kg;
- Velocidade máxima 360 km/h;
- Propulsão: hélice;
- Distância de operação: 100 km;
- Altitude máxima de voo: 7.000 m;
- Potência: 38 cv;
- Carga Útil: Pode ser equipado com *flares*, *pods* fumígenos, *pods* de *chaff*, transponder para IFF e reprodutores de infravermelho.

2.3.5 ALVO AÉREO BQM-177A

A *Kratos Defense & Security Solutions* é uma empresa especializada em produtos de defesa, sediada na Califórnia, que possui como um de seus clientes o Governo dos EUA. Dentre os diversos equipamentos constantes em seu portfólio e adquiridos pelos EUA, encontram-se os alvos aéreos para treinamento, que são utilizados para adestramento das tropas norte-americanas e constantemente atualizados pela própria empresa. Um destes equipamentos é o BQM-177A, um alvo aéreo desenvolvido para atender as especificações das forças armadas estadunidenses.

Derivado do BQM-167A, atualmente utilizado pela USAF, o BQM-177A é um alvo aéreo recuperável, construído com materiais avançados que o possibilitam desempenhar velocidades próximas a Mach 1. Um foguete auxiliar é utilizado para o lançamento do alvo, sendo recuperado através de um paraquedas que auxilia na sua queda em terra ou no mar. O alvo ainda pode ser operado manualmente ou programado para uso de modo autônomo. O sistema é equipado com um motor TR 60-5 Turbojet, que lhe garante elevada propulsão, e pode chegar a altitudes acima de 12.000 m (AIRFORCE TECHNOLOGY, 2019, tradução nossa).

Entre suas diversas funções, o alvo pode ser provido de sensores de proximidade, sistema de identificação IFF, *pods* de *chaff* e *flare* e equipamentos de contramedida à ataques eletrônicos, fazendo com que se aproxime das capacidades reais de um inimigo aéreo (KRATOS, tradução nossa).

Figura 8 - Alvo aéreo BQM-177A



Fonte: CAVOK, 2019

2.3.5.1 CARACTERÍSTICAS

Abaixo verificamos as principais especificações do alvo BQM-177A disponibilizadas pela empresa (KRATOS):

- Comprimento: 5,18 m;
- Envergadura: 2,13 m;
- Peso: 281 kg;
- Propulsão: Turbojet;
- Velocidade máxima: 1.155 km/h;
- Altitude máxima de voo: 12.192 m;
- Altitude mínima de voo: 2 m;
- Carga útil: Sensor de proximidade, sistema IFF, dispositivos MWS e RWR, sistema de contramedidas eletrônicas e pods de *chaff* e *flare*.

2.3.6 ALVO AÉREO 5GAT DOS ESTADOS UNIDOS

O alvo aéreo 5GAT, com origem nos Estados Unidos, foi desenvolvido pensando em uma simulação mais próxima da realidade de um vetor aéreo inimigo, para o adestramento das aeronaves de combate norte-americanas. A aeronave foi desenvolvida pelas empresas *Sierra Technical Services* e *Fast Optimal Engineering*, com a integração da estrutura do projeto com seus principais subsistemas (REVISTA FORÇA AÉREA, 2020).

O Alvo Aéreo de Quinta Geração (5GAT) foi construído em escala real e com capacidades furtivas, visando prováveis ameaças à Força Aérea dos EUA, permitindo o adestramento de diversos sistemas de armas, tanto terrestres quanto aéreas, de pilotos e desenvolvimento de táticas e técnicas de combate (CAVOK, 2020).

O protótipo ainda está em fase de testes e ainda não é possível obter muitas informações sobre suas características, porém o projeto demonstra a preocupação do país em relação ao preparo de suas forças para o emprego em combate, deixando claro a necessidade da proximidade com a realidade durante um adestramento.

Figura 9 - Alvo aéreo 5GAT



Fonte: CAVOK, 2020

2.4 PRINCIPAIS AMEAÇAS AÉREAS NA AMÉRICA DO SUL

A ameaça aérea, sendo ela qualquer vetor aeroespacial, pode ser empregada para o cumprimento de variados tipos de missões. A versatilidade de uma ameaça aérea na atualidade se estende desde a destruição ou neutralização de alvos terrestres até ataques contra outros vetores aeroespaciais. Com tecnologias avançadas, as possibilidades de emprego extrapolam o simples uso de um armamento de fogo e passam a atuar no espectro eletromagnético, com grande influência na guerra eletrônica. Estas ameaças possuem a capacidade de interferir diretamente no ambiente operacional, influenciando nas operações terrestres e nas tomadas de decisões (BRASIL, 2017b).

Para poder adestrar da melhor forma possível militares para a realização de uma DA Ae, é necessário ter o conhecimento das capacidades de um possível inimigo aéreo, de forma que o treinamento seja o mais próximo possível do cenário que será encontrado em um conflito. Este conhecimento é obtido durante a análise de inteligência de combate (AIC), que visa levantar as possibilidades do inimigo aéreo, como os tipos de aeronaves, armamento empregado, capacidade de reabastecimento em voo, raio de ação, entre outras características (BRASIL, 2017b).

Nesta seção, será abordado o poder aéreo das forças armadas sul-americanas, apresentando diversas aeronaves, suas capacidades de emprego e outros aspectos relevantes. Cabe ressaltar que o objetivo deste estudo não é elencar inimigos, apenas explorar uma eventual possibilidade de estabelecimento de um Teatro de Operações (TO) nesta região e a necessidade de preparação da defesa do território nacional. Devemos observar ainda que mesmo sendo países emergentes, algumas de nossas nações vizinhas possuem aeronaves modernas equipando suas forças armadas.

2.4.1 IAI KFIR C-7 - COLÔMBIA

A Força Aérea da Colômbia (*FAC – Fuerza Aérea Colombiana*) é considerada hoje uma das mais poderosas da América Latina. Dentre seus armamentos está o KFIR C-7, aeronave multimissão de fabricação da empresa israelense IAI, que, recentemente, passou por atualizações importantes, feitas pela própria empresa, o que aumentou suas capacidades de combate (AIRWAY, 2017).

Segundo a empresa israelense, as aeronaves colombianas, 22 exemplares ao todo, receberam sistemas de voo da “geração 4,5” (a mais avançada atualmente é a geração 5) que permitem o uso de armamentos mais avançados com maior alcance e precisão. Outra modificação importante foi a troca de motores por modelos novos e mais modernos (AIRWAY, 2017).

A aeronave IAI KFIR C-7 surgiu da necessidade da força aérea israelense substituir o Mirage III, tendo em vista o embargo na compra de material bélico sofrido pela França, sua maior fornecedora, e a presença de ameaças vizinhas. O seu desenvolvimento iniciou-se de forma secreta, quando o país decidiu produzir por conta própria um caça para poder defender seu arsenal e sua soberania em relação às ameaças que se encontravam ao seu redor (AIRWAY, 2017).

Figura 10 - Aeronave KFIR C-7



Fonte: JET PHOTOS, 2008

2.4.1.1 CARACTERÍSTICAS

Abaixo observamos as principais características do KFIR C-7 (CAVOK, 2017):

Tabela 4 – Características KFIR C-7

Velocidade Máxima	2.655 km/h
Raio de Ação	1.600 km
Teto de emprego	18.000 m
Capacidade de REVO	Sim

Raio de Ação com REVO	Não informado
Armamento	Canhão 30mm, Mísseis Ar-Ar, Mísseis Ar-Superfície e Bombas Guiadas
Tripulação	1 pessoa
Origem	Israel

Fonte: CAVOK, 2017

2.4.2 SUKHOI SU-30 - VENEZUELA

Atualmente a Venezuela é o país com o maior poder aéreo da América Latina, analisando exclusivamente seus meios aéreos. Dentre suas aeronaves encontra-se o Sukhoi SU-30 (Flanker, na designação OTAN), de fabricação russa, considerado um dos melhores caças de IV Geração da atualidade (SPUTNIK, 2021).

A partir da 2ª Guerra Mundial, as aeronaves de caça passaram a ser classificadas de acordo com suas tecnologias embarcadas, surgindo novas gerações a cada grupo de inovações tecnológicas empregadas. A IV Geração abarca aeronaves desenvolvidas nas décadas de 1970/80, onde foi implementado aviônicos mais sofisticados, controle *Fly-by-Wire* (consiste na substituição de sistemas mecânicos por elétricos) e modernização de *cockpits* (PODER AÉREO).

O caça SU-30 é do tipo multimissão, e foi projetado para atender os requisitos exigidos pela Força Aérea Russa. Com alta capacidade de manobra e velocidade máxima de Mach 2, além de possuir aviônicos modernos, radares do tipo *phased array* e motores de empuxo vetorial, entre outras tecnologias, o SU-30 coloca a capacidade aérea da Venezuela acima da capacidade dos países vizinhos (UAC RUSSIA).

O SU-30 começou a ser projetado em 1969 pela empresa russa *Pavel Osipovich Sukhoi*. O conceito e projeto inicial foram finalizados em 1976 e teve como base o SU-27UB com capacidade para 2 (dois) militares que, devido a esta característica, era mais interessante para o adestramento, pois possuía a mesma performance do modelo com 1 (um) assento, com a vantagem de um tripulante a mais na equipe. A aeronave passou por atualizações ao longo dos anos até chegar a versão comprada pela Venezuela, SU-30MKK (MILAVIA, 2014, tradução nossa).

Devido às suas atualizações, o modelo possui grande capacidade de efetuar ataques utilizando diversos tipos de armamentos e com grande precisão, como bombas e mísseis guiados por laser (MILAVIA, 2014, tradução nossa).

Figura 11 - SUKHOI SU-30MKK

Fonte: AIRWAY, 2019

2.4.2.1 CARACTERÍSTICAS

Observamos aqui as principais características do SU-30 (SUKHOI):

Tabela 5 – Características do SU-30

Velocidade Máxima	2.450 km/h (Mach 2), aprox.
Raio de Ação	3.000 km
Teto de emprego	17.300 m
Capacidade de REVO	Sim
Raio de Ação com REVO	5.200 km
Armamento	Míssil Ar-Ar, Míssil Ar-Superfície, MAR e Bombas guiadas a laser.
Tripulação	2 pessoas
Origem	Rússia

Fonte: SUKHOI

2.4.3 MIG-29 - PERU

A força aérea peruana possui, dentre seu diversificado arsenal aéreo, o MiG-29, em diferentes versões. A aeronave é de fabricação russa e entrou em serviço em Agosto de 1983, denominada pela OTAN como Fulcrum (AIRFORCE TECHNOLOGY, 2019).

O MiG-29 é um caça-bombardeiro com a finalidade de destruir tanto inimigos aéreos como terrestres com uma grande diversidade de armamentos. Possui em seu arsenal mísseis do tipo ar-ar e ar-terra, canhões 30 mm e bombas, tudo isso acompanhado de aviônicos sofisticados, como o próprio capacete do piloto lhe permite fazer o acompanhamento sumário do alvo que esteja em seu campo de visão, e um

sistema radar com capacidade de busca e acompanhamento de alvos. A aeronave russa pode chegar a velocidade de 2.400 km/h e voar a um teto de 18.000 m, e ainda seu raio de ação é de 2.100 km (AIRFORCE TECHNOLOGY, 2019).

Figura 12 - Aeronave MiG-29



Fonte: AIRFORCE TECHNOLOGY, 2019

2.4.3.1 CARACTERÍSTICAS

Tabela 6 – Características do MiG-29

Velocidade Máxima	2.400 km/h
Raio de Ação	2.100 km
Teto de emprego	18.000 m
Capacidade de REVO	Não
Raio de Ação com REVO	-
Armamento	Míssil Ar-Ar, Míssil Ar-Superfície, Canhão e Bombas Guiadas
Tripulação	1 pessoa
Origem	Rússia

Fonte: AIRFORCE TECHNOLOGY, 2019

2.5 ANÁLISE DE DADOS

As partes seguintes do trabalho apresentarão uma análise sumária dos dados e informações obtidas neste estudo, com a finalidade de comparar os alvos aéreos pesquisados com as capacidades das aeronaves e armamentos citados.

2.5.1 AMEAÇAS AÉREAS

Verificamos nos tópicos anteriores alguns dos vetores aeroespaciais mais modernos existentes na América do Sul. Apesar de serem países subdesenvolvidos, algumas nações sul-americanas possuem aeronaves modernas e com grande capacidade de combate, demonstrando a importância que estas nações dão para o poder aéreo. Como dito anteriormente, o objetivo deste estudo não é elencar inimigos, mas sim observar as capacidades aéreas dos países aos quais fazemos fronteira, baseando-se em seu poderio aéreo para melhor desenvolver nossas forças militares, principalmente nossa defesa antiaérea. Observando as nações ao nosso entorno, e os materiais que utilizam em suas forças aéreas, temos uma melhor noção do que as aeronaves modernas são capazes, auxiliando no desenvolvimento e atualização em nossas doutrinas e meios antiaéreos.

As aeronaves apresentadas, de modo geral, empregam uma velocidade próxima a Mach 2, característica essa da qual certamente se valeriam para a realização de um ataque, onde empregariam a maior velocidade possível, permanecendo expostas por pouco tempo, evitando o engajamento por parte dos armamentos da defesa antiaérea.

Além da velocidade, deve ser levado em consideração o armamento e as técnicas e táticas de ataque que tais vetores poderiam empregar, características que não foram aprofundadas no estudo devido às suas mudanças constantes com aquisição de novos armamentos e desenvolvimento de doutrinas. Com o emprego de mísseis ar-superfície, outra capacidade de todas as aeronaves citadas, as aeronaves podem realizar seus ataques a distâncias mais afastadas, dificultando o engajamento pelo sistema de defesa antiaérea, requisitando assim maior atenção e precisão do operador do armamento antiaéreo devido a distância de seus alvos.

2.5.2 ALVOS AÉREOS

Com o estudo realizado, abordamos as principais características dos alvos aéreos utilizados pelo Exército, Marinha, Aeronáutica e Estados Unidos, observando as capacidades de cada equipamento. Abaixo observamos uma comparação destes modelos de alvos aéreos:

Tabela 7 – Comparativo dos Alvos Aéreos

	TRAINER 60	DELTA	BANSHEE 300	DIANA	BQM-177A
Velocidade Máxima	60 km/h	225 km/h	360 km/h	720 km/h	1.155 km/h
Comprimento	1,44 m	1,8 m	2,84 m	1,84 m	5,18 m
Envergadura	1,83 m	2,2 m	2,94 m	3,46 m	2,13 m
Altitude Máxima	*	*	7.000 m	8.000 m	12.192 m
Peso	3,5 kg	14 kg	73 kg	160 kg	281 kg
Distância de Operação	10 km	10 km	100 km	100 km	*
Propulsão	Hélice	Hélice	Turbo Hélice	Turbojet	Turbojet
Carga Útil	Biruta	Fonte de calor iluminativo	<i>Pods de chaff, flare e fumígeno, transponder para IFF e reprodutores de infravermelho</i>	<i>Pods de chaff e flare e birutas</i>	Sensor de proximidade, sistema IFF, dispositivos MWS e RWR, sistema de contra-medidas eletrônicas e pods de <i>chaff e flare</i>
Origem	Brasil	Brasil	Inglaterra	Espanha	EUA

*Informação não fornecida pelo fabricante

Fonte: O Autor

Nesta tabela não foi abordado o modelo 5GAT, com origem nos EUA, por ser ainda um protótipo em fase de teste e não possuir informações suficientes disponíveis para subsídio da pesquisa, além do fato do alvo aéreo em questão ser construído em escala total, ou seja, com dimensões similares ou idênticas às das aeronaves reais, tornando inviável a comparação com os demais.

Observando primeiramente, os modelos TRAINER 60 e DELTA, utilizados pelo Exército, vemos que são os alvos com capacidades mais inferiores dentre as três forças, consequência principalmente dos motores e materiais dos quais são fabricados. Os dois alvos supracitados desempenham velocidades máximas baixas se compararmos com as velocidades dos demais alvos aéreos citados. Além disso, observamos durante o trabalho as capacidades de algumas das aeronaves dos países sul-americanos, que empregam velocidades máximas próximas de Mach 2, estando muito superior à capacidade desses alvos aéreos. Comparando com as capacidades dos armamentos antiaéreos utilizados pelo Exército, novamente observamos uma defasagem nesse quesito, onde os armamentos utilizados também possuem capacidades muito superiores às dos alvos.

Tendo como exemplo o DELTA, aeromodelo com melhores características utilizado pelo Exército, observamos que o mesmo atinge uma velocidade máxima de 225 km/h, enquanto a munição do RBS 70, por exemplo, chega a 1.800 km/h, aproximadamente, e o caça SU-30 venezuelano, alcança velocidades próximas de 2.450 km/h. No exemplo em questão, notamos que a diferença de velocidade do alvo de treinamento para a munição do RBS é grande, não colocando à prova o armamento, muito menos seu operador, que conduzirá o míssil rapidamente ao alvo, através do guiamento por feixe laser. Comparando com a aeronave, verificamos que esta diferença de velocidade é ainda maior, não cumprindo a função do alvo de simulação da em sua plenitude. Tais comparações evidenciam que o nível de dificuldade de engajamento do alvo aéreo é inferior ao da aeronave. Pois, por conta de sua velocidade baixa, o aeromodelo será mais facilmente engajado pelo operador, assim seu nível de adestramento não será compatível com a necessidade em uma situação real.

Além da velocidade, outro ponto negativo dos aeromodelos brasileiros é a baixa capacidade de acomodar elementos ou dispositivos similares aos que as aeronaves utilizam em combate, como *pods* de *chaff* e *flare*, por exemplo, que são eventualmente utilizados pelos vetores aéreos.

Estes equipamentos são empregados, em sua maioria, para despistamento das aeronaves quando avistadas por radares ou armamentos antiaéreos. Quando utilizados, dificultam o trabalho da defesa antiaérea, demandando maior coordenação e preparo da tropa para o cumprimento da missão e exigindo o correto funcionamento dos armamentos. Deste modo, para que ocorra a simulação fiel de um inimigo aéreo,

é necessário que tais tecnologias estejam presentes nos alvos, como observamos nos alvos DIANA e BANSHEE 300, por exemplo. A ausência desses dispositivos faz com que os armamentos antiaéreos não sejam utilizados ao máximo, a exemplo do míssil IGLA, com guiamento por infravermelho, que necessita do disparo de *flares* para verificar totalmente suas capacidades de guiamento e distinção do alvo.

Em compensação, os alvos utilizados pelo Exército possuem um custo baixo e tempo de entrega reduzido devido a sua produção no território nacional e o material dos quais são confeccionados, tornando mais viável financeiramente sua aquisição.

Dentre os modelos apresentados, que são utilizados pelas Forças Armadas nacionais, o alvo aéreo DIANA, utilizado pela FAB, é o que possui as melhores especificações. Sua velocidade máxima de 720 km/h, o dobro da desempenhada pelo BANSHEE (MB) e mais que o triplo da velocidade do DELTA, e manobrabilidade, conferem a este alvo melhores condições de simulação de uma ameaça aérea. Mesmo sua velocidade estando abaixo da máxima das aeronaves mostradas neste estudo, deve ser levado em consideração que as técnicas e táticas de ataque aéreo, normalmente, necessitam da diminuição da velocidade do vetor aéreo para serem utilizadas. Deste modo, o DIANA aproxima-se mais dos vetores aéreos do que os alvos do Exército e Marinha.

O DIANA ainda pode ser equipado com *pods* de *chaff* e *flare*, e embarcado com sistemas de simulação de alvos, possibilitando a realização de medidas de proteção e ataque eletrônico. Estas capacidades são essenciais para o adestramento, como exemplo do *chaff*, eventualmente utilizado para confundir radares, pode ser utilizado no treinamento com a VBC Gepard, que possui seus próprios radares. Ao utilizar o lançamento de *chaff*, o alvo causará uma interferência nos radares da viatura, trazendo situações que exigirão maior habilidade e conhecimento por parte dos operadores do armamento, para contornar as situações e prosseguir no engajamento. Isso garante um acréscimo no nível do adestramento, pois assemelha-se às características das aeronaves e dificulta as ações dos militares antiaéreos, se aproximando de uma situação de emprego real do armamento.

Outro fato relevante é sua capacidade de manobra à alta velocidade, destacada pelo fabricante, que pode ser aproveitada para reproduzir uma maior diversidade de técnicas e táticas de ataque. Esta característica é mais ressaltada na capacitação dos operadores de mísseis, IGLA e RBS, que dependem da habilidade

visual do operador para engajamento do alvo, por não possuírem radares de tiro para o acompanhamento.

O último alvo apresentado na comparação, BQM-177A, com origem nos EUA, é o mais desenvolvido tecnologicamente, sendo superior em todos os aspectos. Com velocidade próxima a Mach 1, graças ao seu sistema de propulsão Turbojet, e diversos recursos eletrônicos incorporados, o BQM-177A garante uma posição à frente no conceito de alvo aéreo. Além das tecnologias já citadas nas comparações anteriores e suas utilidades, as quais também estão presentes neste modelo, o equipamento da KRATOS possui um sistema de IFF integrado. Com este sistema, as possibilidades de emprego do alvo aéreo vão além da execução do tiro real, podendo ser utilizado para outros fins, como treinar a aplicação de medidas de coordenação e controle de apoio de fogo durante a vigilância do espaço aéreo.

Com altitude máxima de voo próxima de 12.000 m, o modelo da KRATOS pode ser usado para o adestramento tanto da antiaérea de baixa quanto de média altura, vindo a ser um ponto importante, considerando uma aquisição futura, pelo Exército, de um sistema de defesa de média altura. Sua velocidade alinhada com o modo autônomo de voo, onde é programada uma determinada rota para o alvo seguir sem o comando do seu controlador, garante a aplicação mais precisa de técnicas e táticas de ataque aéreo. O alvo executará performances mais próximas das feitas por aeronaves, tendo em vista sua pré-programação, simulando de forma mais fiel uma incursão aérea inimiga. Para os atiradores do RBS, essa última característica é de grande valia, pois auxiliará no desenvolvimento de suas habilidades de controle e guiamento do míssil ao alvo, uma vez que o BQM-177A poderá ser programado para realizar diferentes manobras em voo. Desta forma, ele caracteriza-se, por seus variados recursos, como o alvo aéreo mais avançado dentre os expostos no estudo.

3. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal demonstrar a necessidade de evolução dos alvos aéreos utilizados no adestramento dos militares da Brigada de Artilharia Antiaérea, perante os alvos de alta performance já existentes e a eventual necessidade de emprego da tropa contra vetores aéreos modernos.

Ao compararmos os aspectos básicos dos alvos aéreos do Exército Brasileiro, é verificado que suas capacidades não atingem um nível de adestramento

adequado das tropas, tão pouco, colocam à prova, em sua plenitude, os armamentos antiaéreos mais modernos que o EB possui, estando demasiadamente abaixo dessa conjuntura. Este fato é comprovado principalmente quando comparamos dados básicos, como a velocidade e as tecnologias embarcadas, com os demais alvos aéreos e vetores aéreos exibidos, constatando assim que para o treinamento em alto nível das tropas e para que a simulação aproxime-se mais de uma situação verídica, faz-se necessário a utilização de alvos com alta performance.

Dentre o exposto, propõe-se como solução a importação do alvo aéreo BQM-177A, produzido pela empresa KRATOS, que supriria as defasagens supracitadas, explorando de forma mais adequada às possibilidades dos armamentos em questão. Ampliando as opções, temos a possibilidade de aquisição do alvo DIANA, empregado pela Aeronáutica, também cumpriria os requisitos de adestramento, pois, mesmo sendo inferior ao BQM-177A, ele possui características ainda relevantes como sua velocidade e teto de emprego, além de utilização de diversos meios eletrônicos. Destaca-se ainda como alternativa o BANSHEE 300, que possui características expressivas, superiores aos alvos atualmente utilizados, o que já conferiria um avanço tecnológico para a brigada antiaérea.

Considerando as ideias evidenciadas acima e ao longo da pesquisa, concluímos que é necessário a modernização dos alvos aéreos utilizados pela 1ª Bda AAAe, visando a máxima semelhança com a realidade durante uma simulação. A defasagem do material utilizado prejudica o grau de adestramento da tropa, considerando a superioridade evidente das capacidades das possíveis ameaças aéreas, não satisfazendo os objetivos para o preparo e emprego em uma situação real. O acompanhamento da evolução tecnológica dos armamentos e dos vetores aéreos modernos por parte dos alvos aéreos é essencial para que se tenha a real noção do que por ventura possa ser confrontado em combate.

4. REFERÊNCIAS

1ª BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA. **Operação Sagitta Primus 2021**. 15 de setembro de 2021. Disponível em <<http://www.1bdaaaae.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/374-operacao-sagitta-primus-2021>>. Acesso em 23 de setembro de 2021.

AIRWAY. **Colômbia finaliza atualização de caças KFIR**. 18 de dezembro de 2017. Disponível em <<https://www.airway.com.br/colombia-finaliza-atualizacao-de-cacas-kfir/>>. Acesso em 26 de agosto de 2021.

AIRFORCE TECHNOLOGY. **MIG-29**. Disponível em <<https://www.airforce-technology.com/projects/mig29/>>. Acesso em 02 de setembro de 2021.

AVIATIONS MILITAIRES. **Meggitt BTT-3 BANSHEE**. Disponível em <<https://aviationsmilitaires.net/v3/kb/aircraft/show/1191/meggitt-btt-3-BANSHEE>>. Acesso em 28 de junho de 2021.

AVIA.PRO. **Meggitt BTT-3 BANSHEE. Especifications. A Photo**. Disponível em <<https://avia-pro.net/blog/meggitt-btt-3-BANSHEE-tehnicaske-harakteristiki-foto>>. Acesso em 29 de junho de 2021.

AIRFORCE TECHNOLOGY. **BQM-177A Subsonic Aerial Target**. 23 de maio de 2019. Disponível em <<https://www.airforce-technology.com/projects/bqm-177a-subsonic-aerial-target/>>. Acesso em 05 de julho de 2021.

BIG FIELD HOBBY. **Manual de Instrução**.

BRASIL. Ministério da Defesa. **POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA E ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA**. 2012.

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

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

_____. _____. Exército Brasileiro. **Boletim do Exército nº 12/2014**. 21 de março de 2014a.

_____. _____. _____. **EB60-ME-23.016 Manual de Ensino Operação do Sistema Gepard**. 1. ed. 2014b.

_____. _____. _____. **EB60-MT 23.456 Manual Técnico Operação do Sistema de Mísseis IGLA S**. 1. ed. 2015b.

_____. _____. _____. **EB60-MT-23.460 Manual Técnico Operação do Sistema de Mísseis RBS-70**. 1. ed. 2015a.

_____. _____. **EB60-ME-23.402 Manual de Ensino Operação de Alvos Aéreos.** 1. ed. 2016.

_____. _____. **EB70-MC-10.231 Manual de Campanha Defesa Antiaérea.** 1. ed. 2017a.

_____. _____. **EB70-MC-10.235 Manual de Campanha Defesa Antiaérea nas Operações.** 1. ed. 2017b.

BRASIL AIRCRAFT. **Alvo aéreo.** Disponível em: <<https://www.brasilaircraft.com.br/produtos/alvo-aereo>>. Acesso em 10 de julho de 2021.

CAVOK. **Aeronaves famosas – IAI KFIR.** 19 de agosto de 2017. Disponível em <<https://www.cavok.com.br/aeronaves-famosas-iai-kfir>>. Acesso em 17 de agosto de 2021.

_____. **Alvo aéreo subsônico Kratos BQM-177A atinge a Capacidade Operacional Inicial com a Marinha dos EUA.** 20 de março de 2019. Disponível em <<https://www.cavok.com.br/alvo-aereo-subsonico-kratos-bqm-177a-atire-a-capacidade-operacional-inicial-com-a-marinha-dos-eua>>. Acesso em 06 de julho de 2021.

_____. **Drone alvo 5G dos EUA, que imita caças furtivos inimigos, está pronto para o primeiro voo.** Disponível em <<https://www.cavok.com.br/drone-alvo-5g-dos-eua-que-imitar-cacas-furtivos-inimigos-esta-pronto-para-o-primeiro-voo>>. Acesso em 24 de julho de 2021.

DEFESANET. **FAB terá novo tipo de alvo aéreo.** 06 de outubro de 2014. Disponível em <<https://www.defesanet.com.br/vant/noticia/17015/FAB-tera-novo-tipo-de-alvo-aereo/>>. Acesso em 13 de julho de 2021.

_____. **Novo alvo aéreo da FAB é testado no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno.** 25 de julho de 2018. Disponível em <<https://www.defesanet.com.br/vant/noticia/29985/Novo-alvo-aereo-da-FAB-e-testado-no-Centro-de-Lancamento-da-Barreira-do-Inferno/>>. Acesso em 14 de julho de 2021.

DIMMI. **9K338 Igla-S – AS-24 GRINCH.** MILITARY RUSSIA. 31 de outubro de 2010. Disponível em <<http://militaryrussia.ru/blog/topic-410.html>>. Acesso em 12 de junho de 2021.

DOS SANTOS, Lucas. **Utilização do alvo aéreo DELTA.** WhatsApp: [Conversa Conde Vieira]. 08 de set. 2021. 10:10. 1 mensagem WhatsApp.

DURING, Nelson. **EB – Adquire o míssil SAAB RBS 70 MkII.** DEFESANET, 03 de março de 2014. Disponível em <<https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/14410/EB-%E2%80%93-Adquire-o-missil-SAAB--RBS-70-MkII/>>. Acesso em 15 de junho de 2021.

EPEX. **Saab Recebe, do Exército Brasileiro, Novo Pedido de Compra de RBS 70.** Disponível em <<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/651-saab-recebe-do-exercito-brasileiro-novo-pedido-de-compra-de-rbs-70>>. Acesso em 15 de junho de 2021.

EQUIPAER. **DIANA ALVO AÉREO INTELIGENTE.** Disponível em <<https://equipaer.com.br/DIANA-alvo-aereo-inteligente/>>. Acesso em 14 de julho de 2021.

ESACOSAAE. **ALVO AÉREO.** 24 de fevereiro de 2021. Disponível em <<http://www.esacosaae.eb.mil.br/informativo-antiaereo/77-assuntos/observatorio-do-primeiro-minuto-ompm/828-alvo-aereo-2>>. Acesso em 12 de julho de 2021.

_____. **PREGÃO ELETRÔNICO SRP IRP Nº 03/2017.** 01 de setembro de 2017. Disponível em <http://www.esacosaae.eb.mil.br/images/Documentos/salc/TR_SRP01_2018.pdf>. Acesso em 10 de julho de 2021.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **BASE DE APOIO LOGÍSTICO DO EXÉRCITO – RECEBIMENTO DE VBC DAAE GEPARD.** Disponível em <http://www.eb.mil.br/o-exercito?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=6348223&_101_type=content&_101_groupId=11425&_101_urlTitle=base-de-apoio-logistico-do-exercito-recebimento-do-sexto-lote-de-vcb-daae-gepard&_101_redirect=http%3A%2F%2Fwww.eb.mil.br%2Fo-exercito%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_cur%3D274%26_3_keywords%3Dservi%25C3%25A7o%2Bde%2Binforma%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bao%2Bcidade%25C3%25A3o%26_3_advancedSearch%3Dfalse%26_3_groupId%3D0%26_3_DELTA%3D20%26_3_assetTagNames%3Dcml%26_3_resetCur%3Dfalse%26_3_andOperator%3Dtrue%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch&inheritRedirect=true>. Acesso em 04 de junho de 2021.

FAB. **FAB terá novo tipo de alvo aéreo.** 02 de outubro de 2014. Disponível em <<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/20129/REAPARELHAMENTO%20-%20FAB%20ter%C3%A1%20novo%20tipo%20de%20alvo%20a%C3%A9reo>>. Acesso em 16 de julho de 2021.

FRAGA, Liane; FAN, Ricardo. **O GEPARD 1A2.** DEFESANET, 25 de setembro de 2013. Disponível em <<https://www.defesanet.com.br/leo/noticia/3487/O-GEPARD-1A2/>>. Acesso em 10 de junho de 2021.

KRATOS. **Aerial Targets.** Disponível em <<https://www.kratosdefense.com/systems-and-platforms/unmanned-systems/aerial/aerial-targets>>. Acesso em 28 de julho de 2021.

LEDOUX, Pedro; CASTRO, Fábio. **RBS-70. SISTEMAS DE ARMAS,** 2013. Disponível em <<http://sistemasdearmas.com.br/mis/rbs70.html>>. Acesso em 17 de junho de 2021.

MEGGITT DEFENCE SYSTEM. **BANSHEE Aerial target system**. Disponível em <<https://web.archive.org/web/20110725054859/http://www.meggittdefenceuk.com/PDF/BANSHEE%20aerial%20target%20system.pdf>>. Acesso em 20 de julho de 2021.

MILAVIA. **SU-30**. Disponível em <<https://www.milavia.net/aircraft/su-30/su-30.htm>>. Acesso em 03 de agosto de 2021.

PHOENIX MODEL. **PH034 – TRAINER .91/15CC SCALE 1:5 ARF**. Disponível em <<http://phoenixmodel.com/Product.aspx?ProductId=14>>. Acesso em 07 de julho de 2021.

PODER AÉREO. **Os caças e suas gerações**. Disponível em <<https://www.aereo.jor.br/destaques/os-cacas-e-suas-geracoes/>>. Acesso em 22 de setembro de 2021.

REVISTA FORÇA AÉREA. **O alvo aéreo de quinta geração dos Estados Unidos está em fase pré-voo**. 26 de outubro de 2020. Disponível em <<https://forcaarea.com.br/o-alvo-aereo-de-quinta-geracao-dos-estados-unidos-esta-em-fase-pre-voo/>>. Acesso em 30 de julho de 2021.

SPUTNIK NEWS. **Cinco melhores forças aéreas da América Latina de Venezuela ao Brasil**. 26 de janeiro de 2021. Disponível em <<https://br.sputniknews.com/defesa/2021012616846621-cinco-melhores-forcas-aereas-da-america-latina-de-venezuela-ao-brasil/>>. Acesso em 05 de agosto de 2021.

SUAREZ, Orlando. **F-Air Colombia 2008**. JET PHOTOS. 26 de Junho de 2008. Disponível em <<https://www.jetphotos.com/photo/6376818>>. Acesso em 25 de agosto de 2021.

SUKHOI. **SU-30MK**. Disponível em <<https://web.archive.org/web/20110716144928/http://www.sukhoi.org/eng/planes/military/su30mk/lth/>>. Acesso em 09 de agosto de 2021.

UAC RUSSIA. **SU-30SM**. Disponível em <<https://uacrussia.ru/en/aircraft/lineup/military/su-30sm/>>. Acesso em 12 de agosto de 2021.