

**ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO NÍVEL LATO SENSU EM
OPERAÇÕES MILITARES DE DEFESA ANTIAÉREA E DEFESA DO LITORAL**

ÁLVARO BOSSARDI JÚNIOR

**NECESSIDADE DE ALVO AÉREO DE ALTA PERFORMANCE PARA O
ADESTRAMENTO DA GUARNIÇÃO DO MÍSSIL ANTIAÉREO
TELECOMANDADO RBS 70**

**Rio de Janeiro
2018**

ÁLVARO BOSSARI JÚNIOR

**NECESSIDADE DE ALVO AÉREO DE ALTA PERFORMANCE PARA O
ADESTRAMENTO DA GUARNIÇÃO DO MÍSSIL ANTIAÉREO TELECOMANDADO
RBS 70**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea como requisito parcial
para a obtenção do Grau Especialidade
em Operações Militares de Defesa
Antiaérea e Defesa do Litoral.

ORIENTADOR: Cap Art KLAUS SANTIAGO KÜSTER

**Rio de Janeiro
2018**



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECEx - DETMil
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

BOSSARDI, Álvaro Júnior (1º Ten Art). Necessidade de Alvo Aéreo de Alta Performance para o Adestramento da Guarnição do Armamento RBS 70. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: KLAUS SANTIAGO KÜSTER / CAPITÃO / ARTILHARIA

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2018.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

ANDERSON MARTINS DA ROCHA/MAJOR/ARTILHARIA
PRESIDENTE

RENATO ROCHA DRUBSKY DE CAMPOS/MAJOR/ARTILHARIA
PRESIDENTE

RODRIGO BARRETO FERREIRA DA SILVA/CAPITÃO/ARTILHARIA
MEMBRO

KLAUS SANTIAGO KÜSTER/CAPITÃO/ARTILHARIA
MEMBRO

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, por ter sempre sido o alicerce da minha vida em todos os momentos.

Ao meu orientador, pelas correções oportunas e pela disponibilidade e dedicação.

Aos meus companheiros de turma que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

NECESSIDADE DE ALVO AÉREO DE ALTA PERFORMANCE PARA O ADESTRAMENTO DA GUARNIÇÃO DO ARMAMENTO AAE RBS 70

Álvaro Bossardi Júnior

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo verificar a necessidade de alvo aéreo de alta performance para o adestramento da guarnição do armamento antiaéreo RBS 70, analisando se o atual alvo aéreo utilizado coloca à prova toda capacidade do armamento antiaéreo. A fim de facilitar a compreensão do estudo, são abordados, com mais profundidade, as características do armamento antiaéreo RBS 70, seu funcionamento e suas principais capacidades e limitações. Em seguida, é realizado um estudo sobre os alvos aéreos, abordando as características do alvo aéreo Falco 170, atualmente utilizado pelo Exército Brasileiro para o adestramento da guarnição do RBS 70, do alvo aéreo Diana, utilizado pela Força Aérea Brasileira e do alvo aéreo Banshee, utilizado pela Marinha do Brasil. Após, são verificados os principais alvos aéreos utilizados pelos EUA, abordando as características do seu principal alvo aéreo de subescala BQM-167. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo indutivo, dividindo a pesquisa em um capítulo destinado à exposição dos dados pesquisados do armamento RBS 70 e outro capítulo destinado à exposição dos dados dos diversos alvos aéreos utilizados no Brasil e nos EUA, seguidos de uma análise dos dados obtidos e de uma conclusão sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Armamento Antiaéreo RBS 70, Alvo Aéreo.

Abstract: The purpose of this work is to analyze the need of a high-performance aerial target for the training of the RBS 70 anti-aircraft armament garrison, evaluating if the aerial target currently employed puts all the RBS 70 capabilities to the test. To ease the understanding of this study the characteristics of the RBS 70, its operation, main capabilities and limitations are discussed in depth. A study about the employed aerial targets is also carried out. Such study addresses the characteristics of the Falco 170 aerial target, currently employed by the Brazilian Army for the training of the RBS 70 garrison, the Diana aerial target, employed by the Brazilian Air Force, and the Banshee aerial target, employed by the Brazilian Navy. The main aerial targets employed by the USA are also analyzed and the characteristics of its main subscale aerial target, BQM-167, is also addressed. To achieve the proposed objectives, a bibliographic research was carried out based on an inductive process. The research was split into one chapter for the presentation of the researched data on the RBS 70 anti-aircraft armament and another one for the presentation of the data on the various aerial targets employed by the Brazilian and US forces followed by an analysis of the presented data and a closing on the subject.

KEYWORDS: RBS 70 anti-aircraft armament, Aerial Targets.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA	8
2.1 TEMA	8
2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	8
2.3 QUESTÕES DE ESTUDO	8
2.4 OBJETIVOS	9
2.5 JUSTIFICATIVAS	9
2.6 CONTRIBUIÇÃO	9
2.7 PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS	10
3 O SUBSISTEMA DE ARMAS AAAe RBS 70	12
3.1 HISTÓRICO DO RBS 70	13
3.2 CARACTERÍSTICAS DO RBS 70.....	15
3.2.1 Funcionamento	15
3.2.2 Características Técnicas	17
3.2.3 Possibilidades e Limitações	18
3.2.4 Míssil Bolide	18
4 O ALVO AÉREO	20
4.1 EVOLUÇÃO DO ALVO AÉREO NO EXÉRCITO BRASILEIRO	20
4.2 ALVO AÉREO FALCO 170	22
4.2.1 Características	23
4.3 ALVO AÉREO DIANA	24
4.3.1 Características	25
4.4 ALVO AÉREO BANSHEE.....	26
4.4.1 Características	27
4.5 ALVOS AÉREOS UTILIZADOS PELOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA.....	27
4.5.1 Características do alvo aéreo BQM-167	29
5 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	30
5.1 SUBSISTEMA DE ARMAS AAAe RBS 70.....	30
5.2 ALVO AÉREO.....	32
6 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O vetor aéreo, desde a Segunda Guerra Mundial, se configura como importante vetor bélico para a manutenção da soberania do território de um país e projeção de poder para além da fronteira, possuindo grande capacidade persuasória. É levado em consideração em qualquer planejamento, desde conflitos convencionais até grandes eventos. Desde então, a capacidade de se contrapor a essa ameaça é preocupação constante de todos os países, sendo os meios de Artilharia Antiaérea um dos principais atores que compõem a Defesa Aeroespacial dos países.

O aprimoramento tecnológico do vetor aéreo obriga as nações a adequarem e a atualizarem seus meios de AAAe para se contrapor com eficiência a aeronaves com amplas capacidades técnicas e táticas e reduzida vulnerabilidades. Nesse contexto, o Brasil, por meio do Programa Estratégico de Defesa Antiaérea, adquiriu, em 2013 um novo míssil portátil, o RBS 70, para se adequar à nova conjuntura dos novos conflitos armados que ocorrem no amplo espectro em áreas altamente urbanizadas. Essa aquisição supriu essa deficiência que os meios de AAAe até então tinham de atuar em zonas urbanizadas com baixa probabilidade de causar algum dano colateral durante seu emprego.

Dentro desse contexto, torna-se imprescindível que se tenha operadores do novo sistema RBS 70 altamente capacitados para conseguir atuar em qualquer situação e contra a maior gama possível de prováveis ameaças aéreas. Uma das formas de manter os operadores adestrados é a utilização de simuladores, que cumprem em parte esse objetivo. Contudo, faz-se necessário a realização do tiro real para complementar a formação dos operadores, motivar os recursos humanos e demonstrar a função e eficácia do novo sistema adquirido.

No centro dessa questão, encontra-se o alvo aéreo, que é de extrema importância para a realização do tiro real do novo sistema de armas adquirido. O alvo aéreo em regra geral, deve estar adequado aos mais modernos vetores aéreos empregados atualmente. Ele deve ter a capacidade de testar o armamento em sua plenitude e simular o desempenho de vetores aéreos sofisticados para impor aos operadores do armamento a mesma dificuldade que eles encontrariam no combate real.

2 METODOLOGIA

2.1 TEMA

O tema central do presente trabalho foi delimitado ao estudo sobre o subsistema de armas RBS 70 empregado pelas unidades de AAAe do Exército Brasileiro e sobre os alvos aéreos empregados pelas Forças Armadas, pelas demais Forças Armadas e por algumas potências bélicas mundiais. Assim, o tema está delimitado em objeto de estudo ao subsistema de armas RBS 70, aos Alvos Aéreos que atualmente são empregados e aos que poderiam ser empregados na realização do tiro real. Por fim, limitou-se no tempo ao estudo em duas abordagens: a factual, em relação à situação presente (2018) do objeto de estudo, e a histórica, em relação ao período dos últimos 50 anos.

A presente pesquisa trata o tema, em um primeiro momento, sob a perspectiva histórica, levando em consideração a evolução tecnológica do armamento em questão e dos alvos aéreos utilizados pelo Exército Brasileiro. Além da abordagem histórica, será realizado um estudo factual e prognóstico ao fazer considerações sobre a atual situação do míssil RBS 70 e do alvo aéreo utilizado no tiro real do armamento.

2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A situação problematizada, que norteou a pesquisa realizada foi a seguinte: “A performance do alvo aéreo Falco 170, atualmente empregado, coloca à prova, na sua plenitude, as capacidades de engajamento do armamento RBS 70 que mobilia as unidades da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea (1ª Bda AAAe)?”

2.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Algumas questões de estudo podem ser formuladas no entorno deste questionamento:

- a) Quais as capacidades técnicas do armamento RBS 70 utilizado pelas unidades de artilharia antiaérea da 1ª Bda AAAe?
- b) Quais as capacidades técnicas do alvo aéreo Falco 170?
- c) Quais são os alvos aéreos de alta performance utilizados pela Força Aérea Brasileira (FAB), Marinha do Brasil (MB) e pelas principais potências bélicas

mundiais?

d) O alvo aéreo Falco 170 coloca à prova toda a capacidade técnica de engajamento do armamento RBS 70 e sua guarnição?

e) É necessário o uso de alvos aéreos de alta performance para simular a ameaça aérea moderna com maior fidedignidade?

2.4 OBJETIVOS

Arelado aos questionamentos apresentados e ao problema exposto, traçou-se o objetivo geral de pesquisa, que foi de abordar aspectos gerais relacionados ao subsistema de armas RBS 70 e Alvos Aéreos, sendo os objetivos específicos os que seguem:

a. Apresentar o míssil RBS 70, fabricado pela SAAB, e adquirido pelo Brasil com ênfase em suas capacidades e limitações técnicas de emprego.

b. Apresentar o alvo aéreo atualmente utilizado pelo Brasil no adestramento e tiro real do armamento RBS 70, com ênfase em suas capacidades e limitações técnicas.

c. Apresentar alvos aéreos de alta performance utilizados pela FAB, MB e outras forças armadas no mundo destacando suas capacidades.

2.5 JUSTIFICATIVA

Desde sua concepção, no início do século XX, o vetor aéreo se configura como um dos principais meios para, seja em conflitos, seja em tempo de paz, manter a soberania aérea de qualquer nação. Fazer frente a esse tipo de ameaça tem sido preocupação constante para todas as nações.

Assim, faz-se necessário que os operadores dos armamentos antiaéreos estejam capacitados a engajar qualquer tipo de vetor aéreo, principalmente os vetores de alta performance, que oferecem maior ameaça a soberania aérea.

2.6 CONTRIBUIÇÃO

O presente estudo pretende ampliar o conhecimento sobre os alvos aéreos utilizados, focando, principalmente, em suas capacidades e limitações técnicas. Ainda, a partir das informações levantadas, o presente estudo pretende dar subsídios para pesquisas futuras sobre alvos aéreos.

2.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática em estudos futuros sobre alvos aéreos empregados no tiro real do armamento RBS 70, valendo-se para tal do método indutivo, o qual considera o conhecimento como baseado na experiência e no empirismo.

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, uma vez que tem como método a leitura seletiva do material pesquisado, assim como sua revisão para a realização da análise dos dados levantados e a posterior síntese.

As principais fontes de pesquisa utilizadas no presente trabalho foram, em sua maioria, documentos digitais disponíveis na internet, sendo de domínio público. Foram priorizadas fontes dos fabricantes dos materiais apresentados por esse trabalho e também revistas digitais militares reconhecidas (Jane's, Military, Defesanet, entre outras), encartes de venda dos materiais abordados pelo presente estudo (também disponíveis em fontes livres na rede), manuais militares nacionais e estrangeiros e mídia aberta em geral.

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira:

- a. O capítulo 3 aborda os subsistema de Armas RBS 70 empregado na 1ª Bda AAAe. Apresenta o histórico do armamento, sua evolução, as versões fabricadas, com ênfase na adquirida pelo Brasil no contexto do subportifólio Programa Estratégico Defesa Antiaérea do Exército Brasileiro, e os tipos de mísseis compatíveis com a plataforma, os aspectos a serem observados no adestramento da guarnição e na realização do tiro real. Por fim, apresenta as capacidades e limitações técnicas do armamento.
- b. No capítulo 4 é apresentado o Alvo Aéreo, sua definição, sua concepção, sua evolução dentro da Força, seus aspectos de emprego durante o adestramento e o tiro real. Apresenta o alvo aéreo atualmente utilizado pelo Exército Brasileiro para realização do adestramento e tiro real do armamento RBS 70, abordando suas capacidades e limitações técnicas. Apresenta o alvo aéreo Diana utilizado pela FAB, Banshee 600 utilizado pela MB, e as capacidades técnicas de ambos. Por fim, apresenta os alvos aéreos empregados por potências bélicas.

- c. No capítulo 5 é realizada a análise dos dados colhidos na pesquisa feita nos capítulos anteriores de forma qualitativa.
- d. No capítulo 6, último do presente trabalho, são apresentadas as conclusões da pesquisa e suas considerações finais.

Com o propósito de operacionalizar a pesquisa, foram adotados os procedimentos metodológicos descritos nos próximos parágrafos.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando rever literatura que fornecesse dados oficiais, se disponíveis, sobre o subsistema de armas RBS 70, juntamente com a sua fabricante SAAB, e sobre os diversos alvos aéreos mencionados no presente trabalho, sempre priorizando dados oficiais de seus fabricantes. Dados complementares foram encontrados em diversas publicações de revistas eletrônicas na área de defesa, que complementaram os dados oficiais obtidos, principalmente no que tange a aspectos técnicos dos materiais. Cabe salientar que nessa etapa da pesquisa foi necessária a tradução por parte do autor do trabalho de diversos materiais em inglês.

Em um segundo momento, foi conduzida uma pesquisa com o objetivo de verificar aspectos táticos de emprego que pudessem influenciar no desempenho impondo limitações tanto do armamento RBS 70 quanto do alvo aéreo, a fim de complementar a parte técnica já pesquisada. Essa pesquisa foi realizada em manuais nacionais e estrangeiros e notas de aula.

O principal instrumento de coleta de dados foi o fichamento tendo em vista a natureza factual e histórica dos fatos referentes ao tema e aos objetivos específicos do presente trabalho.

Na análise dos dados, foram comparados principalmente os dados técnicos obtidos na pesquisa do subsistema de armas RBS 70 e dos alvos aéreos, com ênfase no Falco 170, que é o atual alvo aéreo empregado para o adestramento e tiro real do armamento em questão, a fim de estabelecer uma linha de raciocínio lógica, baseada no processo dedutivo, uma vez que as conclusões advindas da presente análise são baseadas em proposições ou resultado de experiências.

3. O SUBSISTEMA DE ARMAS AAAe RBS 70



Figura 1 - RBS-70 na posição de tiro
Fonte: SAAB Bofors Dynamics

O Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70 (Msl AAe Tlcnd RBS 70) é um míssil superfície-ar (SAM) portátil, seguidor de fecho laser, fabricado pela empresa sueca SAAB Bofors, e que foi adquirido pelo Brasil em 2014 para mobiliar o subsistema de armas das unidades antiaéreas do Exército Brasileiro. A principal motivação para aquisição foi a capacidade de emprego do míssil em área urbana, com reduzido efeito colateral para civis em um contexto de Operações de Não Guerra, em virtude dos grandes eventos que o Brasil sediou (DEFESANET,2014), capacidade essa, que nenhum armamento antiaéreo usado no Brasil dispunha até então. Outro importante requisito era que o sistema fosse confiável, como podemos comprovar na citação a seguir:

Empregado por 23 diferentes usuários em 18 países, dentre eles Venezuela e Argentina, mostrou-se operacional e eficaz em todas as zonas climáticas, obtendo 94% de êxito, em mais de 1600 Msl disparados, e revelando um *P kill* superior a 90%. Seu Msl, de 4ª geração, possui o maior alcance da categoria e o sistema de direção utilizado lhe confere total imunidade à interferências, hostis ou naturais. VEIGA (2010, p.5)

3.1 HISTÓRICO DO RBS 70

O desenvolvimento do RBS 70 começou em 1967, em resposta a uma exigência militar sueca de uma arma MANPADS (Sistema Portátil de Defesa Antiaérea) que poderia ser usada para fazer frente às ameaças soviéticas durante a Guerra Fria e que atendesse os seguintes requisitos (SISTEMADEARMAS,2003):

- Longo alcance de interceptação frontal;
- Grande precisão;
- Imunidade a interferências;
- Pode ser usado contra alvos muito baixos (até mesmo blindados);
- Potencial de crescimento para capacidade de operação noturna; e
- Guiamento por comando de linha de visada (CLOS - *Command to Line of Sight*)

Os primeiros exemplos de pré-produção do RBS 70 foram concluídos em 1973 e entregues ao Exército Sueco no final daquele ano. Ensaios de campo dessas armas ocorreram em 1974-75, durante os quais mais de 100 mísseis foram lançados. A arma foi considerada satisfatória pelo Exército Sueco no final desses testes, e a primeira ordem de produção foi feita em junho de 1975. Após um maior desenvolvimento e produção, o RBS 70 foi declarado operacional em 1977, sendo a primeira arma de defesa antiaérea portátil guiada por laser.

Devido às demandas apresentadas pelos militares que operaram em missões reais por melhorias do sistema e, principalmente, do míssil, foram desenvolvidas novas versões. Dentre as diversas missões reais em que o míssil foi empregado, pode-se destacar, por exemplo, a Guerra Irã-Iraque, onde se atribui ao RBS 70 a maior parte das baixas de aeronaves iraquianas, e no Golpe Venezuelano em 1992, quando um RBS 70 abateu um OV-10 Bronco rebelde. As versões aprimoradas de mísseis foram o MKI, MKII e em 2005 o BOLIDE, sendo que os dois últimos ainda são fabricados pela SAAB. Na década de 90 foi desenvolvido o RBS 90 para suprir deficiências do RBS 70 porém não obteve êxito. Na primeira década do século XXI, a SAAB lançou o RBS 70 NG que teve melhorias significativas. As principais melhorias são o sistema de visualização que é permanentemente termal não necessitando acoplar nenhum módulo ao aparelho de pontaria, e a introdução de acompanhamento automático, que libera o atirador de seguir alvos apreendidos, eliminando erros. (SAAB,2013,p-86)

O primeiro uso de combate do RBS 70 foi durante a Guerra Irã-Iraque. Os detalhes do desempenho do sistema nesse conflito são escassos, embora se saiba que ele tenha sido utilizado pela primeira vez pelas forças armadas iranianas entre janeiro e fevereiro de 1987, e que isso tenha custado caro às aeronaves iraquianas; de 42 aeronaves de asa fixa que o Iraque perdeu para os SAMs iranianos, diz-se que mais foram perdidos para o RBS 70 do que qualquer outro SAM. (Military-Today,2018, tradução nossa)

O RBS 70 por ser um sistema guiado por feixe laser, que na época de sua criação foi algo inédito no mercado de armamento antiaéreo de baixa altura trouxe as seguintes vantagens em comparação aos MANPADS existentes até então no mercado principalmente os guiados passivamente por IR (infravermelho): (SISTEMADEARMAS,2013)

- Imunidade a medidas de ataque eletrônico como chaff e flare táticos;
- Capacidade de engajamento frontal sem nenhuma restrição de temperatura do alvo ou posição do sol; e
- O míssil não tem a limitação de trancar no alvo pela tubeira do motor da aeronave hostil, podendo atingir outras partes críticas do alvo e engajar alvos frontais.

Em contrapartida, o sistema tem algumas desvantagens em relação a seus concorrentes no mercado, quais sejam:

- Maior peso do lançador, necessitando 3 militares para seu transporte (menor mobilidade);
- Falta de capacidade de “*fire and forget*”; e
- Necessidade de mais tempo de treinamento do operador.

O RBS 70 pelas vantagens citadas acima, ocasionou grande preocupação na maior parte do braço aéreo do mundo, já que era considerado uma arma impossível de detectar ou derrotar com contramedidas eletrônicas. O míssil não tinha radar que pudesse ser interferido por chaff e jammers táticos, e nenhuma cabeça de busca infravermelha que pudesse ser interferida por emissões pulsadas de IR. No entanto, não muito depois de essas vantagens terem surgido, também ocorreram contramedidas efetivas. O advento dos detectores de laser (LWR) e dos interferidores laser permitem que as aeronaves equipadas com eles indiquem que estão sendo iluminadas por laser antecipadamente, permitindo que o piloto realize

manobras evasivas, a fim de impedir ou dificultar o guiamento do míssil. Essas manobras evasivas surtiam efeito já que a primeira geração do RBS 70 tinha um campo de visão de 40 graus e o operador que realiza o guiamento do míssil não podia realizar manobras bruscas na direção do míssil, o que acarretaria na perda do fecho laser e de seu guiamento. Pode-se interferir também na origem do fecho laser por meio dos interferidores laser da aeronave, podendo queimá-lo e, conseqüentemente, fazendo-o perder o guiamento do míssil. Como tal, os SAM guiados por laser não têm mais a vantagem sobre as armas guiadas por radar, infravermelho e comando de rádio. (MILITARY-TODAY,2018, tradução nossa)

3.2 CARACTERÍSTICAS DO RBS 70

O Brasil, no contexto do antigo Projeto Estratégico do Exército - Defesa Antiaérea, hoje Subportifólio – Defesa Antiaérea, adquiriu o subsistema de armas RBS 70 Mark II, que é a terceira geração produzida de 1990 a 2004 do sistema de armas em questão. Porém, com atualizações da quinta geração, o RBS 70 NG, com o sistema de visor termal BORC e a capacidade de lançar mísseis BOLIDE. (DEFESANET,2014). O funcionamento, as características técnicas, possibilidades e limitações apresentadas são relativas ao míssil MKII que atualmente mobilia as unidades antiaéreas. Ao término do capítulo, serão apresentadas as vantagens do novo míssil BOLIDE.

3.2.1 Funcionamento

O sistema RBS 70 possui o sistema de guiamento do seu míssil por um feixe de fecho laser gerado pelo aparelho de pontaria, cuja potência máxima é de 50W. O feixe de orientação forma um corredor de guiamento. Dentro deste, o míssil detecta a sua posição exata em relação à linha central do corredor. A distância entre o míssil e a linha central determina continuamente a dimensão de um sinal de erro. Este sinal orienta o míssil para a referida linha. Durante todo o guiamento do míssil, até que atinja o alvo, a orientação do mesmo para a linha central do corredor de fecho laser é realizada pelo operador. Isto é possível em virtude do fato de que a linha de visão do telescópio coincide com a linha central do corredor de guiamento. (BRASIL,2015)

O feixe de orientação é recebido na retaguarda do míssil. A varredura do pulso de fecho laser alterna movimentos verticais e horizontais de maneira precisa, com isso o míssil pode identificar a sua posição dentro do corredor de guiamento. O míssil é sincronizado com este corredor, ou seja, a orientação do feixe e do míssil ocorrem simultaneamente, sendo que este último sempre calcula seus movimentos para seguir em direção à linha central do cone. (BRASIL,2015)



Figura 2 - Sistema de pontaria e acompanhamento do posto de tiro
Fonte: Brasil, 2015

3.2.2 Características Técnicas

Segue uma tabela com as características técnicas do RBS 70 equipado com o míssil modelo mkII:

Tipo	Portátil, superfície-ar
Alcance MKII	300 a 7000m
Velocidade Máxima do Msl MKII	500 m/s
Velocidade Máxima do Alvo	500 m/s
Teto de emprego	4Km
Tempo de entrada em posição	Aproximadamente 30 seg
Tempo de recarregamento	Aproximadamente 5 seg
Tempo para o disparo a partir da detecção do alvo	Aproximadamente 7 seg
Tempo de vôo (3Km)	8,1 seg
Tipo de orientação	Guiamento por fecho laser
Capacidade de utilizar IFF integrado	Sim
Capacidade de identificador de dados do alvo integrado	Sim
Telescópio	Monocular, visão aumentada em 7x
Campo de visão	9°
Aparelho de pontaria comprimento	897 milímetros
Aparelho de pontaria altura	610 milímetros
Aparelho de pontaria largura	386 milímetros
Aparelho de pontaria peso	35 Kg
Amplitude de elevação do pedestal	De -10° a +45°
Amplitude de ajuste do nivelamento (perna articulada)	4°
Pedestal comprimento	1250 milímetros
Pedestal altura	450 milímetros
Pedestal largura	450 milímetros
Pedestal peso	25 Kg (sem baterias)
Tubo de lançamento comprimento	1735 milímetros
Tubo de lançamento altura	152 milímetros
Tubo de lançamento com míssil	27 Kg
Caixa de acessórios medidas	610 x 420 x 225 milímetros
Caixa de acessórios peso	28 Kg
Área mínima para o posto de tiro	1,70 m X 1,70m x 1,85m (altura)
BORC dimensões	630 x 260 x 320 milímetros
BORC peso	12 Kg (sem baterias), baterias de lítio 1 Kg
BORC campo de visão	12,4° x 9°
BORC tempo de arrefecimento	4 min (20°)
COND dimensões	905 x 206 x 400 milímetros
COND peso	24,9 Kg (com bateria)
COND campo de visão	12,4° x 8°
COND tempo de arrefecimento	2,5 min (20°)

(BRASIL,2015)

3.2.3 Possibilidades e Limitações

Observadas suas características, pode-se destacar as seguintes possibilidades do Msl AAe RBS-70 (SISTEMADEARMAS, 2013).

- Capacidade para atacar alvo em rota de aproximação, antes que a aeronave lance seu armamento;
- Grande precisão, mesmo no limite do alcance útil;
- Imunidade a interferências – hostis ou naturais;
- Capacidade para atacar alvos visíveis, inclusive no nível do solo;
- Curto tempo de reação – sem espera de sinal *lock-on*;
- Seleção do ponto de impacto;
- Espoleta de proximidade adaptável;
- Possibilidade de realizar mudança de alvo durante o voo do míssil;
- Possibilidade de autodestruição controlada do míssil;
- Elevada capacidade de penetração em alvos blindados; e
- Capacidade para atacar alvos pequenos.

O Msl AAe RBS-70 apresenta como limitações (SISTEMADEARMAS, 2013).

- Maior peso do lançador (com menor mobilidade);
- Falta da capacidade *fire and forget*; e
- Incapaz de atingir alvo que fique encoberto após o disparo do míssil.

3.2.4 Míssil Bolide

O novo míssil BOLIDE, que o Brasil atualmente não dispõe, possui muitas vantagens em relação ao seu antecessor, o míssil MKII. O BOLIDE usa um guiamento a laser semiativo único, provendo precisão incomparável com seus antecessores. Ele foi desenvolvido para o teatro de operações mais evoluído, com alvos de baixas assinaturas radar, alvos fazendo manobras evasivas e alvos com maior nível de proteção. A função primária do BOLIDE é o engajamento aéreo, especialmente helicópteros blindados. (SISTEMADEARMAS,2013)

É caracterizado pela eletrônica reprogramável nova e mais compacta, giroscópio de fibra óptica, nova espoleta de proximidade e um novo motor foguete de sustentação. A manobrabilidade também foi melhorada.

O BOLIDE é mais rápido do que os seus antecessores e tem o alcance de interceptação de 250m a até 8 km e cobertura de altitude que excede 5000 metros. A velocidade máxima excede Mach 2. O novo motor com propelente melhorado dá ao míssil menor tempo de voo e maior manobrabilidade.

A ogiva do míssil com mais de 3000 esferas de tungstênio combinada com a carga explosiva moldada fornece grande probabilidade de sucesso contra qualquer alvo aéreo, sendo capaz de penetrar em uma blindagem convencional de aço de 200 mm. (SAAB, 2013)

A principal vantagem sobre seus antecessores é a maior capacidade contra alvos pequenos, tais como os mísseis de cruzeiro e aeronave remotamente pilotada (ARP), devido à capacidade da espoleta de proximidade adaptável, que otimiza o ponto de detonação da ogiva, reduzindo com um problema que ocorre durante o tiro real de adestramento com o míssil modelo MKII, que, devido à pequena dimensão do alvo aéreo, a espoleta de proximidade pode não detonar o míssil, sendo necessário o emprego de alvo aéreo com maiores dimensões.

4. O ALVO AÉREO

O alvo aéreo é utilizado para simular a ameaça aérea no adestramento das guarnições dos diversos armamentos antiaéreos. O alvo aéreo deve ser capaz de evoluir juntamente com os modernos e complexos sistemas que compõem a AAAe. Para que seja eficaz, o alvo aéreo precisa se aproximar ao máximo das características das aeronaves reais às quais os modernos sistemas de AAAe foram concebidos para contrapor.

Para cumprir essa função são utilizados diversos tipos de alvos aéreos, desde birutas rebocadas por aeronaves até aviões remotamente pilotados em escala real com propulsão a jato e com as mesmas características das principais aeronaves, tanto em desempenho de voo quanto em capacidade de guerra eletrônica.

4.1 EVOLUÇÃO DO ALVO AÉREO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Desde a criação das primeiras unidades de artilharia antiaérea, em 1950, havia a necessidade de alvos para o adestramento dos operadores dos canhões antiaéreos. Inicialmente esses alvos foram fornecidos pela FAB, inclusive para o tiro real antiaéreo executado no litoral do Rio Grande do Sul na mesma década. As aeronaves da época eram os B25 que rebocavam um alvo chamado “Biruta”. (BRASIL,2017)

Na década de 1970, mais precisamente em 1972, foi utilizado um alvo fornecido pela MB. Era o K2DR5, fabricado pela NORTHROP. Foi operado por pessoal especializado da própria Marinha até o ano de 1974. O tiro era executado diretamente no avião teleguiado. Já no ano de 1975, a EsACosAAe adquiriu o alvo da NORTHROP e começou a fornecer às unidades de artilharia antiaérea do Brasil. Porém, para economia de alvos, a Escola adaptou um sistema de “biruta” rebocado pelo drone KD2R5. Este tipo de apoio às Unidades em exercícios durou até o ano de 1982, quando não foi mais possível o fornecimento desse sistema. (BRASIL,2017)

No ano de 1983, diante da necessidade de um tipo de aeromodelo radio controlado que atendesse satisfatoriamente aos requisitos básicos do adestramento de sistemas da artilharia antiaérea, foi construído um aeromodelo em forma de asa voadora tipo delta. Esse modelo possuía motor OS.90, tinha velocidade e força

suficientes para rebocar uma biruta e ser visualizado a longas distâncias. Os primeiros testes foram realizados já naquele ano de 1983, sendo que o tiro real antiaéreo foi executado com grande sucesso na praia de Capão da Canoa – RS. Naquela ocasião, foi utilizado o Delta, rebocando birutas feitas em isopor e, posteriormente, em alumínio, para melhor reflexão dos radares. A partir de 1984, o aeromodelo Delta foi adotado como rebocador de alvos para todo o Brasil. (BRASIL, 2017)

Com a adoção oficial do novo equipamento, em 1985, foi criada a Indústria Gaúcha de Aeronaves Especiais – IGAE. Foi adotado também um sistema de módulos, que era composto de três rebocadores Delta, dois treinadores Lancer, uma Caixa de Campo, 15 birutas de alumínio e as respectivas caixas de acondicionamento. Tornou-se necessário ainda formar os pilotos de cada unidade antiaérea do Brasil. Em 1986, foi realizado um estágio nas dependências da IGAE, em Porto Alegre - RS, onde 29 alunos de diversas organizações militares (Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Caxias do Sul, Sete Lagoas, Uruguiana, Santa Maria e Santana do Livramento) participaram da formação durante dois meses. A partir desta data, todas as unidades antiaéreas ficaram independentes em relação a plataforma, isto é, puderam programar seus exercícios sem a dependência da EsACosAAe. (BRASIL, 2017)

Com a falta de fornecimento dos alvos tipo Delta a partir do ano de 1996, o Exército teve a opção de adquirir um modelo vendido pela empresa Modelismo, de Livramento-RS, chamado *Mogus*, que atendia às necessidades de adestramento das Unidades de Artilharia Antiaérea. No entanto, grande parte dos operadores de alvos aéreos solicitaram o desenvolvimento de novos projetos com as características do Delta “asa voadora”, porém mais robustos para suportarem as condições adversas, como chuva, durante os exercícios. Em 1998, após vários meses de pesquisa, foi desenvolvido um modelo feito com fibra de vidro e resina de poliéster, e injetado com poliuretano. Foram fabricados 28 modelos e distribuídos às Unidades do Brasil. (BRASIL, 2017)

Após o recebimento dos mísseis seguidores de calor – atração passiva - para complementar a defesa juntamente com os canhões antiaéreos, sentiu-se a necessidade de um novo alvo para adestramento deste sistema. Após meses de estudos sobre um novo material, foi desenvolvido um aeromodelo com as características básicas exigidas ao emprego do sistema de mísseis IGLA. Todos os

testes realizados foram dentro dos padrões de lançamento até a uma distância de 2.000 m. Trata-se de uma asa voadora com 2,12 m de envergadura e 1,2 m de comprimento, motor 2T 160 da OS, tracionando uma fonte de calor de 1000°C e 15.000 candelas de luminosidade. (BRASIL,2017)

4.2 ALVO AÉREO FALCO 170

Com o recebimento pelas unidades de AAAe do Exército Brasileiro do novo sistema de mísseis telecomandado RBS 70, houve a necessidade de um novo alvo aéreo para ser utilizado no adestramento da guarnição do novo míssil, já que os alvos aéreos utilizados anteriormente para os canhões antiaéreo e para o míssil IGLA-S não eram eficientes para o RBS 70. Nesse contexto, o Exército Brasileiro iniciou, em 2015, a operação do Alvo Aéreo Falco 170, fabricado pela empresa brasileira Brasil Aircrafts, sediada em Caxias do Sul (RS).



Figura 3- Alvo Aéreo Falco 170
Fonte: Brasil Aircraft

4.2.1 CARACTERÍSTICAS

Seguem as principais características estruturais do alvo aéreo Falco 170 (BRASIL, 2017).

- Envergadura de 3,8 m e comprimento de 4 m, com perfil para velocidade;
- Motor: DLE 170 cc 17,5 hp, 1100 a 9000 rpm;
- Hélice de madeira 32x10 XOAR;
- Asa média cortada e estruturada em madeira compensado aeronáutico de 3 mm, entelada com vinil, perfil simétrico, diedro neutro, enflechamento positivo na borda de ataque, comprimento de 175 cm, aileron com 130 cm de comprimento 19 cm de largura, perfil com espessura máxima de 9 cm na raiz da asa e 5 cm na ponta da asa, corda de 86 cm na raiz e 54 cm na ponta, duas baionetas reforçadas, sendo uma de 2" e outra de 1", com dois servos, cada aileron de 12 kg de torque cada;
- Fuselagem do alvo em madeira "compensado aeronáutico" 3 e 4 mm, entelada com vinil, largura máxima de 30 cm e altura máxima de 40 cm, para trem de pouso convencional, parede de fogo reforçada, mesa dos servos para acelerador, baterias, receptor tampas de inspeção e abertura, mola de tração das asas, reforço do trem de pouso, trem de pouso com 40 cm de altura e 100 cm de largura, com pneus de 8" resistentes a peso. Para aumentar a seção reta radar, podem ser adesivadas placas de papel laminado nas laterais da fuselagem. A área de reflexão radar durante o voo em desfile é de 134 dm²;
- Profundores independentes, com 85 cm de comprimento cada, duas baionetas de 1", corda de 57 cm na raiz e 30 cm na ponta, com enflechamento positivo na borda de ataque, com servos de 24 kg de torque a 6 volts;
- Leme simétrico, com altura de 78 cm, corda de 57 cm na raiz e 30 cm na ponta, comando de 85 cm de comprimento x 15 cm de largura, com servo de 30 kg de torque a 6 volts;
- Bequilha traseira em aço-mola reforçada, solidária ao comando do leme, com pneu reforçado de 3,5" a 4".

Seguem as principais características de controle e desempenho:

- Rádio controle 2.4 GHz de 8 canais com receptor de 8 canais;
- Ignição com sistema corta corrente tipo *kill switch*, a ser acionado por chave do canal 6 do rádio(opcional);

- Distância máxima de controle visual pelo operador: 2 km. Para maiores distâncias em relação ao atirador, necessita decolar e operar de uma lateral da manga de segurança do setor de tiro;
- Peso máximo: 24 kg;
- Velocidade estimada por *software*: 180 a 220 km/h;
- Combustível: AV Gas com 2% de óleo sintético motul 800.

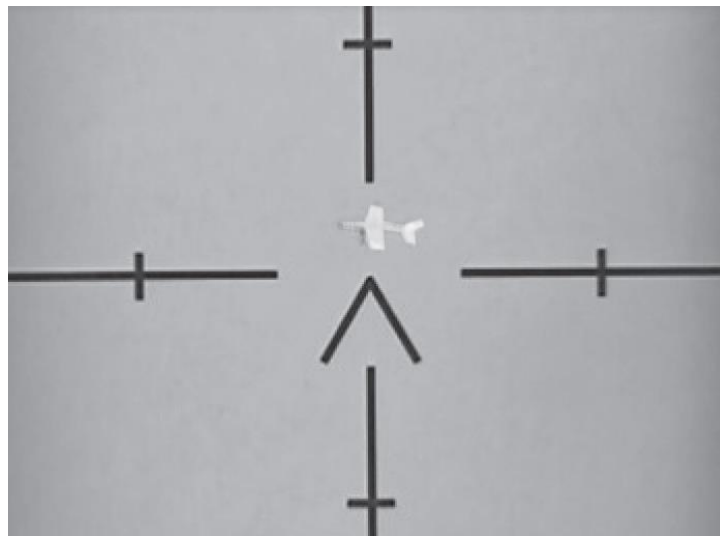


Figura 4 - Falco acompanhado a mais de 3Km pelo atirador do RBS 70.
Fonte: SAAB Group

4.3 ALVO AÉREO DIANA

O alvo aéreo Diana desenvolvido e inicialmente fabricado pelo Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), instituição subordinada ao Ministério da Defesa da Espanha, faz parte do acervo da FAB desde 2014, quando foram entregues dois sistemas, sendo cada um composto por uma estação de controle de solo, um sistema de lançamento móvel e um carro adaptador, além do próprio alvo aéreo. Esse produto foi entregue como parte dos projetos de compensação dos contratos da FAB com a empresa Airbus Defense and Space para a compra das aeronaves C/SC-105 Amazonas e modernização das P-3AM. Esse acordo prevê a transferência de tecnologia para o Brasil, tendo como objetivo fazer com que a empresa brasileira Equipaer Industria Aeronáutica fabrique e comercialize o dispositivo na América do Sul para aplicações de defesa. (DEFESANET,2014)

O Diana é um alvo aéreo de alta performance, concebido inicialmente para ser utilizado como alvo aéreo de mísseis ar-ar em simulações de combate aéreo. Porém, é utilizado pela FAB como alvo aéreo para o sistema antiaéreo IGLA-S com seu míssil solo-ar, simulando a ameaça aérea de asa fixa com melhor fidelidade graças à sua propulsão a jato que permite a sua alta velocidade e manobrabilidade, sendo capaz de realizar manobras evasivas. Uma grande vantagem em relação aos alvos aéreos similares que são fabricados fora do Brasil, como o MQM-178 "Firejet" fabricado pela empresa americana KRATOS, é seu custo, que é muito menor que os alvos aéreos estrangeiros além de possuir características técnicas similares a seus concorrentes. (EQUIPAER, 2017)



Figura 5 - Alvo Aéreo DIANA.
Fonte: Portal Defesa

4.3.1 Características

Seguem as principais características técnicas do alvo aéreo Diana (EQUIPAER, 2017).

- Dimensões: 1844mm X 3467mm X 676mm
- Velocidade Máxima: 170 m/s
- Altitude Máxima: 8000 m
- Altitude Mínima: 10 m (sea skimming)
- Alcance Radio: 100 Km
- Autonomia: 1 hora
- Manobrabilidade: de 6G até -3G

- Peso Máximo de Operação: 160 Kg
- Payload: Capaz de ser equipado com chaff tático, flare tático, Lentes Luneburg e equipamentos eletrônicos. Também tem a capacidade de rebocar “birutas”.

4.4 ALVO AÉREO BANSHEE

O alvo aéreo BANSHEE é fabricado pela empresa britânica QinetiQ e é utilizado pela MB para realização do tiro real de seu míssil antiaéreo MISTRAL, utilizado pelo Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), e para aferir os radares de busca e direção de tiro de suas belonaves. Esse alvo aéreo mobilia o Centro de Apoio a Sistemas Operativos da Marinha (CASOP) desde 2000, sendo que a MB já adquiriu mais de uma versão desse alvo aéreo. A última versão adquirida é o Banshee Jet 110. (DEFESANET,2013)

De acordo com seu fabricante, o Banshee é utilizado por mais de 30 países como alvo aéreo para mísseis superfície-ar como: IRIS-T, Stinger, AKASH, Sea Wolf, Mistral, Sadral, Rapier Jernas, HVM, Simbad, Crotale, Maçarico, Javelin, Starburst, Starstreak, Sparrow Mar, ESSM, SPYDER , Hawk e Patriot.(QINETIQ,2017) A MB utiliza desde 2013 o SNIPE, do mesmo fabricante do Banshee como alvo aéreo para seus mísseis MISTRAL do Corpo de Fuzileiro Navais, devido ao seu custo ser menor que os alvos aéreos utilizados pela Armada. (DEFESANET,2013)



Figura 6 - Alvo Aéreo BANSHEE.
Fonte: QinetiQ

4.4.1 Características

Seguem as principais características técnicas do alvo aéreo BANSHEE (QINETIQ, 2017).

- Dimensões: 2,49m X 2,95m X 0,78m
- Velocidade máxima: 103m/s com propulsão turbo hélice
- Alcance rádio: 100Km
- Autonomia: 90 min
- Altitude máxima: 7000 m
- Altitude mínima: 5 m (sea skimming)
- Payload: É capaz de conduzir chaff táctico, flare táctico , Lentes Luneburg, equipamentos infra-vermelho, possui GPS integrado e é capaz de navegar de forma autônoma com uma rota preestabelecida.

4.5 ALVOS AÉREOS UTILIZADOS PELOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

A força aérea americana possui um esquadrão encarregado de operar os diversos alvos aéreos que as forças armadas americanas utilizam. Esta unidade é o 82º Esquadrão de Alvos Aéreos Tácticos, localizado na Base Aérea de Tyndall, Flórida, que foi designada para tal função em 1º de Julho de 1981. Sua missão é fornecer apoio aéreo seguro, efetivo e eficiente aos programas de testes e avaliações de armas de vendas militares do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Os testes são realizados para armamentos ar-ar, ar-terra e terra-ar, principalmente mísseis. São realizados testes de aeronaves de caça, equipamentos radar e equipamentos de guerra eletrônica (TYNDALL, 2016).

O esquadrão opera atualmente dois tipos distintos de alvos aéreos, o de subescala com os modelos: MQM-107 Streaker, BQM-34 Firebee e BQM-167, produzidos pela empresa Kratos Aerial Target e o de escala total com os modelos: QF-4 e QF-16, que eram aeronaves de caça americanas e após a sua “aposentadoria” foram modificadas para operar remotamente como alvos aéreos. Alvos aéreos em escala total proporcionam o realismo máximo em uma simulação de combate, pois têm desempenho idêntico a aeronaves de caça, podendo empregar medidas de guerra eletrônica, realizar manobras evasivas, empregar

armamentos, entre outras funções que os alvos aéreos de subescala não são capazes de desempenhar. O esquadrão conta ainda com três embarcações de 120 pés para recuperar os alvos aéreos que são utilizados nos testes no Golfo do México (TYNDALL, 2016).

O mais sofisticado e último a estar operativo no 82º Esquadrão foi o QF-16. Ele foi desenvolvido pela Boeing a pedido do departamento de defesa americano, tomando como plataforma base o caça já “aposentado” da força aérea americana F-16 Fighting Falcon a um custo total de 132.5 milhões de dólares em contratos com a Boeing. Essa aeronave remotamente pilotada de quarta geração tem as mesmas capacidades técnicas do caça que foi modificado, representando dessa forma o alvo aéreo americano que melhor simula a ameaça aérea atual, visto que a maior parte das forças aéreas pelo mundo possuem aeronaves com capacidades técnicas semelhantes a um QF-16. Esse alvo aéreo em escala total é mais manobrável que seu antecessor QF-4 e é capaz de realizar manobras evasivas até uma força gravitacional de 9G (AIRFORCE-TECHNOLOGY,2016).



Figura 7 – Alvo Aéreo em escala total QF-16.

Fonte: Defesa Aérea Naval

4.5.1 Características do alvo aéreo BQM-167

Segue as principais características técnicas do alvo aéreo BQM-167, que é o principal alvo aéreo de subescala utilizado pelas forças armadas norte americana (KRATOSUSD, 2012):

- Dimensões: 6,09m X 3,20m X 1,37m
- Velocidade máxima: 309m/s com propulsão turbo jato capas de realizar manobras entre -2G a 9G.
- Alcance rádio: 200 Km
- Altitude máxima: 15.000 m
- Altitude mínima: 15 m (sea skimming)
- Payload: É capaz de conduzir chaff táctico, flare táctico , Lentes Luneburg, equipamentos infra-vermelho, possui GPS integrado e é capaz de navegar de forma autônoma com uma rota preestabelecida ou no modo manual.



Figura 8 - Alvo Aéreo em subescala BQM-167.

Fonte: Kratos

5. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

5.1 SUBSISTEMA DE ARMAS AAAe RBS 70

O armamento antiaéreo adquirido pelo Brasil, RBS 70 equipado com o míssil MKII, de acordo com os capítulos expostos anteriormente, é capaz de engajar alvos a uma distância de 7000 metros. O armamento em questão é capaz de engajar alvos a uma velocidade superior a Mach 1 mesmo em rota de desfile pois, apesar do campo de visão do retículo do aparelho de pontaria ser de 9 graus, o operador se utiliza do movimento grosseiro horizontal do armamento para realizar o acompanhamento do alvo, visto que em altas velocidades o deslocamento angular do alvo é maior. Aeronaves de ataque ao solo normalmente desloca-se na rota de aproximação de ataque com velocidade de 250m/s. Tal velocidade praticada é superior a velocidade máxima da maioria dos alvos aéreos abordados neste trabalho. A velocidade do alvo, a sua distância em relação a unidade de tiro influencia no deslocamento angular a ser realizado pelo aparelho de pontaria do RBS 70, conforme o quadro a seguir:

Tabela 1: Comparativo entre Deslocamentos

	Alvo Real		Diana		Falco 170	
Velocidade	250 m/s		170m/s		61m/s	
Distância da U Tir até o Alvo	3.5Km	7Km	3.5Km	7Km	3.5Km	7Km
Gráfico						
Deslocamento Linear	3600m	6700m	2448m	4556m	878m	1637m
Deslocamento angular	46°	62°	35°	52°	14°	25°
Considerações	<ul style="list-style-type: none"> - O perfil de voo de desfile é o considerado para fins de cálculo. - O deslocamento angular e linear é calculado em função do tempo total (tempo de reação + tempo de voo do Msl MKII). - Tempo de reação considerado: 5s. - Tempo de voo do Msl MKII para 3,5 Km de deslocamento: 9,4s. - Tempo de voo do Msl MKII para 7 Km de deslocamento: 21,8s. - O tempo de voo do Msl para fins de cálculo desconsidera a função de tempo gerada em virtude do deslocamento angular do Msl em relação a U Tir considerada. 					

Fonte: O Autor

Logo, como pode-se observar na tabela acima, uma maior velocidade praticada pelo alvo aéreo e uma maior distância entre o alvo aéreo e a unidade de tiro implicará em uma maior dificuldade de engajamento por parte do atirador trazendo ao exercício um maior realismo. Possivelmente, em um combate real, o inimigo aéreo se utilizará de alta velocidade, em média 250 m/s para dificultar os seus engajamentos pelos armamentos antiaéreos, principalmente em ataques rasantes realizados por aeronaves de asa fixa. Empregar alvos aéreos subsônicos na realização do tiro real é válido para simular aeronaves de asa rotativa que praticam tal velocidade de deslocamento para tentar se evadir do local.

Outra característica marcante do armamento antiaéreo RBS 70 é seu sistema de guiamento do míssil por feixe laser, que o torna imune à maior parte das medidas de ataque eletrônico existentes nas aeronaves. Porém, há necessidade do atirador manter visada no alvo depois do disparo do míssil até a sua detonação. Em caso de mal tempo, o laser, por ser uma onda eletromagnética de alta frequência e pequeno comprimento, poderá sofrer absorção e ter diminuída a sua intensidade durante o guiamento do míssil.

Uma importante característica do míssil MKII adquirido pelo Brasil, que pode-se observar nos capítulos anteriores, são as funções da espoleta de detonação, sendo disponíveis apenas duas, a de impacto e de proximidade, diferentemente do míssil BOLIDE que possui a opção alvos pequenos. Essa característica implica na necessidade de duas reflexões consecutivas na espoleta de proximidade do míssil MK2 para sua detonação. Tal fato, dificulta a utilização de alvos aéreos pequenos para realização do tiro real, como os utilizados para os armamentos antiaéreos de tubo, pois o míssil poderá não detonar e, conseqüentemente, não irá abater o alvo aéreo, não atingindo os objetivos propostos nas áreas técnicas e afetivas do exercício. Sendo assim, é imprescindível que o alvo aéreo tenha dimensões relativamente grandes o que acarreta em um maior custo para aquisição destes alvos.

5.2 ALVO AÉREO

De acordo com a pesquisa realizada, pode-se realizar um comparativo entre os alvos aéreos utilizados pela Marinha, Exército, Aeronáutica e os utilizados pelos Estados Unidos da América. Segue uma tabela comparativa entre os alvos aéreos abordados nos capítulos anteriores, com exceção do QF-16, que, por ser o único alvo aéreo em escala total, torna-se inviável a sua comparação técnica com os demais.

Tabela 2: Comparativo entre alvos aéreos

	Falco 170	Diana	Banshee	BQM-167
Velocidade Máxima	61m/s	170m/s	103m/s	309m/s
Dimensão	4,00m X 3,80m X 0,80m	1,844m X 3,467m X 0,676m	2,49m X 2,95m X 0,78m	6,09m X 3,20m X 1,37m
Altitude Máxima	2 Km	8 Km	7 Km	15 Km
Alcance	2 Km	100 Km	100 Km	200 Km
Propulsão	Hélice	Turbo Jato	Turbo Hélice	Turbo Jato
Fabricação	Brasileira	Espanhola (*)	Inglesa	Norte Americana

(*) – Há previsão de fabricação por empresa brasileira.

Fonte: O Autor

Os dados apresentados nos capítulos anteriores e resumidos na tabela acima nos permite concluir que o único alvo aéreo desenvolvido e produzido no Brasil é o Falco – 170. Logo possui um custo bem menor que os demais alvos aéreos. Porém, pode-se verificar que as especificações técnicas do alvo aéreo supracitado são de menor vulto em comparação com os demais alvos aéreos apresentados. Tal fato ocorre em virtude do material com que o Falco – 170 é fabricado. Seu sistema de propulsão é bem mais simples que os demais e seu sistema de guiamento a rádio tem um alcance bem reduzido em comparação com os demais alvos aéreos.

Outro fato que se pode constatar é as dimensões dos alvos aéreos DIANA e BANSHEE que são menores em comparação com o Falco – 170 e o BQM-167. Tal aspecto é relevante pois o armamento antiaéreo RBS 70 com seu míssil MK2 necessita de um alvo aéreo de grande dimensão para acionar a espoleta de proximidade da cabeça de guerra do míssil. Logo, para utilização desses dois alvos aéreos de menor porte para o tiro real do RBS 70 seria necessário um teste prévio já que o fabricante não especifica a área necessária para ocorrer a detonação da espoleta de proximidade do míssil MK2. Para uma melhor visualização da diferença de dimensão existente entre os alvos aéreos apresentados nesse trabalho, segue uma imagem respeitando as proporções entre os materiais.

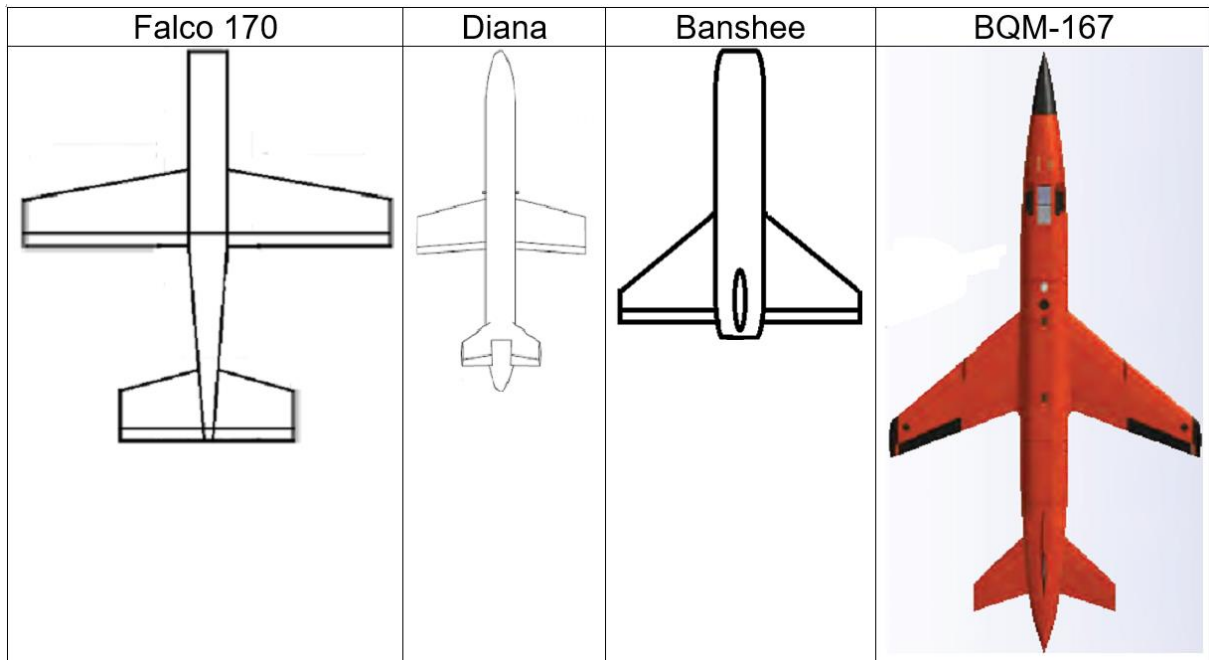


Figura 9 - Comparativo entre dimensões dos alvos aéreos.
Fonte: Autor

Os alvos aéreos DIANA, BANSHEE e BQM-167 por terem uma altitude máxima superior a 7 Km e um alcance superior a 100 Km, pode-se concluir que eles podem simular com maior realismo as principais técnicas de ataque de uma aeronave de asa fixa que opera na baixa altitude com ataque rasante e com ângulo de mergulho. Dessa forma, o adestramento com o tiro real do armamento RBS-70 torna-se mais realista, exigindo que o atirador se adeque às técnicas de ataque de uma ameaça aérea.

Pode-se concluir também que o BQM-167 possui uma dimensão que certamente é satisfatória para ser utilizado como alvo aéreo do armamento RBS 70. Possui velocidade máxima que mais se aproxima das modernas ameaças aéreas e é capaz de ser empregado como alvo aéreo na média altura por possuir uma altitude máxima de emprego de 15 Km. Em suma, é o melhor alvo aéreo em subescala para ser utilizado para realização do tiro real de mísseis *surface-to-air* (SAM), não só do RBS 70 mas também como alvo aéreo de um possível armamento antiaéreo de média altura adquirido pelo Brasil. Como aspecto negativo, o alvo aéreo supracitado é de difícil importação, sendo sujeita à aprovação pelo Departamento de Defesa norte americano e seu custo é muito superior aos demais alvos aéreos citados.

6. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo geral verificar a necessidade de alvo aéreo de alta performance para o adestramento da guarnição do Msl AAe RBS 70. Mais especificamente, teve-se como foco verificar as capacidades técnicas do míssil AAe RBS 70, do alvo aéreo Falco 170, atualmente utilizado pelo Exército Brasileiro, e dos demais alvos aéreos utilizados pelas Forças Armadas brasileiras e pelos EUA, realizando um comparativo entre eles.

Sobre o aspecto técnico, pode-se concluir que o alvo aéreo Falco 170 não exige do míssil AAe RBS 70 e de sua guarnição suas capacidades em plenitude. Visto que as especificações técnicas do Falco 170 são restritas em comparação com as possibilidades do armamento AAe supracitado. Pode-se comprovar tal fato verificando principalmente a velocidade, o alcance e a altitude máxima praticados pelo Falco 170 em comparação com a velocidade, o alcance e o teto de emprego do míssil MKII utilizados pelo Brasil no armamento AAe RBS 70. Logo, pode-se constatar que para exigir as capacidades em plenitude do armamento AAe RBS 70 e de sua guarnição faz-se necessário a utilização de um alvo aéreo de alta performance.

Dentre os alvos aéreos estudados no presente trabalho, a melhor opção para atender a necessidade de alvo aéreo de alta performance seria a utilização de aeronaves que não estão mais operativas, convertendo-as para alvos aéreos em escala total, como o que foi realizado pelos EUA com alguns exemplares do F-16. Essas aeronaves foram modificadas pela Boeing para serem pilotadas remotamente e utilizadas como alvos aéreos com as mesmas capacidades do F-16, recebendo a designação QF-16. O Brasil, seguindo o que foi realizado pelos EUA, poderia utilizar seus já aposentados Mirage 2000 para modificá-los a fim de operar essas aeronaves remotamente para utilizá-las como alvos aéreos. Uma segunda solução poderia ser a importação de alvos aéreos com capacidades e dimensão similares ao BQM-167 fabricado pela empresa norte americana Kratos, que possui especificações técnicas e principalmente dimensão compatível com as possibilidades técnicas do míssil MK2 do armamento AAe RBS 70.

Outra forma de atender a necessidade de alvo aéreo de alta performance seria utilizar o alvo aéreo Diana, que é atualmente empregado pela Força Aérea Brasileira, para o tiro real do armamento AAe RBS 70, visto que as capacidades

técnicas deste alvo aéreo são compatíveis com o armamento em questão. Porém, para que isso seja possível é necessária a utilização do míssil BOLIDE, que possui a opção alvos pequenos em sua cabeça de guerra, pois as dimensões do alvo aéreo Diana, que são menores que as do Falco 170, o que possivelmente não acionaria a espoleta de proximidade do míssil MKII.

Do exposto, conclui-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados satisfatoriamente, dentro de seu escopo, e que o presente trabalho abre caminho para estudos sobre alvos aéreos, visto que o alvo aéreo precisa evoluir juntamente com os armamentos de AAAe e buscar se aproximar ao máximo das modernas ameaças aéreas, sendo de extrema importância para a simulação de combate e o adestramento das guarnições dos diversos armamentos de AAAe.

REFERÊNCIAS

1GAAAE. Resumo Histórico. Disponível em: < <http://www.1gaaae.eb.mil.br/2016-02-10-19-06-22> >. Acesso em 20 de maio de 2018.

AIRFORCETECHNOLOGY. QF-16 Full Scale Aerial Target. Disponível em: <<https://www.airforce-technology.com/projects/qf-16-full-scale-aerial-target/>>. Acesso em 23 julho 2018.

ALIDE. ADEREX II. 2005. A Marinha na Amazônia Azul. Disponível em:<<http://www.alide.com.br/joomla/component/content/article/60-ed09/171-aderex-ii2005-a-marinha-na-amazonia-azul>> . Acesso em 16 julho 2018.

BRASIL. EB-60-ME-23.403 Generalidades sobre mísseis. Ministério da Defesa. 2015

_____. Ministério da Defesa. **EB-60-ME-23.402: Manual de Ensino, Operações de Alvos Aéreos**. 1ªed. Brasília, 2016.

_____. Ministério da Defesa. **EB-60-MT-23.460: Manual Técnico, Operação do Sistema de Mísseis RBS 70**. 1ªed. Brasília, 2015.

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

BRASILAIRCRAFT. Falco 170. Disponível em:< <http://brasilaircraft.com.br/alvo-aereo>>. Acesso em 27 julho 2018.

DEFENCE PK. RBS 70 Man-Portable air defence missile system. 2017. Disponível em: <<https://defence.pk/pdf/threads/rbs-70-man-portable-air-defense-missile-system.480855/system.480855/>>. Acesso em 03 julho 2018.

DEFESANET. Centro de Apoio a Sistemas Operativos Atualiza Sistema de Alvos Aéreos. Disponível em:< <http://www.defesanet.com.br/naval/noticia/13041/Centro-de-Apoio-a-Sistemas-Operativos-atualiza-sistema-de-alvos-aereos/>>. Acesso em 17 julho 2018.

DEFESANET. Força Aérea Brasileira recebe VANT da Espanha. Disponível em:< <http://www.defesanet.com.br/vant/noticia/14210/Forca-Aerea-Brasileira-recebe-VANT-da-Espanha/>>. Acesso em 12 julho 2018.

EPEX. Defesa Antiaérea. Disponível em:<<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/defesa-antiaerea>>. Acesso em 20 de maio de 2018.

EQUIPAER. Diana: Aerial Target Drone Diana. Disponível em:< <http://www.equipaer.com/diana.php>>. Acesso em 14 julho 2018.

KRATOS. Unmanned Systems Division. Disponível em:< <http://www.kratosusd.com/>>. Acesso em 25 julho 2018.

MILITARY-TODAY. RBS 70 Man-portable air defense missile system. Disponível em:<http://www.military-today.com/missiles/rbs_70.htm>. Acesso em 04 julho 2018.

PORTALDEFESA. Alvo Aéreo Diana. Disponível em:< <http://portaldefesa.com/3462-alvo-aereo-diana/>>. Acesso em 12 julho 2018.

QINETIC. Banshee. Disponível em:<<http://targetsystems.qinetiq.com/en-ca/products-and-services/fixed-wing-aerial-targets/banshee/>>. Acesso em 20 julho 2018.

SAAB. Disponível em: < <http://saabgroup.com/>>. Acesso em 27 julho 2018.

SCHWANTZ, Igor Kurz. Estudo Comparativo Entre os Mísseis Antiaéreos IGLA-S e RBS 70- Influências na Defesa Antiaérea de uma Bateria de Artilharia Antiaérea Orgânica de Brigada. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Rio de Janeiro: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2011.

SISTEMAS DE ARMAS. RBS 70. Disponível em:<<http://sistemasdearmas.com.br/mis/rbs70.html>>. Acesso em 05 julho 2018.

TYNDALL. 82nd ATRS: Paving Way Whith Ground to Air Mission. Disponível em:<<https://www.tyndall.af.mil/News/Features/Display/Article/669698/82nd-atrs-paving-way-with-ground-to-air-mission/>>. Acesso em 22 julho 2018.

VIANNA, Daniel Rodrigues Lobo. O Míssil Telecomandado RBS 70 – Considerações e Ensinamentos Colhidos. Informativo Antiaéreo. 1ª Bda AAAe/EsACosAAe. 2015.

WEAPONSYSTEMS. RBS 70. Disponível em:<<http://weaponsystems.net/weaponsystem/EE01%20-%20RBS-70.html>>. Acesso em 04 julho 2018.