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

LUCIANO DE JESUS OLIVEIRA

O SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA MAIS ADEQUADO PARA O BRASIL

Rio de Janeiro
2017

LUCIANO DE JESUS OLIVEIRA

O SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA MAIS ADEQUADO PARA O BRASIL

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: Maj Art ANDERSON MARTINS DA ROCHA

Rio de Janeiro

2017

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)

OLIVEIRA, Luciano de Jesus. O sistema de defesa antiaérea de média altura mais adequado para o Brasil. Rio de Janeiro. 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 de Defesa do Litoral. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: ANDERSON MARTINS DA ROCHA – Maj Art

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso:

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro , _____ de _____de 2017.

_____
ANDERSON **MARTINS** DA **ROCHA** – Maj Art
PRESIDENTE

_____
MÁRCIO DE LIMA **AZENHA** – Cap Art
MEMBRO

_____
FAGNER ANDRÉ **ESTEVÃO** – Cap Mat Bel
MEMBRO

À minha esposa, pelo apoio constante e confiança em mim depositada nos momentos de maior incerteza.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Major Anderson Martins da Rocha, meus sinceros agradecimentos pela orientação objetiva e o empenho dedicado à realização deste trabalho.

Aos meus pais Florisvaldo Vagno Costa Oliveira e Maria Anália de Jesus Oliveira, pelas palavras de incentivo e por me fazer entender desde cedo que o futuro é feito a partir da constante dedicação ao presente, minha eterna gratidão.

A minha esposa Samilly Aurélio Santos Oliveira, pela compreensão, apoio e companheirismo nos momentos em que este trabalho foi priorizado.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para que este projeto fosse concluído.

Quanto mais fortes somos, menos provável é a guerra (Otto Von Bismarck)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	**Teto de Emprego da Artilharia Antiaérea**	**17**
Figura 2	**Sukhoi 30 MKV**	**20**
Figura 3	**F-16 Fighting Falcon da Força Aérea Chilena**	**21**
Figura 4	**Kfir C-10 da Força Aérea Colombiana**	**22**
Figura 5	**MiG 29 da Força Aérea Peruana**	**23**
Figura 6	**F-5 Tiger III da Força Aérea Chilena**	**24**
Figura 7	**EC 707 Condor da Força Aérea Chilena**	**25**
Figura 8	**IRIS-T SLM – DIEHL**	**36**
Figura 9	**PANTSIR-S1**	**38**
Figura 10	**NASAMS**	**40**
Figura 11	**PROJETO MÉDIA ALTURA (AVIBRAS)**	**42**

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Ar-Ar
AAAe	Artilharia Antiaérea
Aepc	Aeroespacial
AEW	Airbone Early Warning
Alr	Alerta
ARM	Míssil Antirradiação
AWACS	Airbone Warning and Control Sistems
Bia	Bateria
C²	Comando e Controle
CINDACTA	Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
CMA	Comando Militar da Amazônia
COAAe	Centro de Operações de Antiaéreas
COAT	Centro de Operações Aéreas do Teatro
COpM	Centro de Operações Militares
Ct	Controle
Ct Alr	Controle e Alerta
DAAe	Defesa Antiaérea

EB	Exército Brasileiro
END	Estratégia Nacional de Defesa
FAB	Força Aérea Brasileira
FAC	Força Aérea Componente
HMD	Helmet Mounted Display
IFF	Identificação amigo ou inimigo
Me Altu	Média Altura
OM	Organização Militar
Op Ng	Operação de Não Guerra
PRODE	Produto de Defesa
RECOP	Recuperação da Capacidade Operacional
ROB	Requisitos Operacionais Básicos
SARP	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas
SISDABRA	Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro
SISFRON	Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras
Sist	Sistema
Sist Bia AAAe	Sistema de Bateria de Artilharia Antiaérea
SLI	Sistema Logístico Integrado
Sns	Sensores

TN	Território Nacional
TO	Teatro de Operações
VRDA Ae	Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea
ZI	Zona de Interior

O SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA MAIS ADEQUADO PARA O BRASIL

Luciano de Jesus Oliveira

Resumo: A crescente modernização da ameaça aérea fez com que, atualmente, os vetores aéreos sul-americanos possuam tecnologia suficiente para realizar ataques na faixa de emprego de média altura (3000 a 15000m). Vários países, dentre eles a Venezuela, o Chile e a Colômbia possuem aeronaves com capacidade tecnológica de realizar ataques na faixa de emprego já mencionada.

No entanto, nossa capacidade de resposta bélica a estas ameaças é limitada, pois a defesa antiaérea brasileira cobre somente a faixa de emprego de baixa altura.

Esta pesquisa teve como objetivo geral, verificar qual sistema de defesa antiaérea de média altura é o mais adequado para ser empregado pelo Exército Brasileiro contra os referidos vetores aéreos. Para atingir este objetivo, foi realizado um estudo das principais ameaças aéreas sul-americanas que atuam na faixa de média altura. Além disso, os requisitos operacionais básicos foram analisados para que a escolha de um sistema de defesa antiaérea tivesse as características necessárias para ser eficiente. Após serem analisados todos os parâmetros expostos, foram estudados alguns sistemas de defesa antiaérea de média altura para a escolha do mais adequado para o Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: ameaça aérea, defesa antiaérea, média altura.

Abstract: The growing modernization of the aerial threat has meant that South American airborne vectors have enough technology to carry out attacks in medium-range employment (3000 to 15000m), several countries, such as Venezuela, Chile and Colombia aircraft with the technological capabilities to carry out attacks in the range of employment already mentioned.

However, our capacity for military response to these threats is limited, since the Brazilian anti-aircraft defense only covers the range of low-level employment.

This research had the general objective of verifying which medium-range anti-aircraft defense system is the most suitable for use by the Brazilian Army against these aerial vectors. To achieve this goal a study about main medium altitude range South American air threats was carried out. In addition, the basic operational requirements were analyzed so that the choice of an anti-aircraft defense system had the characteristics necessary to be efficient. After analyzing all exposed parameters, some medium range air defense systems were studied to choose the most suitable for Brazil.

KEY WORDS: air threat, air defense, medium range.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

2. A AMEAÇA AÉREA NA Me Altu 17

2.1 GENERALIDADES 17

2.1.1 AERONAVES AWACS 18

2.1.2 AERONAVES AEW 18

2.1.3 AERONAVES DE REABASTECIMENTO 18

2.1.4 AERONAVES DE ATAQUE AO SOLO E INTERCEPTAÇÃO 18

2.1.5 AERONAVES DE TRANSPORTE 19

2.1.6 BOMBARDEIOS 19

2.2 PRINCIPAIS AMEAÇAS AÉREAS DA AMÉRICA DO SUL 19

2.2.2 F-16 FIGHTING FALCON 21

2.2.3 KFIR C-10 21

2.2.4 MIG-29 23

2.2.5 F-5 TIGER II / III 24

3. REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS – (ROB) 27

3.1 GENERALIDADES 27

3.1.1 REQUISITOS ABSOLUTOS 27

3.1.2 REQUISITOS DESEJÁVEIS 32

3.1.3 REQUISITOS COMPLEMENTARES 32

4. ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA (END) 33

4.1 PROJETO ESTRATÉGICO DE DEFESA ANTIAÉREA..... 33

5. SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA..... 35

5.1 IRIS-T SLM-DIEHL..... 35

5.2 PANTSIR S1 37

5.3 NASAMS..... 39

5.4 AV-MMA (MÍSSIL DE MÉDIA ALTURA AVIBRAS) 41

6. CONCLUSÃO 43

REFERÊNCIAS 46

1. INTRODUÇÃO

Na 1ª Guerra Mundial (1914-1918), pela primeira vez na história da humanidade, o avião foi empregado como arma de guerra. Porém, foi durante a 2° Guerra Mundial (1939-1945) que o vetor aéreo foi empregado maciçamente em todos os Teatros de Operações (TO). Diante dessa ameaça houve a necessidade de um sistema de armas que pudesse combatê-la a partir da superfície: a artilharia antiaérea (AAAe).

A crescente modernização dos vetores aéreos fez com que a AAAe evoluísse na mesma proporção para manter a sua eficácia. Inicialmente, operava na faixa de emprego de baixa altura, que tem como teto 3000 metros de altura. Depois, com a evolução tecnológica destes vetores, a defesa antiaérea alcançou alturas superiores a 3000 metros, utilizando a faixa de emprego da AAAe de média altura (Me Altu 3000 a 15000 metros) e, posteriormente a faixa de emprego da AAAe de grande altura (a partir de 15000 metros).

Atualmente, os vetores aéreos sul-americanos possuem tecnologia suficiente para realizar ataques na faixa de emprego de Me Altu. Dentro deste contexto, vários países, dentre eles a Venezuela, o Chile e a Colômbia possuem aeronaves com capacidade tecnológica de realizar ataques dentro da faixa de emprego já citada, e, no entanto, nossa capacidade de resposta bélica a estas ameaças é limitada, pois a defesa antiaérea brasileira cobre somente a faixa de emprego de baixa altura.

Visto que os atuais armamentos de defesa antiaérea do Brasil não são eficazes contra aeronaves de países vizinhos que atuam na média altura, a aquisição de um sistema de defesa antiaérea de média altura torna-se essencial, para que o Brasil mantenha seu poder de dissuasão e sua liderança militar, no contexto sul-americano, e assim, garantir a superioridade aérea num eventual conflito bélico.

O Brasil possui dimensões continentais e uma gama de recursos hídricos, minerais, de fauna e de flora, além de possuir em seu território diversos pontos sensíveis, altamente compensadores para um eventual ataque aéreo estratégico, tais como: hidrelétricas, usinas nucleares, refinarias de petróleo, bases aéreas e importantes complexos industriais, concentrados principalmente no sudeste do país. Deste modo, é fundamental aumentar seu potencial militar a fim de manter sua liderança regional. Para isso, deve-se atentar para seu sistema de defesa aeroespacial.

Tomando por válidas as razões aqui apresentadas, o presente trabalho dispõe-se a realizar um estudo de alguns sistemas de defesa antiaérea de média altura, eficientes

contra as aeronaves das forças armadas dos países da América do Sul com capacidade de realizar ataques aéreos na faixa considerada, no intuito de identificar as possibilidades e limitações destes sistemas antiaéreos.

Será realizado um breve estudo das principais características da moderna ameaça aérea sul-americana, seguindo para a exposição dos requisitos operacionais básicos para aquisição de um sistema de defesa antiaérea de média altura, apresentação de algumas diretrizes de Estratégia Nacional de Defesa e por fim uma breve análise de alguns sistemas de defesa antiaérea de média altura.

Nesse sentido, o presente estudo justifica-se pela a importância da necessidade de aquisição de um sistema de defesa antiaérea de média altura eficaz contra um possível inimigo sul-americano, e de promover a discussão sobre qual seria o mais adequado para a manutenção da soberania da nação, servindo também como pressuposto teórico para outros estudos que sigam nesta mesma linha de pesquisa.

2. A AMEAÇA AÉREA NA MÉDIA ALTURA

2.1 GENERALIDADES

O primeiro aspecto a ser analisado para a determinação de um sistema de média altura, eficiente para a defesa antiaérea do Brasil, é o conhecimento das possibilidades de emprego das ameaças aéreas dos países da América do Sul.

> Define-se como ameaça aérea todo vetor aeroespacial cujo emprego esteja dirigido a destruir ou neutralizar objetivos terrestres e outros vetores aeroespaciais. (BRASIL,2001)

Foram consideradas na pesquisa as ameaças aéreas sul-americanas que atuam na média altura, uma vez que o objetivo do trabalho é verificar qual sistema de artilharia antiaérea de média altura é mais adequado para o Brasil de modo a se contrapor as referidas ameaças.

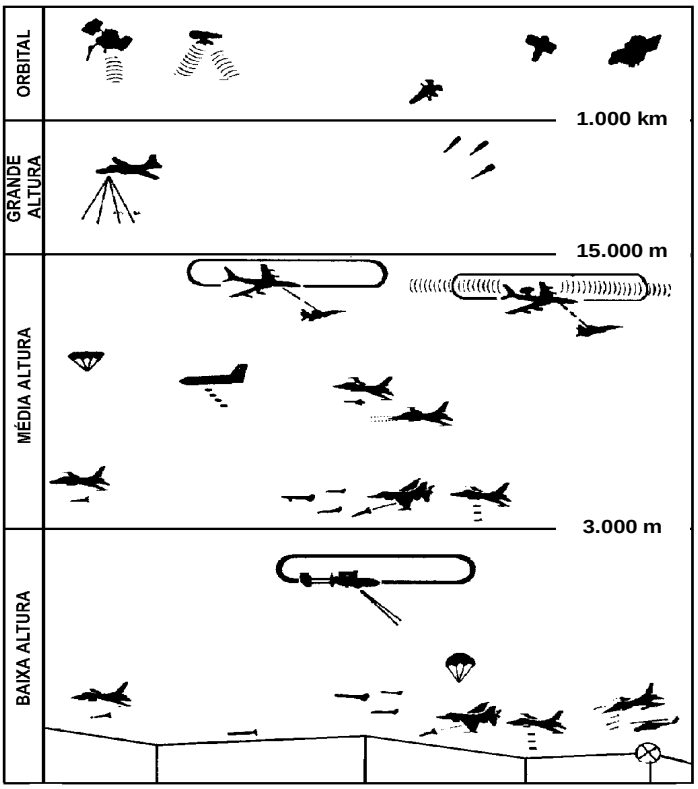

Figura 1: Teto de Emprego da Artilharia Antiaérea.
Fonte: C 44-1 Emprego da Artilharia Antiaérea (2001)

Nesta faixa de emprego, a atividade aérea se desenvolve através de aeronaves que cumprem variados tipos de missões, estas aeronaves foram listadas abaixo, segundo o manual de campanha C44-1 - Emprego da Artilharia Antiaérea:

2.1.1 AERONAVES AWACS (AIRBORNE WARNING AND CONTROL SYSTEMS)

São equipadas com potentes radares, capazes de prover o alerta antecipado. Além disso, possuem a bordo um centro de controle para acionamento de caças de interceptação e de baterias antiaéreas de Me Altu contra elementos hostis.

Os modernos sistemas AWACS podem detectar aeronaves e armas antiaéreas até 400 km de distância. Estas aeronaves, também possuem eficientes equipamentos de comunicação, podendo assim comunicar-se com aeronaves amigas, aumentando o alcance dos sensores destas, adicionando-lhes invisibilidade, pois não necessitarão utilizar seus próprios radares para identificar possíveis ameaças.

2.1.2 AERONAVES AEW (AIRBORNE EARLY WARNING)

Diferem-se das Aeronaves AWACS, pois não possuem a capacidade de controle, sendo capaz de apenas prover o alerta antecipado. O sistema AEW consiste em um radar de busca instalado em uma aeronave, que transporta também todo sistema de processamento, armazenamento e distribuição de dados coletados, sendo capazes de transmitir, em tempo real, informações às aeronaves e armas antiaéreas amigas.

2.1.3 AERONAVES DE REABASTECIMENTO

Fornecem o reabastecimento em voo, melhorando assim a autonomia dos caças de interceptação, de ataque ou demais aeronaves.

2.1.4 AERONAVES DE ATAQUE AO SOLO E INTERCEPTAÇÃO

Cumprem diversos tipos de missões, podendo conseguir a interdição ou a superioridade aérea. Tais aeronaves para atuarem na Me Altu necessitam de equipamentos de pontaria precisos para o cumprimento de suas missões.

2.1.5 AERONAVES DE TRANSPORTE

Conseguem transportar grande quantidade de tropa para executar missões de infiltração. Também podem realizar a missão de transporte de cargas e ressuprimento aéreo.

2.1.6 BOMBARDEIOS

São aeronaves que possuem como característica principal a possibilidade de carregar grande quantidade de armamento, por isso, necessitam de equipamentos com pontaria precisa para atuar na Me Altu.

Alguns de nossos vizinhos possuem aeronaves com as capacidades descritas, e têm condições de realizar variados tipos de missões na faixa de emprego supracitada, o que torna imprescindível que o Brasil obtenha condições de fazer frente a estas possíveis ameaças, empregando um sistema de defesa antiaérea de média altura capaz de lograr êxito em uma eventual situação beligerante.

2.2 PRINCIPAIS AMEAÇAS AÉREAS DA AMÉRICA DO SUL

As aeronaves empregadas pelos países Sul-Americanos, que representam maior ameaça ao Território Brasileiro, serão analisadas sucintamente, para determinar o seu real poder de combate, ou seja, suas principais possibilidades de emprego, os armamentos mais utilizados, características técnicas e outros aspectos relevantes.

2.2.1 SUKHOI 30 MKV

A Venezuela emprega os caças russos Sukhoi Su-30MKV. Esta aeronave é um caça-bombardeiro de longo alcance, capacitado para cumprir múltiplas missões.

Sua capacidade de transporte e autonomia são superiores a grande maioria dos aviões do mesmo tipo existente no mundo. Ele pode percorrer a distância máxima de 3000 km com os tanques de combustível plenos, porém sem nenhum armamento. Essa autonomia é reduzida à medida que a carga de armamento aumenta. Caso a aeronave transporte uma carga de 4000 Kg, a sua autonomia seria reduzida pela metade, ou seja, 1500 km, o que, ainda, é superior a muitos caças da atualidade. Sua capacidade máxima de transporte é de 8 (oito) toneladas de carga, podendo assim, atingir a velocidade de até 2100 Km/h.

O Su-30MKV tem a possibilidade do estabelecimento de ligação com até quatro aeronaves via *data-link*, transmitindo-lhes a posição de caças inimigos, permitindo a ação

conjunta de várias aeronaves.

Partindo da Venezuela, esta aeronave tem possibilidade de realizar ações em boa parte do território brasileiro, inclusive em pontos estratégicos, como por exemplo: as usinas hidrelétricas de Belo Monte, Tucuruí e Jirau, além de órgãos do Quarto Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo (CINDACTA IV) e de Unidades militares do Comando Militar da Amazônia (CMA).

Figura 2: Sukhoi 30 MKV
Fonte: www.defesanet.com.br

Os Su-30MKV da Venezuela podem ser armados com mísseis ar-ar de médio alcance AA-10 Alamo R-27, AA-12 Adder R-77, apelidado de “Amraamski”, pois é equivalente ao AIM-120 AMRAAM americano; mísseis ar-ar de curto alcance Archer R-73 AA-11 e mísseis ar-superfície Kh-31 e Kh-29T, que podem atingir velocidades surpersônicas. Esses mísseis possuem diversas variantes como por exemplo, mísseis anti-radiação (ARM). Todos estes armamentos possibilitam a realização de ataques à média altura.

2.2.2 F-16 FIGHTING FALCON

O Chile escolheu o F-16 FIGHTING FALCON como futuro caça para equipar sua Força Aérea.

Esta aeronave possui autonomia máxima de 3890 km e pode atingir a velocidade de até 2173 km/h, é equipada com GPS/INS, podendo disparar mísseis e bombas avançadas. Pode ser equipado com variados tipos de mísseis ar-ar, ar-superfície e antinavio. Pode realizar ataques à média altura com possibilidade de realizar o reabastecimento em voo

Considerando o raio de ação desta aeronave, metade de sua autonomia máxima, caso um caça F-16 Fighting Falcon partisse da base aérea de Cerro Moreno no Chile teria condições de atacar pontos estratégicos do Brasil, como por exemplo, a usina hidrelétrica de Itaipu.

Figura 3: F-16 Fighting Falcon da Força Aérea Chilena
Fonte: www.aereo.jor.br

2.2.3 KFIR C-10

O Kfir C 10 é uma versão israelense do caça bombardeiro Mirage, sendo mais sofisticada, pois sua parte eletrônica e seus motores são de fabricação norte-americana. Esta aeronave possui velocidade máxima de 2340 Km/h, e de cruzeiro de 1110 Km/h. Sua autonomia carregada é de 1475 km. Sua autonomia máxima é de 2600 km. Com possibilidade de reabastecimento em voo, pode atingir a altitude máxima de 18000 pés,

capacidades que podem possibilitar a ação em praticamente todo o Norte do território brasileiro, pois são empregadas pela Colômbia e Equador.

Tem capacidade de carregar até 6085 Kg de armamentos, que podem ser utilizados contra alvos de superfície. Possui dois canhões de 30 mm e tecnologia para transportar os sistemas de navegação e designador de alvos Rafael Litening para o lançamento de bombas laser. Salienta-se que a Colômbia foi o primeiro país da América do Sul a empregar bombas guiadas por laser em combate, e que as mesmas podem ser utilizadas em ataques à média altura.

Figura 4: Kfir C-10 da Força Aérea Colombiana
Fonte: www.webinfomil.com

Em 2008, a Colômbia realizou a modernização de sua frota de onze caças israelenses Kfir C-7 para o modelo C-10. Além disso, adquiriu mais treze aeronaves usadas desta versão modernizada, que pertencia à Força Aérea de Israel.

A Força Aérea do Equador possui caças IAI Kfir CE que são semelhantes tecnologicamente ao Kfir C-10 e são equipados com mísseis Phyton 3 e Phyton 4.

Com a modernização das aeronaves Kfir, Colômbia e Equador devem operar com eficiência no cenário da América do sul.

2.2.4 MIG-29

Em 1997, o Peru adquiriu da Bielorússia cerca de 20 caças Mig 29. Esta aeronave tem por missão primordial a destruição de alvos aéreos, situados entre 60 e 200 Km de distância, atuando em todas as direções e sob quaisquer condições atmosféricas. O MiG 29 também tem a capacidade de atacar alvos na superfície, tanto estáticos como em movimento, utilizando munições guiadas, que possuem alto grau de precisão.

Figura 5: MiG 29 da Força Aérea Peruana
Fonte: www.planobrasil.com

Os principais armamentos que podem ser utilizados por essa aeronave são: bombas guiadas por TV KAB-500Kr, míssil ar-superfície com guiamento ótico (TV) Kh-29TE, míssil antiradar Kh-31P e míssil antinavio. Além destes, o MiG-29 pode empregar foguetes de 80, 132, 240 e 250 mm; bombas de 250 Kg e 500 Kg para penetração em concreto e bombas tipo napalm. Sua carga bélica é limitada em 4000 Kg e possui capacidade de realizar ataques à Me Altu.

Em relação ao lançamento dos mísseis, o MiG 29 apresenta grande vantagem em relação a outras aeronaves, pois o capacete do piloto possui o sistema *Helmet Mounted Display* (HMD) que permite que os mísseis sigam a visão do piloto, ou seja, o míssil será lançado na direção em que o piloto estiver olhando.

O seu sistema defensivo constitui-se de dois sistemas dispensadores BVP-30-26M de chaff e flare. Esses recursos têm por finalidade realizar o despistamento de mísseis inimigos.

O MiG-29 possui um canhão Gryazev/Shipunov GSh-30-1 (9A-4071) de 30 mm, que pode ser utilizado tanto para ataques ar-ar, como contra alvos de superfície. Sua

cadência de tiro é de 1500 a 1800 tiros por minuto e a velocidade inicial de cada projétil é de 860 metros por segundo.

2.2.5 F-5 TIGER II / III

O F-5 Tiger II é um caça tático de defesa aérea e ataque ao solo. Sua confiabilidade foi comprovada na guerra do Vietnã, pois suas baixas foram menores que a dos outros aviões em uso (F-4 Phatom e F-105 Thunderchief) pelas forças armadas dos Estados Unidos.

Figura 6: F-5 Tiger III da Força Aérea Chilena
Fonte: www.defesaaereanaval.com.br

Esta aeronave é uma das mais exportadas no mundo, pois apresenta fácil pilotagem e seu custo de aquisição, operação e manutenção são relativamente baixos. O F-5 Tiger II possui dois canhões M39A2 de 20 mm, com 280 projéteis por arma, dois mísseis ar-ar AIM-9 Sidewinder localizados nas pontas das asas e mais cinco pontos que têm a capacidade de carregar até 3170 Kg de armamento, podendo realizar ataques à média altura. Podem atingir a velocidade de 1954 Km/h e sua autonomia é de 2470 Km. Apresenta a possibilidade de realizar o reabastecimento em voo. A Força Aérea Chilena ainda emprega essa aeronave, mas grande parte da frota dos caças, F-5 Tiger já foi substituída por caças F 16 Fighting Falcon.

2.2.6 EC 707 CONDOR

Historicamente a Força Aérea Chilena é sem dúvida, a que se manteve mais equilibrada no que se refere à capacidade de combate na América do Sul. Seus programas de modernização e aquisição são feitos com competência e no prazo correto.

O Chile é ao lado do Brasil, o único país a utilizar aeronaves AEW(Airborne Early Warning), que têm capacidade de prover o alerta antecipado, na região da América do Sul. Possui um avião Boeing EC 707.

O EC 707 Condor além de ser um avião AEW, tem grandes capacidades ELINT / Commint. Por isso, é uma aeronave vital em um conflito potencial. Pode voar na velocidade máxima de 1000 km/h e percorrem uma distância de 6.820 km sem ser abastecido, ou seja, pode atuar em todo território brasileiro. Além disso, possui sofisticados sistemas de link e dados, pode comunicar-se com aeronaves amigas em tempo real, aumentando assim o alcance dos sensores destas aeronaves, adicionando-lhes invisibilidade, pois não necessitarão utilizar seus próprios radares para identificar possíveis ameaça.

Figura 7: EC 707 Condor da Força Aérea Chilena
Fonte: tecnologamilitar.blogspot.com

Por detectar aviões em distâncias muito maiores que os radares de bordo dos caça, é um grande facilitador nas ações realizadas na faixa de emprego de média altura, seu emprego garante grande poder de dissuasão.

A principal característica do EC 707 Condor é que ele não tem radar instalado acima da fuselagem como a maioria das aeronaves AEW, mas seu radar conta com varredura eletrônica em fase, constituídos por três antenas instaladas na proa e nas laterais de sua fuselagem. É capaz de detectar alvos a distâncias de aproximadamente 400 km.

3. REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS – (ROB)

3.1 GENERALIDADES

Os requisitos operacionais básicos (ROB) são requerimentos utilizados na seleção de materiais militares que possam atender as conjunturas e peculiaridades da sua utilização no país.

Em 2012 o Estado Maior do Exército aprovou os ROB para aquisição de um sistema de defesa antiaérea de média altura, por meio da PORTARIA Nº 139 - EME, DE 17 DE SETEMBRO DE 2012, que servirá de base para os estudos desta pesquisa, sendo descritos nos itens; 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.3 deste trabalho.

Existem três classificações dos requisitos que são: absolutos, desejáveis e complementares. Para uma melhor análise a cada requisito é atribuído um valor numérico, e cada sistema tem uma quantidade de pontos que gera uma classificação.

Estes requisitos segundo Antonello (2008) foram discutidos no seminário de artilharia antiaérea, realizados na Escola de artilharia de Costa e Antiaérea em 2006.

É fundamental que os ROB sejam atendidos para alcançar o objetivo geral do trabalho, que é verificar qual sistema de defesa antiaérea de média altura é mais adequado para o Brasil.

3.1.1 REQUISITOS ABSOLUTOS

3.1.1.1 Composição

O Sistema de Bateria Antiaérea de Média Altura (Sist Bia AAAe Me Altu) deve ser constituído pelos seguintes subsistemas:

a) Centro de Operações Antiaéreas eletrônico de Bateria Me Altu;

b) Sensores de Vigilância;

c) Míssil de Me Altu;

d) Comunicações de Bia AAAe; e

e) Logística para Bia AAAe Me Altu.

3.1.1.2 Unidade de Emprego

A Bia AAAe Me Altu do Sistema Operacional DA Ae deve operar como Unidade de emprego.

3.1.1.3 Interfaces com Sistemas Externos

O Sist Bia AAAe Me Altu, em Operações Conjuntas, deve possuir Interface de Coordenação com os meios de Comando e Controle (C^2) da Força Aérea Brasileira (FAB).

Em Operações Conjuntas, deve possuir interface de coordenação com os meios de defesa aeroespacial da FAB, possuir interface de controle com os meios de Defesa Aepc da FAB e possuir interface de coordenação, por meio do sistema C^2 em combate, com os seguintes Sistemas Operacionais do EB:

a) Manobra;

b) Inteligência;

c) Defesa Antiaérea;

d) Apoio de Fogo;

e) Comando e Controle;

f) Mobilidade, Contra mobilidade e Proteção; e

g) Logística.

3.1.1.4 Função Vigiar o Espaço Aéreo

O Sist Bia AAAe Me Altu deve realizar a Vigilância do Espaço Aéreo, fazendo uso de seus Sistemas Controle alerta e Sensores de busca do Sistema de armas, para detectar ameaças em todas as combinações das seguintes condições:

a) Tanto durante o dia quanto à noite;

b) Tanto com a atmosfera limpa quanto nublada;

c) Em ambientes com presença de fumígenos ou fumaça;

d) Tanto na presença de um ou mais dos seguintes fenômenos meteorológicos: vento, nuvens, chuva descargas elétricas e nevoeiros, quanto sem estes fenômenos; e

e) Em ambiente de Guerra Eletrônica e Guerra Cibernética.

3.1.1.5 Função Coordenar o Emprego

O Sist Bia AAAe Me Altu, ao detectar uma ameaça Aepc localizada em faixa do Espaço Aéreo destinada à aviação de interceptação e à AAAe de Me Altu, deve

coordenar com a FAB, por meio da Interface de Coordenação, o emprego de seus meios AAe.

Ao detectar uma ameaça Aepc localizada em faixa do Espaço Aéreo destinada a outros elementos integrantes dos demais Sistemas Operacionais do EB e à AAAe, deve coordenar com os demais Sistemas Operacionais do EB, por meio do Sistema C² em Combate, o emprego de seus meios AAe.

O Sist Bia AAAe Me Altu deve coordenar, via Interface de Coordenação, o emprego de seus meios AAe, por meio do Sistema C² em Combate, com os demais Sistemas Operacionais do EB.

Ao detectar uma ameaça aeroespacial que esteja em faixa do Espaço Aéreo destinada à AAAe, deve coordenar, por meio da Interface de Coordenação, o emprego de seus meios de Baixa e Me Altu.

3.1.1.6 Função Controlar o Emprego

O Sist Bia AAAe de Me Altu, ao detectar uma ameaça Aepc que esteja em faixa do Espaço Aéreo destinada à AAAe Me Altu, deve controlar, por meio da Interface de Controle, o emprego de seus meios AAe.

O Sist Bia AAAe de Me Altu, se acionado pelo COAT/FAC ou CopM/COMAE para o engajamento de uma ameaça Aeroespacial, que esteja em faixa do Espaço Aéreo destinada à AAAe Me Altu, deve ter o emprego de seus meios controlado pelo alocador de armas do Centro de Operações Militares (COpM), Zona de Interior e Operações de não guerra (Op NG) ou do Centro de Operações Aéreas do Teatro (COAT) da Força Aérea Componente FAC (TO).

3.1.1.7 Função Identificar Ameaças

O Sist Bia AAAe Me Altu deve identificar, fazendo uso de seus Sistemas Controle e Alerta e Sensores de busca do Sistema de Armas, uma ameaça Aepc como amiga ou inimiga, em tempo não superior a 20 (vinte) segundos após a detecção da ameaça.

O Sist Bia AAAe Me Altu, ao detectar uma ameaça Aepc que esteja dentro de seu volume de responsabilidade (VRDA Ae), deve identificá-la como amiga ou inimiga, com seus meios orgânicos.

3.1.1.8 Função Engajar Ameaças

O Sist Bia AAAe Me Altu, ao detectar uma ameaça Aeroespacial que esteja dentro de seu volume de responsabilidade, deve engajar esta ameaça com seus meios orgânicos. O Sist Bia AAAe Me Altu, ao ser acionado pelo alocador de armas do COpM (ZI e Op NG) ou do COAT da FAC (TO), deve engajar esta ameaça com seus meios orgânicos.

3.1.1.9 Função Relatar Ação Hostil

Os meios do Sist Bia AAAe Me Altu, ao sofrer ou verificar a ocorrência de uma Ação Hostil, devem relatar esta ação ao Órgão de Controle das Operações Aéreas Militares com jurisdição sobre a área de incidência, por meio de um Relatório de Engajamento de Artilharia Antiaérea.

3.1.1.10 Requisitos de Interfaces Externas Interface de Coordenação e Controle

O Sist Bia AAAe Me Altu deve utilizar protocolos compatíveis com os meios de C^2 da FAB.

O Sist Bia AAAe Me Altu deve utilizar protocolos compatíveis com os demais meios de Defesa Aeroespacial da FAB.

3.1.1.11 Requisitos de Integração

O Sist Bia AAAe Me Altu deve utilizar protocolos compatíveis que permitam a mútua integração dos subsistema de Controle e Alerta, subsistema de Aramas, subsistema Comunicações e subsistema Logístico em todos os escalões.

3.1.1.12 Requisitos Ambientais

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu, estando armazenados nas condições determinadas em seus Manuais Técnicos, quando submetidos a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de choque mecânico, de vibração, de radiações e de interferência eletromagnética, e de fungos devem manter as condições para satisfazer as especificações contidas nestes nos seus ROB.

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu, estando em transporte na aeronave C-130, nas condições determinadas em seus manuais, quando submetido a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de choque mecânico, de vibração, de

radiação e interferência eletromagnética, devem manter as condições para satisfazer as especificações contidas nestes nos seus ROB.

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu, em deslocamento terrestre, no Ambiente Operacional, quando submetido a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de precipitação pluviométrica, de salinidade, de choque mecânico, de vibração, de radiação e de interferência eletromagnética, devem manter as condições para satisfazer as especificações contidas nestes nos seus ROB.

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu, em deslocamento marítimo, no Ambiente Operacional, quando submetido a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de precipitação pluviométrica, de salinidade, de choque mecânico, de vibração, de radiação e de interferência eletromagnética, deve manter as condições para satisfazer as especificações contidas nestes nos seus ROB.

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu, em deslocamento fluvial, no Ambiente Operacional, quando submetido a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de precipitação pluviométrica, de salinidade, de choque mecânico, de vibração, de radiação e de interferência eletromagnética, devem manter as condições para satisfazer as especificações contidas nestes nos seus ROB.

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu, em operação, no Ambiente Operacional, quando submetido a uma faixa de variação, de temperatura, de umidade, de pressão, de precipitação pluviométrica, de salinidade, de radiação e de interferência eletromagnética devem manter as condições para satisfazer as especificações contidas nestes nos seus ROB.

3.1.1.13 Recursos Externos

Os meios orgânicos do Sist Bia AAAe Me Altu devem ser alimentados por fonte de energia elétrica tanto em 50 Hz, quanto em 60 Hz, tanto em 127 Volts, quanto em 220 Volts, com variações de tensão e frequência máxima permitida para consumidores comerciais de energia elétrica, conforme legislação em vigor.

3.1.2 REQUISITOS DESEJÁVEIS

3.1.2.1 Ser a bateria transportável por aeronaves e em embarcações.

3.1.2.2 Ter alcance máximo horizontal igual ou superior a 30.000 m.

3.1.2.3 Ter alcance máximo vertical igual ou superior a 20.000 m.

3.1.2.4 Possuir reduzida assinatura de disparo.

3.1.2.5 Possuir espoleta de impacto e/ou proximidade.

3.1.2.6 Ser dotado de resistência às interferências eletrônicas e medidas de proteção que afetem o acionamento da espoleta de proximidade.

3.1.2.7 Ser dotado de dispositivo que permita interromper a trajetória após o lançamento do míssil.

3.1.2.8 Poder ser estocado, em paióis adequados por prazo superior a dez anos.

3.1.3 REQUISITOS COMPLEMENTARES

3.1.3.1 Possuir sensor meteorológico.

3.1.3.2 Dispor de manuais técnicos e de manutenção, em língua portuguesa, fornecidos pelo fabricante.

4. ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA (END)

Segundo (ANDRÉ 2011), a Estratégia Nacional de Defesa é um conjunto de "ideias" e ações estratégicas para buscar o fortalecimento do poder militar nacional para que o país possa atuar na defesa de seus interesses. E, se desenvolve a partir de três temas centrais estruturantes. Um desses eixos é a reorganização da indústria nacional de material de defesa. O documento tem uma formulação sistemática, em uma série de diretrizes, dentre as quais cabe destaque:

- Fortalecer três setores de importância estratégica: o espacial, o cibernético e o nuclear.

- Capacitar à indústria nacional de material de defesa para que conquiste autonomia em tecnologias indispensáveis à defesa.

A END dentro de sua formulação sistemática ainda aborda direcionamentos para a Marinha do Brasil, Exército Brasileiro e Força Aérea Brasileira. Dentre os direcionamentos para as forças Armadas Brasileiras exalta-se o Exército Brasileiro:

> Nos centros estratégicos do país, políticos industriais, tecnológicos e militares a estratégia de presença do Exército concorrerá também para o objetivo de se assegurar a capacidade de defesa antiaérea, em quantidade e em qualidade, sobretudo por meio de artilharia antiaérea de média altura. (Brasil, Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa, p.79, Brasília, 2012).

4.1 PROJETO ESTRATÉGICO DE DEFESA ANTIAÉREA

A Estratégia Nacional de Defesa consolidou a necessidade de transformação das Forças Armadas para desenvolver novas capacidades adequadas à dimensão político-estratégica do Brasil. A END visa à modernização estrutural da defesa nacional, através de ações de médio e longo prazo.

A END busca sua atuação em três eixos: reorganização e rearticulação das Forças Armadas; fortalecimento da indústria de material de defesa e política de composição dos efetivos das Forças Armadas. Prevê ainda a transformação das Forças Armadas do Brasil, no sentido de lhes habilitar a defender o país. Transformar neste caso, significa dotar as Forças com novas estruturas e capacidades, para cumprir suas missões e desempenhar as funções do combate moderno na era do conhecimento.

Dentro do contexto citado acima, o Exército Brasileiro passou a desenvolver diversos projetos, dos quais 7 (sete) são estratégicos, pela importância, abrangência e impacto que produzirão no sistema de defesa do Território Brasileiro. São eles:

1) Defesa Cibernética;
2) SISFRON (Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras);
3) PROTEGER (Sistema de Proteção de Estruturas Estratégicas);
4) GUARANI (Nova Família de Blindados de Rodas);
5) ASTROS 2020;
6) Defesa Antiaérea e
7) RECOP (Recuperação da Capacidade Operacional).

Cabe aqui destacar o projeto de Defesa Antiaérea cuja principal finalidade é reequipar as atuais Organizações Militares (OM) de Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro, através da aquisição de novos meios de defesa, sendo um de seus objetivos adquirir um sistema de DAAe de média altura, além da modernização dos meios existentes, desenvolvimento de itens específicos pelo fomento à Indústria Nacional de Defesa, capacitação de pessoal e a implantação de um Sistema Logístico Integrado (SLI), para oferecer suporte aos Produtos de Defesa (PRODE), durante todos os seus ciclos de vida. A opção pela aquisição de meios modernos de DAAe e a sua nacionalização, permitirá que o Exército Brasileiro cumpra, com elevada margem de sucesso, as diversas missões militares inerentes à defesa do espaço aéreo, a fim de defender: refinarias, aeroportos, usinas hidrelétricas, centros de poder, entre outros, protegendo as estruturas estratégicas do País de ameaças.

> A atualização do Sistema de Defesa Antiaérea e sua integração aos demais sistemas componentes do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro(SISDABRA) posicionarão a indústria brasileira no restrito grupo dos países que dispõem de capacidade científico-tecnológica para estrutura sistema de defesa antiaérea, bem como proporcionarão níveis adequados de proteção das Estruturas Estratégicas do país contra ameaças aéreas oriundas de aeronaves, veículos aéreos não tripulados, ultraleves ou similares (General Carlos Barcellos/Chefe do Centro de Comunicação Social).

5. SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA

Após realizar a análise das principais aeronaves de dotação dos países sul-americanos no capitulo 2 (dois), pôde-se concluir que as mesmas podem realizar ataques a partir da média altura em várias porções do território brasileiro, sendo potenciais ameaças em um eventual conflito.

Este capítulo descreverá as características de alguns dos principais sistemas de defesa antiaérea de média altura que tenham condições de atender aos ROB, às diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa descrita anteriormente, e principalmente a capacidade de combater as ameaças aéreas sul americanas. Vale ressaltar que, certamente algumas das informações que serão apresentadas poderão ter imprecisões, pois são dados fornecidos pelos fabricantes, que muitas vezes não revelam as reais características dos armamentos.

5.1 IRIS-T SLM-DIEHL

É um sistema de armas fabricado pela empresa alemã DIEHL. O desenvolvimento do IRIS-T, desde o início, foi realizado com o objetivo de responder aos requisitos operacionais e técnicos de seis potências Europeias (Alemanha, Grécia, Itália, Noruega, Espanha e Suécia). Apresenta versatilidade, modernidade e flexibilidade que acabam por trazer eficiência à defesa aeroespacial.

Seu modo de lançamento é vertical, o que proporciona cumprir um fundamento importante de emprego da artilharia antiaérea que é a defesa em todas as direções, tem a possibilidade de realizar ataques contra aviões, helicópteros, mísseis, armas guiadas, mísseis de cruzeiro e balístico, mesmo a curto alcance e com pequeno tempo de reação.

É capaz de ser transportado por uma aeronave C-130 da Força Aérea Brasileira.

Tem uma característica importante de ser intercambiável e modular, ou seja, usa o mesmo chassi de viatura tanto para as plataformas lançadoras quanto para o sistema de comando e controle.

Figura 8: IRIS-T SLM – DIEHL
Fonte: www.areamilitar.net/DIRECTORIO/MIS.

Possui muitos sistemas automáticos, o que diminui a quantidade de pessoal para operá-lo, podendo ser empregado tanto de forma estática, quanto de forma móvel.

A parte de controle e alerta é exercida através de um centro de operações eletrônico o qual possui o radar GIRAFFE, que opera em 360°, além de ser integrado com um sistema IFF (Identifica aeronaves amigas e inimigas) e pode rastrear simultaneamente até 500 alvos.

O míssil possui um guiamento por infravermelho, mas como está destinado a engajamento a grande distância, recebe também informações atualizadas via data-link, em tempo real, do radar, e ainda possui um GPS para navegação inercial. Ele possui um motor que pode levá-lo a distância de cerca de 40 km de alcance e até 20 km de altura.

Das características apresentadas acima, pôde-se verificar que, o IRIS-T SLM-DIEHL atende de maneira satisfatória ao exigido nos ROB apresentados no capítulo 3, atendendo os requisitos de mobilidade, capacidade de rápida resposta, integração, emprego do IFF dentre outros ROB, estando assim apto a atender as necessidades operacionais do Brasil para defesa antiaérea na faixa de Me Altu. Possui plenas condições de fazer frente às ameaças aéreas sul-americanas apresentadas no capítulo 2.

No entanto, por ser um projeto desenvolvido por um consórcio europeu, possui componentes de vários países, o que torna difícil o domínio tecnológico de todo sistema, caso ocorra uma possível aquisição do material. Não foi sinalizado pela empresa DIEHL a

possibilidade de transferência de tecnologia, mas apenas a possibilidade de integração e montagem no Brasil.

> Na apresentação feita, em julho de 2016, pela DIEHL nos comandos do Exército e da Aeronáutica, a empresa ofereceu apenas o pacote de integração e a montagem do míssil no Brasil.(www.defesanet.com)

Sendo assim é possível concluir que o IRIS-T SLM-DIEH apresenta como vantagem sua confiabilidade e o fato de atender aos ROB, mas possui a desvantagem de uma possível dependência tecnológica, não atendendo às diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa.

5.2 PANTSIR S1

O sistema de armas Pantsir S1 é autopropulsado e combina a utilização de canhões 30 mm, com mísseis de média altura. O sistema tem características modulares, podendo ser adaptado em diversos tipos de plataforma.

Possui um radar de busca com capacidade de acompanhar até 20 alvos, podendo detectar um alvo, como um F-16, a 36 km. Conta também com um radar multifunção de tiro e acompanhamento de mísseis podendo guiar até quatro mísseis simultaneamente, e um sistema optrônico que realiza o acompanhamento de alvos e comanda os mísseis do sistema.

O veículo de combate pode operar de forma autônoma, realizando desde a busca até o engajamento do alvo. Uma bateria, constituída de seis veículos de combate, reporta-se a uma viatura de comando e controle.

Os mísseis possuem sistema de guiamento comandado e atuam na faixa da média altura, numa velocidade de 3.8 Mach. Pode engajar alvos dentro da faixa de alcance de 1,2 até 20 Km. Já em altura, os alvos podem estar de 5 a 15000 m para serem engajados pelo Pantsir-S1. Sua carga útil constitui-se de 20 kg de auto explosiva fragmentária, com hastes metálicas expansivas em seu interior que aumentam o poder destrutivo da munição. Sua espoleta pode ser acionada por impacto ou proximidade.

O Pantsir-S1 carrega até 12 (doze) mísseis 57E6 ou 57E6-E, de dois estágios, instalados em containers selados prontos para o uso, tendo uma vida armazenada de 15 anos. Os mísseis são dispostos em conjuntos de seis a cada lado da torre. É muito ágil e contém a carga explosiva e as peças de fragmentação. Um sistema de tracking de alta

precisão é propiciado por sensores multi banda e o sistema que guia é enviada via link de rádio para até quatro mísseis em voo. Normalmente, são lançados dois mísseis contra um alvo, mas podem ser lançados até quatro mísseis. A probabilidade de acerto é de 70–95% O Sistema Pantsir-S1 (mísseis) pode disparar em movimento.

O Sistema Antiaéreo Míssil-Canhão Pantsir S1 pode ser montado sobre uma variedade de chassis e plataformas.

Possui uma guarnição de 3 (três) militares sendo; um motorista, e 2 (dois) especialistas em Defesa Antiaérea. O tempo de reação do míssil é de 4 a 6 segundos.

Figura 9: PANTSIR-S1
Fonte: http://www.defesanet.com.br

Segundo (MARTINI, 2014), o sistema de controle e alerta do Pantsir S1 é realizado por meio do radar de busca 2RL80E e do radar de tiro 1RS2-1E. O radar de busca pode detectar alvos a até 36 km em 360 graus. Já o radar de tiro 1RS2-1E possui alcance máximo de detecção de 28 km, com cobertura de 45° graus

Isto garante uma grande versatilidade ao Sistema Pantsir S1, que alia alta letalidade dos mísseis com a capacidade de detectar, identificar e engajar os vetores aéreos. É importante ressaltar, que um sistema de míssil que não dispõe de um sistema de radar compatível com suas possibilidades, impede o seu emprego eficiente, gerando vulnerabilidades na defesa aeroespacial.

> [...] em Kosovo, a inexistência dos radares dos SA-10 e dos SA-6 fez com que os sistemas de armas fossem disparados de qualquer forma, interferindo em sua eficácia. (SANTOS JUNIOR, 2007)

Do que foi apresentado do sistema PANTSIR-S1, pôde-se verificar que ele atende grande parte dos ROB. É um sistema versátil, com boa capacidade de reação, disparo em movimento e capacidade de abater mísseis de cruzeiro, além de ter a capacidade de complementar sua defesa com míssil e canhão, tendo assim a capacidade de realizar a DAAe nas faixas de emprego de baixa e média altura.

No entanto, possui diversas limitações, como a de não dispor de um sistema de radar compatível com as possibilidades do sistema de míssil, necessitar de um tempo mínimo para iniciar suas operações e poder ficar suscetível a ação de Guerra Eletrônica, esses fatores podem permitir a abertura de vulnerabilidades no sistema de defesa aeroespacial e impedir a AAAe de cumprir sua missão de destruir ou neutralizar a ameaça aérea antes desta atacar seu objetivo. Além do mais, um importante ROB não foi atendido, o da capacidade de ser transportável nas aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB).

> Os requerimentos estabelecidos pelo Exército Brasileiro em 2012 sofreram forte influência da Força Aérea. Ficou estabelecido que os modelos deveriam ser compatíveis com os radares usados no país e caber nos aviões C-130H e KC-390, o que era pouco realístico para o Pantisir. (www.defesanet.com)

Do exposto, é possível concluir que, o sistema Pantsir apesar de possuir grandes possibilidades para realizar DAAe de Me Altu, não seria um sistema adequado para emprego no Brasil, por possuir as limitações já citadas e por não atender alguns ROB, entre eles o de ser transportável pelas aeronaves C-130 e KC 390, o que compromete a mobilidade estratégica da defesa aeroespacial brasileira.

5.3 NASAMS

O sistema NASAMS (Norwegian advance SAM system) foi desenvolvido pela Raytheon e a Kongsberg defense (na época hugues e Norsk Forsvarsteknologi AS). NASAMS foi concebido para a proteção de áreas sensíveis contra aeronaves, helicópteros, sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) e mísseis de cruzeiro. O início do contrato se deu em 1989 e o sistema entrou em serviço em 1995. Esta versão pode ser usada com o lançador de mísseis hawk. Também é conhecida como SL AMRAAM.

O NASAMS é modular, garantindo flexibilidade ao operador e possui uma arquitetura aberta permitindo integração a outros centros de defesa ou a uma rede de defesa, além de possuir um centro de controle de tiro, um radar TPQ-36 A tridimensional e três lançadoras de mísseis transportáveis.

Cada lançador do NASAMS tem seis mísseis AMRAAM prontos para o disparo. Todo o sistema é operado por 22 homens. Por volta de 2005, a Força Aérea norueguesa solicitou uma modernização de meia vida atualizando o sistema que ganhou novo radar raytheon 3D AN/MPQ 64F1 Sentinel, sensores passivos de IR, eletros-óticos e um datalink tático padrão OTAN link 16 sendo essa a configuração atual do sistema para exportação. Esta versão ficou conhecida na Noruega como o NASAMS II e entrou em serviço em 2007.

Figura 10: NASAM
Fonte: http:// https://armadainternational.com

O míssil AMRAAM é um míssil ar-ar, com radar ativo, capacidade dispare e esqueça (*fire- and- forget*), detonação por proximidade e contato; resistente a contra medidas eletrônicas, possuindo o alcance de aproximadamente 75 km.

Do exposto pôde-se verificar que o NASAMS atende de maneira satisfatória aos ROB. O sistema tem plenas possibilidades de se contrapor às ameaças aéreas sul-americanas. Atualmente ele é empregado por vários países alinhados com os Estados Unidos, são eles: Noruega, Chile, Holanda, Espanha, Finlândia e Lituânia. No entanto, os principais componentes do sistema são de origem norte americana, o qual não tem

demonstrado interesse em compartilhar ou transferir tecnologia de cunho militar com o Brasil.

Sendo assim, apesar de ser um sistema de defasa antiaérea, reconhecido e com grandes capacidades operacionais, ele não seria adequado para o interesse Brasil, pois o domínio da tecnologia é condicionado ao interesse dos Estados Unidos que vai de encontro às diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa.

5.4 AV-MMA (MÍSSIL DE MÉDIA ALTURA AVIBRAS)

A empresa brasileira AVIBRAS desenvolveu na década de 80, o Sistema FILA para defesa de baixa altura e atualmente desenvolve soluções integradas para Defesa Antiaérea de média altura, com adoção de mísseis e radares de última geração para defesa de infraestruturas críticas e defesa no teatro de operações.

> O consórcio europeu MBDA e a brasileira AVIBRAS Aeroespacial anunciam desenvolvimento conjunto na área de defesa antiaérea de média altura. As duas empresas, com vários desenvolvimentos em conjunto, anunciam pela primeira vez a solução desenvolvida em conjunto para o projeto de defesa antiaérea de média altura: a adaptação do sistema CAMM (Common Anti-Air Modular Missile), produto de última geração da MBDA, para emprego pelas Forças Armadas Brasileiras. (www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/17432/MBDA-e-AVIBRAS-anunciam-projeto-de-Defesa-Antiaerea-de-media-altura/)

O projeto conta com cerca de 70% de conteúdo nacional. É um conceito modular que terá capacidade de ser empregado pelas 3 (três) Forças.

O sistema oferecerá proteção completa contra todos os alvos aéreos conhecidos ou previstos e terá alcance máximo horizontal de até 40 km, e até 15 km vertical.

As Unidades de tiro do sistema serão viaturas blindadas 6x6, com plataforma lançadora vertical de mísseis de média altura. Essas plataformas serão idênticas às adotadas no sistema ASTROS 2020. O sistema contará, ainda, com viaturas blindadas do Centro de Operações Antiaérea de Média altura (COAAe Me Altu), além de viaturas remuniciadoras.

Todo sistema poderá ser transportado na aeronave Embraer KC-390, tornando-o versátil e com alto grau de mobilidade, com capacidade de operar em todo território nacional (TN).

Poderá ser integrado ao radar SABER M200 (desenvolvido no Brasil), capaz de acompanhar múltiplos alvos aéreos simultaneamente, além de guiar mísseis, realizar

missões de vigilância, meteorologia e aproximação, num raio de 450 quilômetros. O SABER M 200 é um radar transportável, de média altura, desenvolvido integralmente com tecnologia de estado sólido, tem capacidade de operar nos modos de busca, vigilância e sistema de orientação de tiro, além de desempenhar simultaneamente as funções de radar primário e radar secundário, embarcado em um container padrão com 20 pés (transportável em caminhão) ou nos aviões Hercules C-130 e Embraer KC-390.

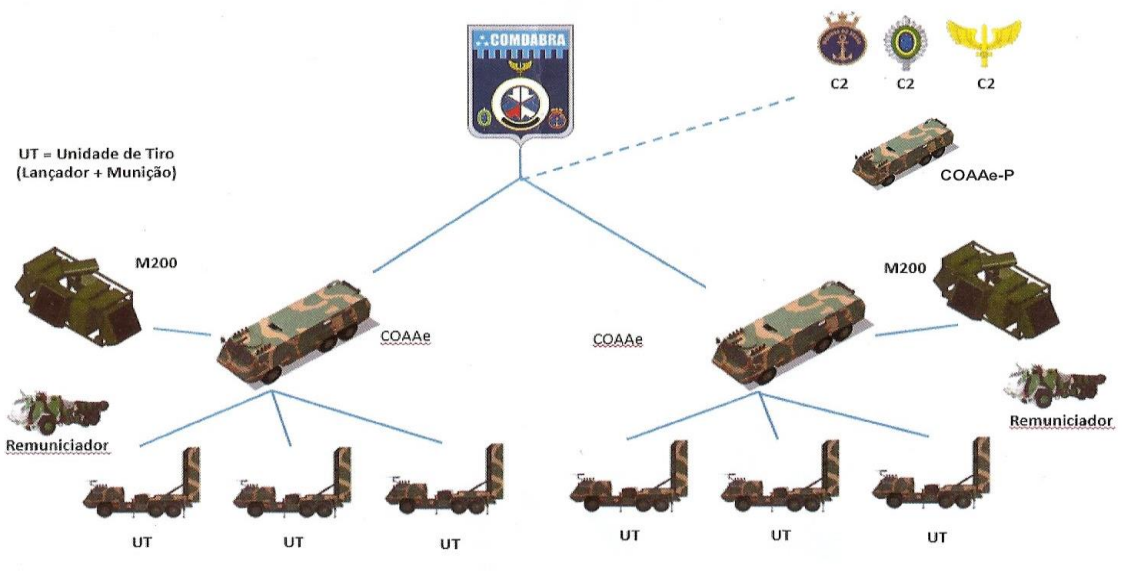

Figura 11: PROJETO MÉDIA ALTURA
Fonte: Informativo da AVIBRAS

Apesar do AV-MMA (MÍSSIL DE MÉDIA ALTURA AVIBRAS), ser ainda um conceito de defesa antiaérea de média altura, ele será desenvolvido para atender em sua totalidade os ROB. Além disso, se for concretizado, o domínio tecnológico de todo sistema será do Brasil.

A grande limitação reside da incerteza de tempo para colocá-lo em operação, devido à necessidade de investimentos para finalizar o projeto.

Contudo, pelo fato de sua concepção ser para atender aos ROB e consequentemente as necessidades brasileiras para a defesa aeroespacial de Me Altu, o AV-MMA (MÍSSIL DE MÉDIA ALTURA AVIBRAS) está de acordo com o previsto nas diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa sendo adequado para o emprego no Brasil.

6. CONCLUSÃO

Este estudo científico teve por objetivo verificar qual sistema de artilharia antiaérea de média altura é o mais adequado para o emprego do Exército Brasileiro, e para alcançá-lo, foram identificadas e analisadas as principais ameaças aéreas no continente sul-americano, capazes de atuar no território brasileiro. Também foram estudados alguns dos sistemas de defesa antiaérea de média altura, capazes de combater as referidas ameaças.

Da análise dos diversos itens que foram desenvolvidos, conclui-se que as ameaças aéreas da América do Sul possuem características bélicas peculiares, tornando-as um fator decisivo no combate moderno, podendo lançar seus armamentos dentro do território brasileiro e atacar estruturas estratégicas, tendo condições de emprego na faixa de média altura.

Devido ao fato de o Exército Brasileiro não possuir nenhum meio de artilharia antiaérea que possa contrapor-se a essas ameaças aéreas, é pacifico afirmar que um sistema de defesa antiaérea de média altura não pode ser considerado apenas desejável, mas sim imprescindível, e o mais rápido possível, levando-se em conta o potencial da ameaça aérea dos países vizinhos no combate moderno e nos possíveis cenários de um eventual conflito.

O vasto território, as riquezas e os pontos estratégicos tornam inquestionáveis as necessidades de DA Ae do Brasil. Vale destacar que na doutrina atual do Exército Brasileiro é prevista a adoção de meios de média altura:

> No Ex Cmp, a Bda AAAe emprega, normalmente, os mísseis de média altura disponíveis para a defesa de área de retaguarda ou de suas partes mais importantes, permitindo não só a defesa de órgãos e tropas ali localizados, como também a DAAe de forças e apoios em trânsito na área. Os mísseis de média altura também poderão ser empregados em proveito da manobra dos escalões subordinados, aprofundando a defesa antiaérea à frente da LC com objetivo de forçar o inimigo aéreo a voar dentro do alcance das armas antiaéreas de baixa altura, orgânicas desses escalões. (Brasil, 2001)

Entre os sistemas de média altura escolhidos para estudo, e apresentados no capítulo 5 (cinco), foram considerados os requisitos operacionais básicos e verificou-se que quase todos atendem de maneira suficiente as condições especificadas.

Após a análise do sistema IRIS-T SLM-DIEHL verificou-se que: atende de maneira satisfatória ao exigido nos ROB e possui plenas condições de fazer frente às ameaças aéreas sul-americanas apresentadas no capítulo 2 (dois). No entanto, por ser um projeto

desenvolvido por um consórcio europeu, possui componentes de vários países, o que torna difícil o domínio tecnológico de todo sistema. No caso de uma possível aquisição do material, não existe a possibilidade de transferência de tecnologia, o que torna inviável sua aquisição para emprego no Brasil, pois não esta de acordo com o previsto nas diretrizes da END.

Do Sistema Pantsir S1, foi possível concluir que, apesar de possuir grandes possibilidades para realizar DAAe de Me Altu, não seria um sistema adequado para emprego no Brasil, por possuir as limitações já citadas e por não atender alguns ROB, entre eles o de ser transportável pelas aeronaves C-130 e KC 390, o que compromete a mobilidade estratégica da defesa aeroespacial brasileira.

O sistema NASAMS apesar de ser um sistema de defesa antiaérea reconhecido e com grandes capacidades operacionais, mesmo atendendo aos ROB, ele não seria adequado para o Brasil, pois o domínio da tecnologia é condicionado ao interesse dos Estados Unidos, sendo assim não estando de acordo com previsto nas diretrizes da END.

Após realizar a pesquisa, conclui-se que o sistema nacional de defesa de média altura da AVIBRAS é o mais viável, em virtude de atender aos ROB e fazer com que o Brasil tenha o domínio tecnológico de todo sistema. Mesmo havendo algumas ressalvas devido à necessidade de grandes investimentos em tecnologia e pesquisa, e somado ao fato de aspectos técnicos relativos ao desempenho deste armamento ainda não terem sidos averiguados na prática, tendo em vista este ser apenas um projeto em potencial. Mesmo com esses óbices, este sistema, caso torne-se realidade como apresentado pela empresa, atenderia as demandas imprescindíveis de defesa antiaérea de média altura para o território brasileiro.

Ao desenvolver um sistema de defesa antiaérea de média altura, genuinamente brasileiro, mesmo com as dificuldades supracitadas, estaria de acordo com a Estratégia Nacional de Defesa, atendendo algumas diretrizes dentre as quais cabe destaque as de número (6) e (22):

- 6. Fortalecer três setores de importância estratégica: o espacial, o cibernético e o nuclear.
- 22. Capacitar à indústria nacional de material de defesa para que conquiste autonomia em tecnologias indispensáveis à defesa.

O Brasil daria um grande salto na indústria nacional, com a geração de novas tecnologias, capacitando sua indústria bélica para ter o *“know-how”* de defesa. O domínio

de tecnologia do sistema de defesa antiaérea de média altura e de outros que eventualmente surjam no país, faria com que diminuísse ao máximo a dependência tecnológica do Brasil em relação a outros países.

Equipamentos de origens diversas criam dificuldades de interoperabilidade, que degradam potencialidades. Sistemas integrados são importantes multiplicadores do poder de combate e o Brasil tem esta capacidade de integração.

O desenvolvimento deste sistema aumentaria consideravelmente o poder de dissuasão da artilharia antiaérea do Brasil, pois este armamento teria a competência de realizar a defesa contra todos os vetores aéreos da América do Sul. Este aspecto é essencial para que o Brasil tenha de maneira inquestionável a liderança militar no continente, sobretudo a manutenção de sua soberania.

REFERÊNCIAS

CHALELLA JÚNIOR, João. **A defesa antiaérea do território nacional em face às ameaças à média altura.** Rio de Janeiro, 1997. 47p. Monografia (Curso de altos estudos militares). ECEME, Rio de Janeiro, 1997.

EXÉRCITO BRASILEIRO; **Emprego da Artilharia Antiaérea**. Manual de Campanha C44-1, 4ª ed. Brasília, EGCCF: 2001.

EXÉRCITO BRASILEIRO: **PORTARIA Nº 139 - EME, DE 17 DE SETEMBRO DE 2012**. Aprova os Requisitos Operacionais Básicos.

JANTSCH, Vitor Augusto Kopp. **Requisitos operacionais básicos para um míssil de média altura frente a ameaça no TO sul-americano.** Rio de Janeiro, 2005. 31p. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2005.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Política de defesa nacional.** Brasília: Ministério da Defesa, 2012.

SISTEMA IRIS-T. Disponível em:
<http://sistemasdearmas.com.br/aam/irist.html> acesso em 27 de julho de 2017.

ESCRITÓRIO DE PROJETOS DO EXÉRCITO. Disponível em:
<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/defesa-antiaerea > acesso em 2 de setembro de 2017.

PROJETOS ESTRATÉGICOS. Disponível em:
<http://www.adesg.net.br/noticias/projetos-estrategicos-do-exercito> acesso em 2 de setembro de 2017.

PROJETOS ESTRATÉGICOS DO EXÉRCITO. Disponível em:
< http://www.defesanet.com.br/laad2013/noticia/10626/LAAD-Bastidores-3-----Projeto-Estrategico-Defesa-Antiaerea/ > acesso em 29 de julho de 2017.

PANTSIR. Disponível em:
< http://www.defesanet.com.br > acesso em 29 de julho de 2017.

RADAR M200. Disponível em:
< http://tecnodefesa.com.br/bradar-m200-realiza-o-primeiro-teste-real/ > acesso em 18 de agosto de 2017

DEFESA ANTIAÉREA. Disponível em:
<https://www.avibras.com.br/site/nossos-produtos-e-servicos/sistemas-de-defesa/defesa-antiaerea.html > acesso em 18 de agosto de 2017.

SUKHOI VENEZUELANO. Disponível em:
<http://www.aereo.jor.br/2013/12/17/alcance-dos-cacas-su-30mkv-da-venezuela-voce-esta-seguro/ > acessado em 11 de junho de 2017.

KFIR C10. Disponível em:
< http:// www.webinfomil.com> acesso em 11 de junho de 2017.

F-5 TIGER III DA FORÇA AÉREA CHILENA. Disponível em:
< www.defesaaereanaval.com.br> acesso em 11 de julho de 2017.

EC 707 CONDOR. Disponível em:
<www.tecnologamilitar.blogspot.com> acesso em 10 de julho de 2017.

MIG 29. Disponível em:
<http://www.planobrasil.com> acesso em 10 de julho de 2017.

CAÇA F-16. Disponível em:
<http://www.aereo.jor.br/2008/10/14/chile-deve-comprar-mais-cacas-f-16-de-segunda-mao/ > acesso em 11 de junho 2017.

NASAMS. Disponível em:
<https://armadainternational.com > acesso em 2 de setembro de 2017.

RODRIGUES JUNIOR, José Vilson. **Requisitos operacionais básicos para o míssil de média altura.** Uma proposta. Rio de Janeiro, 2004. 22p. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2004.

SANTOS, Renato Pinto dos. **A necessidade de reestruturação da artilharia antiaérea alocada ao SISDABRA.** A adoção do grupo de artilharia antiaérea de média altura para cada região de defesa aeroespacial. Rio de Janeiro, 2003. 14p. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2003.

ANTONELLO, Fernando Laureano. **Um sistema de mísseis antiaéreos de média altura capaz de se opor às ameaças aéreas da américa do sul**. Rio de Janeiro, 2008. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2008.

MARTINI, Júlio Cesar. **O emprego do sistema de defesa antiaérea pantsyr s1 no teatro de operações.** Rio de Janeiro, 2014. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS JUNIOR, Edson Ribeiro dos. **A Estruturação da AAAe de Média Altura no Exército Brasileiro: Desenvolvimento e Implantação.** Rio de Janeiro 2007. 235p. Tese Doutorado. Escola de Comando e Estado Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2007.

PERREIRA, André Luiz**. Os sistemas antiaéreos de média altura europeus que possam ser utilizados na zona do interior.** Rio de Janeiro, 2011. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2011.

NASCIMENTO, Diogo Figueredo. **Possibilidade de aquisição pelo Brasil de um sistema de mísseis de média altura frente aos possíveis ROB necessários ao seu funcionamento.** Rio de Janeiro, 2012. Monografia (Curso de Artilharia de Costa e Antiaérea). EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2012

.