

**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**

**CLAITON ROVIAN DUTRA**

**MÍSSEIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA NA DEFESA  
ANTIAÉREA BRASILEIRA, EM FACE AOS VETORES AÉREOS DA AMÉRICA  
DO SUL**

**Rio de Janeiro  
2018**

CLAITON ROVIAN DUTRA

**MÍSSEIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA NA DEFESA  
ANTIAÉREA BRASILEIRA, EM FACE AOS VETORES AÉREOS DA AMÉRICA  
DO SUL**

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 HAMILTON MELLO VIEIRA**

**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)**

DUTRA, Claiton Rovian (1º Ten Art). Mísseis de artilharia antiaérea de média altura na defesa aérea brasileira, em face aos vetores aéreos da América do Sul. 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: HAMILTON MELLO VIEIRA / MAJOR / ARTILHARIA

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: \_\_\_\_\_

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

---

**RICARDO CESAR DE ARAÚJO – Maj Art  
Presidente da Comissão**

---

**HAMILTON MELLO VIEIRA – Maj Art  
1º Membro da Comissão**

---

**VINICIUS GOMES DE JESUS - Cap Art  
2º Membro da Comissão**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que constantemente nos concede forças e guia pelos melhores caminhos, que continue a nos cobrir com seu manto de paz, saúde e felicidade.

À minha família, alicerce incontestável, que sempre me apoiou e é combustível para meu auto aperfeiçoamento.

Ao meu orientador, pelas oportunas sugestões e correções na elaboração deste trabalho, além do irrestrito suporte e disponibilidade.

“A coisa mais importante é não parar  
de questionar. Curiosidade tem sua  
própria razão de existir”  
(Albert Einstein)

## MÍSSEIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA NA DEFESA ANTIAÉREA BRASILEIRA, EM FACE AOS VETORES AÉREOS DA AMÉRICA DO SUL

Claiton Rovian Dutra

**Resumo:** O presente trabalho tem por objetivo analisar sistemas de mísseis antiaéreos de média altura presentes no mercado e o projeto do sistema de defesa antiaérea de média altura (SISDAMA-BR) “ASTROS Antiaéreo” que pudessem suprimir a lacuna de defesa do espaço aéreo brasileiro juntamente ao Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA). A fim de ambientar o leitor é feito um breve apanhado histórico da evolução das ameaças aéreas e de alguns conceitos fundamentais para o entendimento do desenvolvimento do trabalho. Além disso, foram apresentados os requisitos operacionais básicos que os sistemas devem apresentar; foram analisadas as performances das principais aeronaves dos países da América do Sul e sua capacidade de realizar uma ação hostil em território nacional; foram explorados os Sistema: Iron Dome, RBS 23 BAMSE, BUK M1-2 e Astros Antiaéreo. Por fim, o autor apresenta uma proposta de linha de ação que lhe pareceria adequada para satisfazer este anseio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antiaérea, média altura, América do Sul.

**Abstract:** The present work has the objective of analyzing medium-altitude anti-aircraft missile systems in the market and the "ASTROS Antiaéreo" medium-altitude anti-aircraft defense system (SISDAMA-BR) that could suppress the Brazilian airspace defense gap together with the Brazilian Aerospace Defense System (SISDABRA). In order to enlighten the reader, a brief history of the evolution of air threats and some fundamental concepts for the understanding of the development of the work is made. In addition, the basic operational requirements that systems have to present are presented; the performances of the main aircraft of the South American countries and their capacity to perform hostile action in the national territory were analyzed; Systems were explored: Iron Dome, RBS 23 BAMSE, BUK M1-2 and Astros Antiaircraft. Finally, the author presents a proposal for a course of action that would seem appropriate for him to satisfy this yearning.

**KEYWORDS:** Antiaircraft, medium height, South America

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
2.1	TEMA .....	12
2.2	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	12
2.3	QUESTÕES DE ESTUDO.....	12
2.4	OBJETIVOS .....	12
2.5	JUSTIFICATIVA .....	13
2.6	CONTRIBUIÇÃO .....	14
2.7	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	14
<b>3</b>	<b>A DEFESA AEROESPACIAL BRASILEIRA.....</b>	<b>17</b>
3.1	REQUISITOS OPERACIONAIS CONJUNTOS .....	18
<b>4</b>	<b>AS CAPACIDADES AÉREAS DOS PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL .....</b>	<b>24</b>
4.1	ARGENTINA .....	24
4.2	BOLÍVIA .....	26
4.3	CHILE .....	28
4.4	COLÔMBIA .....	29
4.5	EQUADOR .....	31
4.6	GUIANA .....	33
4.7	PARAGUAI .....	34
4.8	PERU .....	35
4.9	SURINAME .....	37



4.10	URUGUAI .....	37
4.11	VENEZUELA .....	38
4.12	DEPARTAMENTO FRANCÊS ULTRAMARINO GUIANA.....	40
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO <i>IRON DOME</i> .....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO RBS 23 BAMSE .....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO DO SISTEMA BUK M1-2.....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA “ASTROS ANTIAÉREO” .....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Apenas cinco anos após o primeiro voo do 14 Bis, realizado em 23 de outubro de 1906, capitaneado pelo brasileiro Alberto Santos Dumont, seu pensamento utópico em tratar o avião apenas como arte deixou de existir. Acontece que, em 1911, os italianos utilizaram esta engenhosa ferramenta para lançar bombas contra o antigo Império Otomano, hoje Turquia, durante a guerra atualmente conhecida como “Guerra Ítalo-Turca”.

Em 23 de outubro de 1911, o Capitão do Exército Italiano Carlo Piazza voou com um Blériot XI, uma aeronave primitiva e frágil, fabricada à base de madeira e tecido que era impulsionada por um débil motor de 25 Hp, o que lhe permitia desenvolver uma velocidade de até 75 km/h e voar a uma altitude de até 1000 metros. Nesta oportunidade, o Cap Piazza se valeu do vetor aéreo para realizar um reconhecimento nas posições inimigas. Tal feito ficou conhecido como a primeira operação militar com aeronaves.

Já em 1º de novembro de 1911, o então Tenente Giulio Gavotti, a bordo de um Taube, realizou o primeiro bombardeio aéreo da história. Esta aeronave, por sua vez, possuía um motor um pouco mais potente de 85 Hp, o que lhe permitia transportar quatro bombas de aproximadamente um quilo e meio, que eram lançadas pelo próprio piloto, feitas basicamente de dinamite e que possuíam um poder de destruição semelhante ao de uma granada de mão.

Não obstante a glória italiana de realizar as primeiras operações militares de uma plataforma aérea, coube-lhes também a infelicidade de serem donos do primeiro avião abatido na história. Em 1912, soldados otomanos derrubaram uma aeronave Taube com tiros de fuzil. Desde então, as inovações tecnológicas na aviação não pararam de influenciar na dinâmica das guerras e na estruturação dos exércitos.

Mas foi apenas na 2º Guerra Mundial que os aviões se tornaram uma ferramenta de uso maciço nos campos de batalha. Nesta feita, os aviões deixaram de utilizar sua precária estrutura feita de madeira e lona e passaram a utilizar produtos mais duráveis, resistentes e que lhe conferiam uma maior capacidade de carga, dirigibilidade e capacidade de infiltração no território inimigo.

Pode-se perceber no desenrolar dos conflitos militares recentes, como os

conflitos no Iraque, Kosovo e Guerra Civil da Síria a crescente utilização de meios aéreos, em que se pese, a maciça utilização de mísseis de cruzeiro e modernos aviões de caça e ataque ao solo na saturação de áreas estratégicas.

“O desenvolvimento dos meios da aviação militar e dos submarinos permitiu a atuação militar nos vetores aeroespacial e subaquático, dando forma à terceira dimensão do campo de batalha (3ª DCB) (AZEVEDO, 2012, p. 6).”

Ao analisar as características do conflito moderno e as atuais condições da defesa aeroespacial ativa brasileira (meios de defesa aérea mais meios de defesa antiaérea) se percebe que o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA) esbarra em algumas lacunas.

Frente ao constante avanço da aviação com a implementação de dispositivos como: aparelhos ópticos que permitem navegação noturna; a tecnologia *stealth* que os torna quase invisíveis, sua, cada vez maior, capacidade de carga e a tecnologia *stand off* que permite o lançamento de armamentos além do campo visual, fez-se necessária a evolução de armas antiaéreas para se contraporem à tão moderna ameaça.

Em um provável confronto armado na América do Sul conclui-se que o Brasil está extremamente vulnerável ante alguns vetores aéreos presentes no TO Sul-Americano. No tocante a defesa aérea, a Força Aérea Brasileira (FAB) dispõe de uma flotilha defasada de aeronaves F-5E Tiger II, AMX-A1 e A-29 Super-Tucano. No tocante a defesa antiaérea, o SISDABRA está desprovido de meios capazes de confrontar ameaças na faixa de média altura (3 km - 15 km).

Cabe ressaltar que a disponibilidade de meios antiaéreos de média altura permite que o Exército Brasileiro se valha do fundamento antiaéreo de engajamento antecipado. Ao contrário da defesa antiaérea de baixa altura que é vocacionada a proteção de pontos sensíveis, a aquisição de meios antiaéreos de média altura permitirá a proteção de uma área, bem como, possibilitará a oportunidade de um maior tempo de aprestamento para resposta.

Um país como o Brasil, que ocupa uma posição de destaque na dimensão política-estratégica regional não pode se furtar de tão valioso recurso. O país é líder na prospecção petrolífera em águas profundas, possui fábricas que produzem combustível nuclear, hidrelétricas de grande porte, pólos industriais concentrados e densos e dezenas de refinarias de petróleo.

Em face ao exposto, este trabalho buscar analisar as capacidades técnicas

dos vetores aéreos presentes na América do Sul e os sistemas de defesa antiaérea de média altura: BUK, IRON DOME e Sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura SIDAMA-BR “ASTROS ANTIAÉREO”, a fim de formular uma sugestão de aquisição que possa suprimir o hiato da defesa aeroespacial brasileira.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 TEMA

A análise de sistemas antiaéreos de média altura com eficiência comprovada em combate alinhados às necessidades brasileiras, para se contraporem às ameaças aéreas advindas dos países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai, Venezuela, além do Departamento francês ultramarino Guiana) capazes de atuar no envelope de emprego da média altura brasileiro, é objetivo central do presente trabalho.

### 2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Do exposto, pode-se problematizar a seguinte questão para pesquisa: em quais sistemas de armas antiaéreas de média altura encontramos capacidades técnicas capazes de se contraporem satisfatoriamente às ameaças aéreas sul-americanas?

### 2.3 QUESTÕES DE ESTUDO

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

- a) Que tipo de aeronaves os países sul-americanos possuem e quais as suas capacidades?
- b) Quais sistemas de armas antiaéreas de média altura possuem eficiência comprovada em conflitos armados recentes?
- c) Quais vetores aéreos encontrados na América do Sul possuem capacidades semelhantes aos vetores aéreos recém neutralizados por sistemas de média altura?
- d) O projeto em desenvolvimento do Sistema de Artilharia Antiaérea da AVIBRAS – Indústria Aeroespacial preencheria a lacuna da Defesa Antiaérea Brasileira de forma eficiente?

### 2.4 OBJETIVOS

Alinhado com os questionamentos realizados e ao problema exposto, traçou-se como objetivo geral desta pesquisa apresentar opções de sistemas antiaéreos de média altura com capacidade para complementar a Defesa Antiaérea do Espaço

Aéreo Brasileiro. A fim de viabilizar a consecução do objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos que auxiliarão na sequência do raciocínio:

- a. Apresentar os vetores aéreos pertencentes aos países sul-americanos que possuem capacidade técnica para realizarem ações ofensivas em pontos estratégicos no território brasileiro;
- b. Apresentar três sistemas de mísseis antiaéreos aptos a complementarem a Defesa Antiaérea do TN, dentro do envelope da média altura, assim como os vetores aéreos que foram eficientemente contrapostos por estes, comparando com as possibilidades técnicas dos principais meios de combate aéreos dos países sul-americanos;
- c. Verificar se o projeto de defesa antiaérea de média altura da AVIBRAS atende as necessidades DA Ae de média altura frente aos principais vetores aéreos dos países sul americanos;
- d. Concluir a cerca de qual sistema de defesa antiaérea presente neste estudo é tecnicamente mais adequado para o Brasil.

## 2.5 JUSTIFICATIVA

Quanto à justificação deste trabalho, consta na Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa, o seguinte:

A transformação de todo o Exército em vanguarda, com base no módulo brigada, terá prioridade sobre a estratégia de presença. Nessa transformação, será prioritário o aparelhamento baseado no completamento e na modernização dos sistemas operacionais das brigadas, para dotá-las de capacidade de rapidamente fazerem-se presentes. A transformação será, porém, compatibilizada com a estratégia da presença, em especial na região amazônica, em face dos obstáculos à mobilidade e à concentração de forças. Em todas as circunstâncias, as unidades militares situadas nas fronteiras funcionarão como destacamentos avançados de vigilância e de dissuasão. Nos centros estratégicos do País – políticos, industriais, científico 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, 2012. p.79, grifo nosso).

O Brasil, graças a seu desenvolvimento econômico, destaque geopolítico no cenário internacional, precioso acervo de Infraestruturas Críticas (IEC) e grande patrimônio de riquezas naturais, que despertam a cobiça internacional, necessita, dentre outros, de meios de defesa antiaérea de média altura que protejam seu povo e seu território.

## 2.6 CONTRIBUIÇÃO

O presente estudo pretende analisar as capacidades dos países sul-americanos de realizarem uma eventual ação hostil dentro do Espaço Aéreo Brasileiro, dentro dos limites da média altura. Assim como, sugerir um sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura capaz de se integrar ao Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA).

## 2.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto à natureza, o presente estudo se caracteriza em uma pesquisa do tipo aplicada, que tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática com a finalidade de selecionar um sistema de defesa antiaéreo apto à complementar a defesa antiaérea brasileira, valendo-se para tal do método indutivo, no qual será considerado um número suficiente de casos particulares até que se chegue a uma conclusão genérica.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua consecução, tem por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

A seleção das fontes de pesquisa foi baseada em publicações de pessoas com notório saber na área de defesa antiaérea, além de, publicações de órgãos oficiais do governo brasileiro, principalmente, as com origem ou canceladas pelo Ministério da Defesa. Quanto à análise das ameaças aéreas, a seleção se valeu, sobretudo, em fontes de renomada reputação na área de defesa, por se tratar de assunto sensível e com teor de caráter reservado.

O delineamento de pesquisa contemplou as fases de levantamento e seleção da bibliografia, coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, argumentação e discussão dos resultados.

Com relação às dimensões da variável mísseis antiaéreos de média altura, foram analisados os sistemas já utilizados em cenários de conflito, que se mostraram eficazes e, que neutralizaram ameaças com capacidades semelhantes aos de países vizinhos ao Brasil.

O estudo foi limitado a analisar apenas os países sul-americanos, por se

tratarem dos oponentes mais prováveis na ativação de um Teatro de Operções/ Área de Operações no subcontinente América do Sul. Além disso, considera apenas as aeronaves capazes de atuar na faixa de emprego de média altura (de 3 a 15 km).

No tocante à análise das capacidades das ameaças aéreas, convencionou-se considerar a aptidão das aeronaves em chegarem a dois pontos, um marco político e o outro econômico, conforme preconiza o Manual de Campanha – DEFESA ANTIAÉREA, por serem estruturas prioritárias para a Defesa Aeroespacial. A capital federal, Brasília, por ser de natureza governamental, a fim de garantir o exercício do poder político e a sobrevivência nacional e o Complexo Portuário de Santos, por ser de natureza e interesse civil, a fim de garantir a vida econômica do país e a integridade da população pelo fato de, segundo a Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), corresponder à cerca de um quarto da participação na Balança Comercial Brasileira em valores.

No desenvolvimento serão abordadas as seguintes seções secundárias:

- Capítulo 3, A DEFESA AEROESPACIAL – Pretende ambientar o leitor quanto às particularidades da defesa antiaérea e dos requisitos operacionais conjuntos “ROC” que devem ser satisfeitos para aquisição de um sistema de artilharia antiaérea de média altura;

- Capítulo 4, AS CAPACIDADES AÉREAS DOS PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL - Pretende elencar os vetores aéreos com aptidão para engajar alvos no envelope de emprego da média altura, sobretudo, nos pontos do território nacional (TN) selecionados para esta pesquisa;

- Capítulo 5. APRESENTAÇÃO DO IRON DOME - Pretende analisar as características do sistema de mísseis, sua utilização por Israel na interceptação de vetores aéreos disparados pelo Hamas e Hezbollah;

- Capítulo 6, APRESENTAÇÃO DO SISTEMA RBS 23 BAMSE - Pretende analisar as características do sistema de mísseis;

- Capítulo 7, APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREO BUK  
- Pretende analisar as características do sistema de mísseis, sua participação em



acontecimentos como a queda do voo MH17 Malaysia Airlines;

- Capítulo 8, APRESENTAÇÃO DO PROJETO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA SIDAMA-BR “ASTROS ANTIAÉREO” - Pretende analisar as características do sistemas de mísseis brasileiro; e

- Capítulo 9, CONCLUSÃO – Pretende concluir sobre qual sistema de mísseis de média altura seria adequado para as necessidades de defesa antiaérea de média altura brasileira.

### 3 A DEFESA AEROESPACIAL BRASILEIRA

A fim de propiciar uma melhor compreensão do assunto desenvolvido por este trabalho e redimir dúvidas que possam surgir em virtude da recente reestruturação da Força Aérea Brasileira (FAB) é de grande valia corroborar o entendimento acerca de alguns tópicos.

O Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro tem como ângulo assegurar a soberania do espaço aéreo brasileiro e foi criado com o seguinte propósito:

O Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA) foi criado com o intuito de reunir os meios envolvidos na missão de defesa aeroespacial do território brasileiro em uma organização sistêmica, sem mudar a estrutura tradicional desses meios, com o mínimo de dispêndio e o máximo de eficiência." (BRASIL, 2017a, p. 2-1)

De acordo com Brasil (2017a), o Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE) é o órgão central componente do SISDABRA no território nacional, exerce o planejamento e o controle das ações de Defesa Aeroespacial, cabendo-lhe orientar todos os meios afetos à defesa aeroespacial através das Normas Operacionais do Sistema de Defesa Aeroespacial (NOSDA).

Ainda de acordo com Brasil (2017a), a artilharia antiaérea se classifica basicamente quanto ao seu tipo: de tubo ou mísseis; quanto ao seu transporte: portátil (Ptt), auto-rebocada (AR) e autopropulsada (AP) e quanto à sua altura: baixa altura (engajando alvos de 0 à 3000 m), média altura (engajando alvos voando entre 3000 e 15.000 m) e grande altura (alvos operando acima dos 15.000 m).

Segundo Brasil (2017b), a artilharia antiaérea de média altura, foco deste estudo, é empregada, geralmente quando há grande densidade de pontos sensíveis dentro de uma Zona de Ação (Z Aç). A disponibilidade deste tipo de material em uma defesa antiaérea é de suma importância por propiciar, devido ao seu maior alcance, o planejamento da defesa segundo o fundamento da defesa em profundidade, mantendo o inimigo engajado desde o alcance dos seus mísseis até o emprego de mísseis e canhões de baixa altura. Além disso, por compartilhar, muitas vezes, seu envelope de ação com os meios de Defesa Aérea da Força Aérea Brasileira (FAB), exige do escalão enquadrante uma maior coordenação.

A atividade aérea nesta faixa é constituída basicamente de aeronaves de asa fixa, dentre elas:

- a) aeronaves de sistema aéreo de controle e alerta (*AWACS - Airborne Warning and Control System*), que realizam a vigilância aérea com funções de comando, controle e comunicações;
- b) aeronaves de alerta aéreo antecipado (*AEW - Airborne Early Warning*), que tem como objetivo detectar outras aeronaves e são utilizadas tanto em operações defensivas quanto ofensivas;
- c) bombardeiros e aeronaves de ataque ao solo, geralmente com equipamentos de pontaria e ataque bastante precisos; e
- d) aeronaves de transporte de pessoal e carga.

### 3.1 REQUISITOS OPERACIONAIS CONJUNTOS

Em virtude do encerramento das conversações do governo brasileiro com o governo russo para aquisição do sistema de armas Pantsir S1, que partiu do Comando da Aeronáutica em agosto de 2016, abriu-se a necessidade deste estudo voltado a sugerir um novo sistema de armas apto a se contrapor às ameaças no envelope de emprego da média altura.

Para que seja realizada a aquisição de um sistema de armas, este deve satisfazer aquilo que se denomina requisitos operacionais. Os requisitos operacionais se tratam de funções, propriedades e especificações, por exemplo, que de forma geral, são necessários para atender aos objetivos de determinado projeto.

A partir da assertiva de Caldas (2014) que afirma que a lacuna a diferentes ameaças aéreas provenientes da média altura clama por uma solução que contribua para suprimir a deficiência que tem comprometido o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro, é de valia apresentar os Requisitos Operacionais Conjuntos do Sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura das Forças Armadas (ROC nº 40/2013) publicados no Diário Oficial da União Nº 127, de 04 de julho de 2013:

#### DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS

Os requisitos a seguir foram obtidos pela consolidação das características operacionais e técnicas comuns de emprego das três Forças Armadas, constantes em suas documentações orientadoras e normativas, após reuniões coordenadas pela Comissão de Logística Militar (COMLOG), realizadas no Ministério da Defesa, em 2012 e 2013.

Os requisitos estão divididos em absolutos e desejáveis. Os absolutos são obrigatórios no Sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura das Forças Armadas.

Os desejáveis, não obrigatórios, devem ser buscados pelo incremento da operacionalidade, valorizando a melhor escolha.

I) Requisitos Absolutos (RA):

1) Interfaces com Sistemas Externos.

1.1) deve possuir Interface de Coordenação com os meios de Comando e Controle (C<sup>2</sup>) da Marinha do Brasil (MB), do Exército Brasileiro (EB) e da Força Aérea Brasileira (FAB);

1.2) deve possuir Interface de Coordenação e Controle com os meios de Defesa Aeroespacial (D Ae)pc) das Forças Armadas (FA) brasileiras;

2) Função Vigiar o Espaço Aéreo.

2.1) deve realizar a Vigilância do Espaço Aéreo (Esp Ae), fazendo uso de seus Sistemas de Controle e Alerta (Sist Ct Alr) e Sensor de Busca (Sns Bsc) do Sistema de Armas (Sist A), 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. para sistemas instalados em navios, em condições de mar até 6 (seis) da escala Beaufort;

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

f. em ambiente de Guerra Eletrônica e Guerra Cibernética.

3) Função Coordenar o Emprego.

3.1) deve coordenar com a FAB, por meio da Interface de Coordenação, o emprego de seus meios Antiaéreos (AAe) ao detectar uma ameaça Aeroespacial (Ae)pc) localizada em faixa do Esp Ae destinada à aviação de interceptação e à AAe de Média Altura (Me Altu);

3.2) deve coordenar o emprego de seus meios AAe, ao detectar uma ameaça Ae)pc localizada em faixa do Esp Ae destinada a outros elementos integrantes dos demais Sistemas Operacionais (Sist Op) das Forças Singulares;

3.3) deve coordenar-se, por meio da Interface de Coordenação, o emprego de meios de Baixa (Bx) e Média (Me) Alturas (Altu), ao detectar uma ameaça Ae)pc que esteja em faixa do Esp Ae destinada à AAe;

#### 4) Função Controlar o Emprego.

4.1) deve controlar o emprego de seus meios AAe, por meio da Interface de Controle, ao detectar uma ameaça Ae pc que esteja em faixa do Esp Ae destinada à AAAe Me Altu;

4.2) deve ter o emprego de seus meios controlado pelo Centro de Operações, seja na Zona do Interior (ZI) ou na Zona de Combate (ZC), para o engajamento de uma ameaça Ae pc, que esteja em faixa do Esp Ae destinada à AAAe Me Altu, quando acionado por esse Centro;

#### 5) Função Identificar Ameaças.

5.1) deve integrar-se ao Sistema de Defesa Aeroespacial, identificando uma ameaça como amiga ou inimiga, por meio de Sist Ct Alr, em tempo não superior a 20 (vinte) segundos após sua detecção;

5.2) deve identificar uma ameaça Ae pc como amiga ou inimiga, com seus meios orgânicos, ao detectar uma ameaça Ae pc que esteja dentro de seu volume de responsabilidade (VRDA Ae);

5.3) o Sensor de Busca do Sistema de Controle e Alerta do sistema deve possuir arquitetura funcional que lhe permita receber os protocolos e equipamentos necessários para permitir o funcionamento do Interrogador IFF Modo 4, em desenvolvimento no Brasil;

#### 6) Função Engajar Ameaças.

6.1) deve engajar ameaças com seus meios orgânicos, ao detectar uma ameaça Ae pc que esteja dentro de seu Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea (VRDAAe);

6.2) deve engajar ameaças com seus meios orgânicos, ao ser acionado pelo alocador de armas do Centro de Operações Militares (COpM) (na ZI e em Operações de Não-Guerra - Op NG) ou do Centro de Operações Aéreas do Teatro (COAT) da Força Aérea Componente (FAC) (no Teatro de Operações - TO).

#### 7) Função Relatar Ação Hostil.

Deve ter a capacidade de produzir e transmitir Relatórios de Engajamento de Artilharia Antiaérea (ARTIREL) ao Órgão de Controle de Operações Aéreas Militares (OCOAM), com jurisdição sobre a área de incidência.

#### 8) Requisitos de Interfaces Externas.

##### 8.1) Interface de Coordenação e Controle.

Deve possuir protocolos compatíveis com os meios de Comando e Controle

(C<sup>2</sup>) das FA.

#### 8.2) Requisitos de Integração.

a) deve possuir protocolos compatíveis com os utilizados pelo Sist Op DA Ae e que permitam a mútua integração dos Sist Ct Alr, Sist A, Sist Com e Sist Log, em todos os seus escalões;

b) deve possuir condições para instalar os equipamentos de comando e controle determinados pelas Forças Singulares.

#### 8.3) Requisitos Ambientais.

a) os meios orgânicos do Sistema, quando armazenados, devem manter as suas condições ideais, para satisfazer as especificações contidas nos requisitos específicos das FA, quando submetidos a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de salinidade, de choque mecânico, de vibração, de radiações e de interferência eletromagnética e de fungos, de acordo com as condições determinadas em seus Manuais;

b) os meios orgânicos do Sistema em deslocamento terrestre devem manter as suas condições ideais, para satisfazer as especificações contidas nos requisitos específicos das FA, quando submetidos 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, no ambiente operacional;

c) os meios orgânicos do Sistema em deslocamento marítimo devem manter as condições ideais, para satisfazer as especificações contidas nos requisitos específicos das FA, quando submetidos 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, no ambiente operacional;

d) os meios orgânicos do Sistema em deslocamento fluvial devem manter as condições ideais, para satisfazer as especificações contidas nos requisitos específicos das FA, quando submetidos 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, no ambiente operacional;

e) os meios orgânicos do Sistema em operação devem manter as condições ideais, para satisfazer as especificações contidas nos requisitos específicos das FA,

quando submetidos a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de precipitação pluviométrica, de salinidade, de radiação e de interferência eletromagnética, no ambiente operacional.

#### 8.4) Função Engajar Alvos.

a) o Sistema deve possuir modo manual e automático, em todo o processo de aquisição e engajamento de alvos pelo sistema;

b) o Sistema deve engajar, com efetividade, ameaças aeroespaciais em um envelope mínimo de 20.000 (vinte mil) metros de alcance horizontal e entre 50 (cinquenta) metros a 15.000 (quinze mil) metros de alcance vertical;

c) quando instalados em navios, o Sistema deve engajar, com efetividade, ameaças aeroespaciais em um envelope mínimo de 30.000 (trinta mil) metros de alcance horizontal e entre 30 (trinta) metros a 15.000 (quinze mil) metros de alcance vertical;

d) o Sistema deve engajar no mínimo 4 (quatro) alvos simultaneamente na zona de emprego do sistema;

e) o Sistema deve possuir probabilidade de neutralização do alvo (PKILL) de 80% (oitenta por cento) no mínimo, consideradas as ameaças aeroespaciais e os limites estabelecidos no requisito absoluto 8.4, letras b e c;

f) os mísseis do sistema de armas devem possuir condições para engajar ameaças aeroespaciais desenvolvendo velocidades entre 0 (zero) e 1.000 (mil) metros por segundo, no mínimo, permitindo o engajamento de helicópteros em voo pairado, aeronaves de asas fixas tripuladas, ou não, e diversos tipos de munições inteligentes;

g) o Sistema deve fornecer manuais técnicos e demais fontes de consulta no idioma inglês, quando não disponíveis no idioma português;

h) o Sistema deve possuir capacidade de autodestruição do míssil em voo.

#### 9) Função Mobilidade.

9.1) as plataformas terrestres devem apresentar condições de mobilidade que permitam seu posicionamento utilizando apenas viaturas sobre rodas ou reboque para sua movimentação;

9.2) as viaturas sobre rodas devem possuir motorização alimentada por óleo diesel.

#### 10) Requisito de Treinamento.

Deve oferecer um simulador que permita o treinamento de todas as funções

de operações do sistema, evitando a necessidade de aquisição deste equipamento como acessório.

## II) Requisitos Desejáveis (RD).

1) é desejável que o sistema controle em voo no mínimo 8 (oito) mísseis simultaneamente, na sua zona de emprego.

2) é desejável possuir capacidade para engajamento de ameaças aeroespaciais em 360° (trezentos e sessenta graus), sem a necessidade de movimentar a sua plataforma.

3) é desejável que proveja alvos aéreos compatíveis com os parâmetros técnicos de treinamento real do sistema.

4) é desejável que possua vida útil mínima de 20 (vinte) anos, incluindo as devidas revitalizações (middle age update).

5) é desejável que possibilite a sua utilização em veículos fabricados no Brasil, como plataformas do Sistema Antiaéreo, no caso de plataformas terrestres.

6) é desejável que forneça manuais técnicos e demais fontes de consulta no idioma português.

7) é desejável que as plataformas terrestres ofereçam enlaces alternativos para estabelecer Comando e Controle (C<sup>2</sup>) entre os componentes do Sistema Antiaéreo, tais como: cabos de fibra ótica, antenas de micro-ondas, dentre outros.

8) é desejável que ofereça proteção contra ameaças Químicas, Biológicas, Radiológicas e Nucleares (QBRN) aos seus operadores.

9) é desejável que os meios orgânicos do Sistema sejam transportados em aeronaves, mantendo as suas condições ideais, para satisfazer as especificações contidas nos requisitos específicos das FA, quando submetidos a uma faixa de variação de temperatura, de umidade, de pressão, de choque mecânico, de vibração, de radiação e interferência eletromagnética, de acordo com as condições determinadas em seus Manuais Técnicos, no ambiente operacional.

10) é desejável que os meios orgânicos do Sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura sejam alimentados por fonte de energia elétrica, com frequência variando de 50 (cinquenta) Hz a 60 (sessenta) Hz, bem como tensão variando de 127 (cento e vinte e sete) Volts a 220 (duzentos e vinte) Volts, conforme legislação em vigor, estabelecendo variações de tensão e frequência máximas permitidas para consumidores comerciais de energia elétrica, além dos recursos internos provenientes dos grupos geradores, como alternativa.



## 4 AS CAPACIDADES AÉREAS DOS PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL

Neste capítulo serão abordadas as capacidades dos vetores aéreos dos países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai, Venezuela, além do Departamento francês ultramarino Guiana) concomitantemente com sua capacidade de atingirem a capital federal, Brasília, e/ou a cidade de Santos, localizada no estado de São Paulo.

### 4.1 ARGENTINA

A frota da Força Aérea Argentina contém basicamente aviões de asa fixa de combate, transporte, enlace e treinamento, além de aeronaves de asa rotativa que não são foco deste estudo devido à sua limitada autonomia. A Força Aérea Argentina chegou a ser uma das mais poderosas da América do Sul, porém, após a Guerra das Malvinas, vem perdendo gradativamente seu poder de combate.

Analisando as unidades aéreas mais próximas do Brasil se destaca o 2º Grupo de Reconhecimento Aéreo e o 4º Esquadrão de Transporte Aéreo, sediados na Base Aérea do Paraná em Entre Ríos (ARGENTINA, 2017). A distância entre as cidades de Entre Ríos e Brasília é de 2.093,23 km como se vê na figura abaixo:

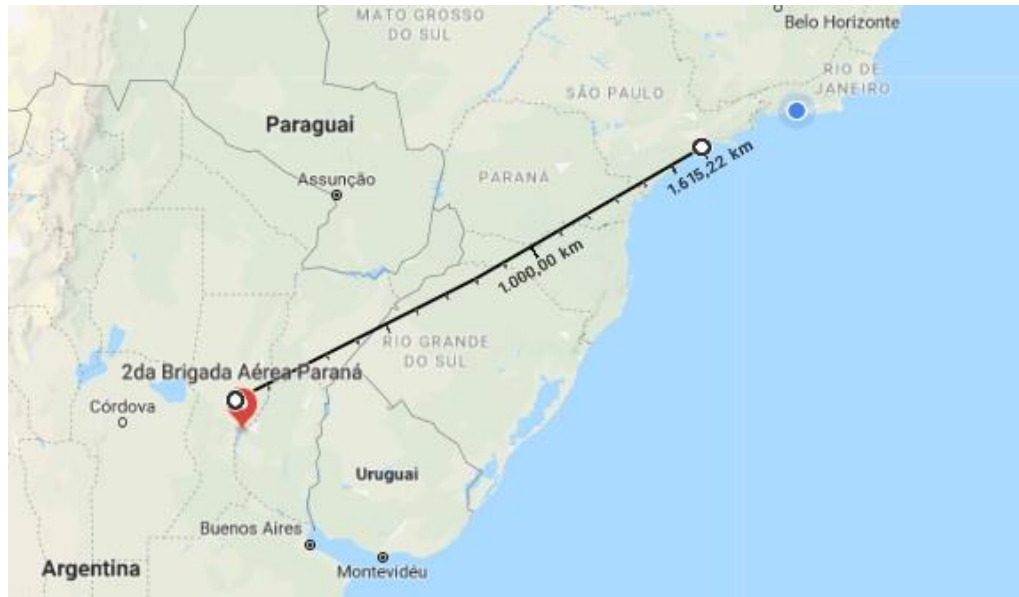
Figura 1: Distância entre as cidades Entre Ríos e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

Enquanto que a distância entre as cidades de Entre Ríos e Santos é de 1.615,22 km, como se visualiza na figura abaixo:

Figura 2 - Distância entre as cidades Entre Ríos e Santos



Fonte: Google Earth, 2018

A *Fuerza Aerea Argentina* conta apenas com as aeronaves de fabricação nacional da FMA (*Fabrica Militar de Aviones*) Pucará e o jato IA-63 Pampa. A aeronave de fabricação nacional FMA IA-58/ Pucará, consiste em uma aeronave de ataque ao solo, turboélice que possui uma boa capacidade de carga útil (aproximadamente 2800 kg), porém, limitado raio de ação, não sendo desta feita, uma possível ameaça para o Brasil.

Além das duas nacionais, suas aeronaves A-4, que são ilustradas na figura 3, são as que representam seu maior poder dissuasório. Estas aeronaves são capazes de desenvolver uma velocidade de até 1.083 km/h em um teto máximo de 12.800 m.

Atualmente sem caças supersônicos em condições de operação plena, a principal arma aérea da argentina são os antigos caças-bombardeiros McDonnell-Douglas A-4 Skyhawk, com uma frota de 15 unidades ativas. No Passado, o A-4 foi um formidável avião de ataque ao solo e inclusive afundou uma série de navios ingleses nas Malvinas. Mas as perdas também foram imensas, de aeronaves e pilotos. Pode ser armado com bombas e mísseis guiados por calor, no entanto tem alcance limitado e baixa velocidade: cerca de 1100 km/h (VINHOLES, 2015, p.1).

Figura 3 – A-4 Skyhawk



Fonte: Taringa, 2015.

Assim sendo, percebe-se que a *Fuerza Aérea Argentina* não possui capacidades para realizar uma ação hostil em nossos pontos sensíveis selecionados devido ao alcance de bélico de aproximadamente 1160 km de suas aeronaves A-4 Skyhawk.

#### 4.2 BOLÍVIA

A Força Aérea Boliviana, também abreviada como FAB, que teve sua época de louros quando auxiliou na captura do guerrilheiro Che Guevara, hoje, possui como aeronaves de emprego tático o jato leve sino-paquistanês Karakorum K-8, apresentada na figura 5, que serve tanto para a formação dos pilotos quanto para combater, a aeronave suíça Pilatus PC-7 também utilizada para treinamento e o T-33 Shooting Star..

No ano de 2017, após 44 anos de serviço, a Força Aérea Boliviana desativou seus últimos T-33 Mark III projetados na década de 40. Estas aeronaves colocaram a aviação boliviana na era do jato (VINHOLES, 2017).

Analisando as unidades aéreas mais próximas do Brasil, percebe-se que as unidades da III Brigada Aérea, sediadas em Santa Cruz de La Sierra, são as que estão a menor distância de nossos pontos sensíveis, como se pode perceber na figura 4, distância esta de 1641 km de Brasília (FUERZA AÉREA BOLIVIANA, 2018).

Figura 4 - Distância entre Santa Cruz de La Sierra e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

O K-8 pode voar a velocidade máxima de 800 km/h, num teto máximo de 13.000 m e tem alcance aproximado de 2250 km (VINHOLES, 2015). Ou seja, mesmo que improvável e com poucos recursos tecnológicos, os aviões K-8 da *Fuerza Aérea Boliviana* teriam condições de realizar um ataque na capital federal Brasília.

Figura 5 - Avião K-8



Fonte: Fuerza Aérea Boliviana, 2018.

### 4.3 CHILE

“Historicamente, a Força Aérea Chilena - FACH é sem dúvida, a que se manteve mais equilibrada no que se refere à capacidade de combate na América do Sul (BERTAZZO, 2009, p.4).” Tal fato se deve basicamente a meticulosidade no planejamento e execução na gestão de seus materiais. A fim de ilustrar tal competência, a desativação de suas aeronaves Hawker Hunter foi rapidamente suprimida pela aquisição de aeronaves Dassault Mirage 5.

“A seu favor está a alocação dos recursos necessários, inclusive por uma lei que destina 10% dos lucros com as exportações do cobre chileno para gastos com defesa (BERTAZZO, 2009, p.4).”

O Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon, apresentado na figura 6, é o “carro chefe” da aviação de caça chilena, ao mesmo tempo, é a aeronave em maior quantidade na força, num total de 46 aeronaves.

O caça bombardeiro entrou em serviço no Chile entre os anos de 2006 e 2007, possui uma velocidade máxima de 2,05 Mach em um teto de 12.190 m, decola com um peso máximo de até 17 toneladas e possui uma autonomia máxima próxima dos 4000 km com seus tanques reservas.

Figura 6 – Caça bombardeiro Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon



Fonte: Cavok, 2017.



Além dos eficientes F-16, vale ressaltar que, segundo Vinholes (2015), a Força Aérea Chilena possui um Boeing 707 AWACS, o mais avançado avião de vigilância aérea presente na América do Sul, que pode detectar aeronaves voando até mesmo em baixa altura numa distância de 400 km

A Base Militar Aérea, Cerro Moreno, situada mais ao norte do Chile, que abriga a V Brigada Aérea da Força Aérea Chilena, encontra-se a uma distância de 2463 km de Santos, tornando factível um ataque a este ponto sensível. A FACH possui ainda os aviões reabastecedores KC-135 Stratotanker e Boeing KC-707 Águila.

Figura 7 - Distância entre Cerro Moreno e Santos



Fonte: Google Earth, 2018

#### 4.4 COLÔMBIA

A Força Aérea Colombiana é uma das maiores da América (depois de Peru, Estados Unidos, Brasil e Venezuela), possuindo elevado grau de adestramento, fruto de sua intensa atividade no combate ao narcotráfico e guerrilhas em ambiente de floresta tropical contra as Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (FARC).

O principal avião da Força Aérea Colombiana é o avião de combate israelense Kfir C-10. Tal aeronave é capaz de desenvolver uma velocidade máxima de 2,4 Mach, possui um teto de emprego de aproximadamente 22.000 m e um alcance máximo de aproximados 3200 km (FUERZA AÉREA COLOMBIANA, 2018).

“As aeronaves podem inclusive utilizar bombas guiadas a laser, sendo o

primeiro país da região a usar estas armas em combate (BERTAZZO, 2009, p.15).” As aeronaves Kfir C-10 passaram a ser utilizadas pela Força Aérea Colombiana a partir do ano de 2010 e estão em operação até os dias atuais. Além das aeronaves israeleneses, a FAC conta com aeronaves EMBRAER T-27 e T-29 Super-Tucano, utilizadas basicamente em operações de ataque ao solo contra estruturas ligadas ao tráfico de drogas.

Figura 8 – Kfir C-10



Fonte: Fuerza Aérea Colombiana, 2018.

Analisando as informações, percebe-se que a Base Aérea de Amazonas, situada em Letícia, Amazonas, vizinha da cidade brasileira de Tabatinga, é a base aérea mais próxima da capital federal Brasília, distante 2750 km aproximadamente (FUERZA AÉREA COLOMBIANA, 2018).

Figura 9 – Distância entre as cidades de Letícia e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

Levando-se em consideração sua autonomia máxima de 3200 km e a inexistência da capacidade de reabastecimento em voo (REVO) da Força Aérea Colombiana, conclui-se que um ataque ao ponto sensível Brasília é muito pouco provável.

#### 4.5 EQUADOR

A Força Aérea Equatoriana, nas décadas de 80 e 90 já foi uma das forças aéreas mais bem equipadas, como demonstrou a Guerra de Cenepa, contra o Peru, em 1995 (BERTAZZO, 2009).

Atualmente, a FAE opera de 4 bases aérea: Ala de Combate 21 (Base Aérea Taura), Ala de Combate 22 (Base Aérea Simon Bolivar), Ala de Combate 23 (Base Aérea Eloy Alfaro) e Ala de Transporte 11 (Base Aérea Marechal Sucre), tendo como principais vetores aéreos o Atlhas Cheetah e o Super Tucano (FUERZA AÉREA ECUATORIANA, 2018).

Segundo Valduga (2012), a Força Aérea Equatoriana comprou 12 caças supersônicos Cheetah sul-africanos fabricados pela Denel Aviation, sendo 10 caças Cheetah C (monoplace) e 2 caças Cheetah D (biposto).

Os caças Atlas Cheetah são capazes de desenvolver uma velocidade de até 2338 km/h, voar em um teto de até 17.000 m e possuem um alcance máximo de 2400 km.



Figura 10 – Caça Atlas Cheetah



Fonte: Fuerza Aérea Ecuatoriana, 2018.

Levando em consideração que a Força Aérea Equatoriana não possui aeronaves com a capacidade de reabastecimento em voo (REVO) e que, a Base Aérea Taura, localizada à leste do Rio Taura, estar a uma distância aproximada de 3875 km da capital Brasília, somadas ao fato de o Equador não fazer fronteira com o Brasil, um ataque aéreo equatoriano nas condições atuais não seria exequível.

Figura 11 – Distância entre as cidades de Taura e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

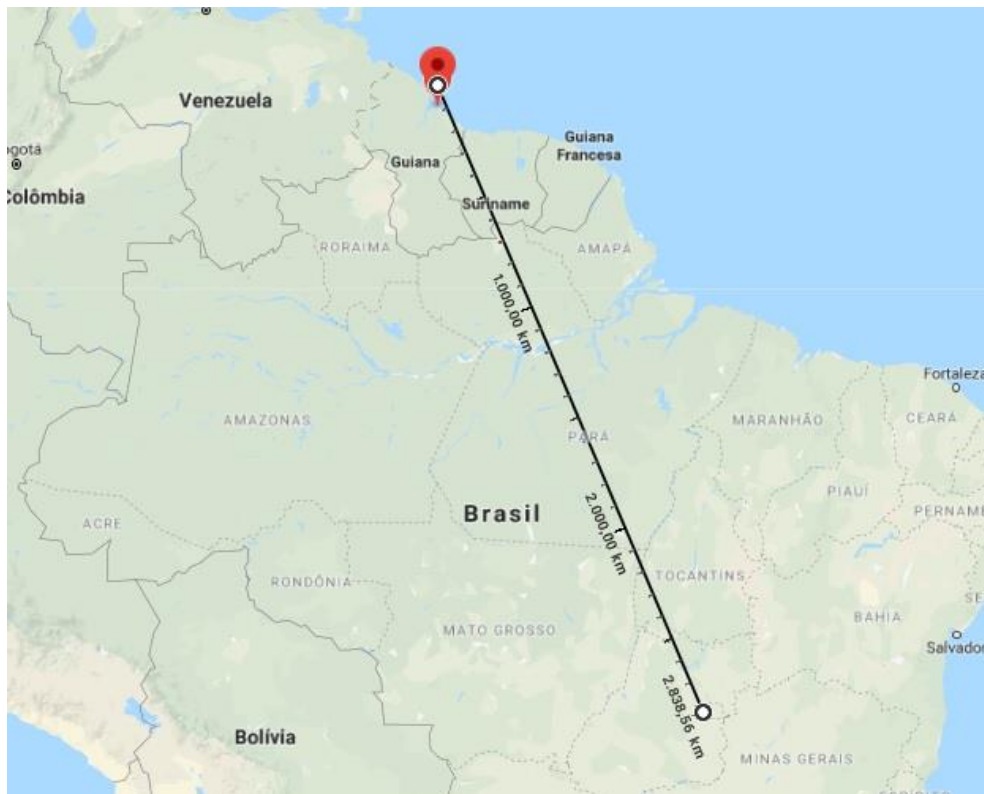
## 4.6 GUIANA

A Guiana não possui uma Força Aérea, mas sim a Força de Defesa da Guiana (*Guyana Defense Force*). Segundo Vinholes (2015) a Força de Defesa da Guiana possui apenas duas aeronaves de transporte e quatro helicópteros, que operam principalmente na vigilância costeira, sendo todos desarmados.

O Comandante em Chefe das Forças Armadas é o Presidente. A Força de Defesa da Guiana conta com cerca de 2.500 pessoas. O exército formou dois batalhões de infantaria, um batalhão de segurança, um batalhão especial, um campo de bombeiros de apoio e uma companhia de artilharia. (GUYANA DEFENSE FORCE, 2018, tradução nossa.)

Deste modo, tal país, além da distância de sua capital Georgetown até Brasília ser de aproximadamente 2840 km, com sua capacidade de combate limitada e inexistência de meios aéreos de ataque, não oferece risco iminente para o Brasil.

Figura 12 – Distância entre as cidades Georgetown e Brasília

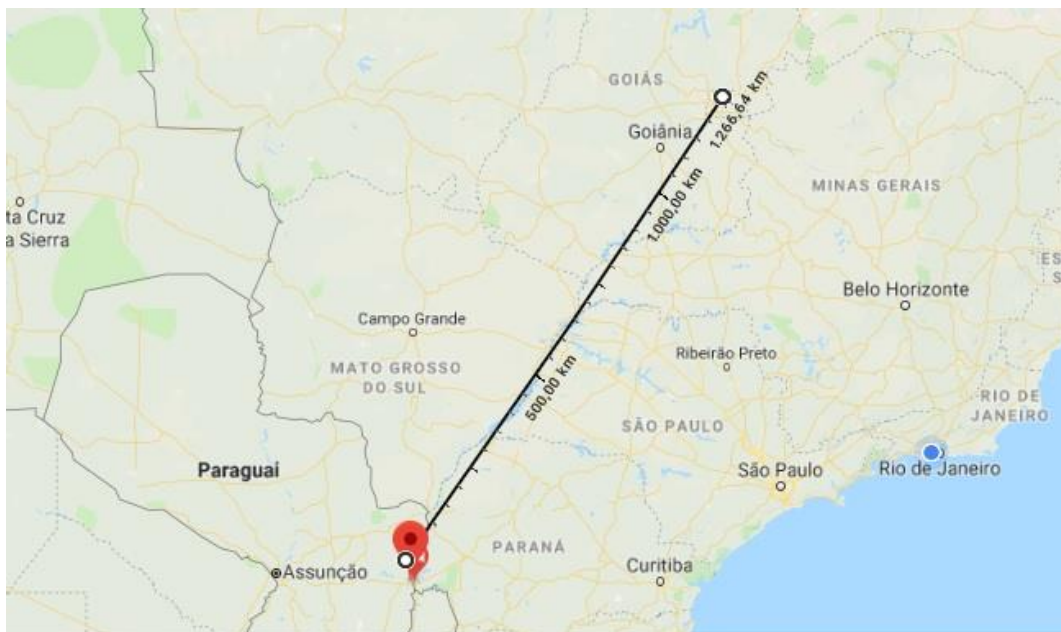


Fonte: Google Earth, 2018

#### 4.7 PARAGUAI

A Força Aérea Paraguaia (*Fuerza Aérea Paraguaya*) não conta com aviões supersônicos, sendo seu único meio aéreo com armamentos as nove aeronaves Embraer T- 27 Tucano. Esta aeronave pode desenvolver uma velocidade máxima de 448 km/h, opera em um teto máximo de 9.144 m e com seu alcance máximo de 2055 km, até conseguiria chegar à Brasília partindo de Ciudad del Este, porém, seria alvo fácil para os F-5 da Força Aérea Brasileira.

Figura 13 – Distância entre as cidades de Ciudad Del Leste e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

“As aeronaves do Paraguai podem ser armadas com metralhadoras, bombas e foguetes, recursos adequados para atacar ameaças terrestres, e não outros aviões” (VINHOLES, 2015, p.1).

Deste modo, conclui-se que a Força Aérea Paraguaia não possui aeronaves com capacidades técnicas aptas a realizar uma incursão aérea no Brasil.

Figura 14 – T-27 Tucano



Fonte: Fuerza Aérea Paraguaya, 2018.

#### 4.8 PERU

A Força Aérea do Peru (*Fuerza Aérea del Perú*) é uma das mais notáveis da América do Sul. Criada em 1929 e com aproximadamente 9500 homens nas suas fileiras possui um arsenal de meios aéreos de notável poder bélico. Atualmente opera de 4 alas aéreas. Ala Aérea nº 1 com sede nas cidades de Chiclayo, Piura e Talara; Ala Aérea nº 2 com sede nas cidades de Callao e Lima e Pisco; Ala Aérea nº 3 com sede em Arequipa e Ala Aérea nº 5 com sede em Iquitos.

Segundo Bertazzo (2009), a Força Aérea do Peru foi a primeira a utilizar caças supersônicos na América do Sul, a partir da compra dos Dassault Mirage 5P em 1968

A Força Aérea Peruana é equipada atualmente com um bom inventário de caças russos Mig-29 e o francês Dassault Mirage 2000, aeronave que também operou no Brasil - entre 2005 e 2013. Ambos os aparelhos podem voar a mais de 2400 km/h e contam com radares de grande cobertura, o que permite armá-los com mísseis de médio e longo alcance guiados por radar próprio ou da aeronave. Essa arma pode derrubar um avião fora da distância de visão do piloto. O Peru possui cerca de 19 caças MiG-29 operacionais, em diversas versões, e outros 12 Mirage 2000, em versões de um e dois assentos. Além desses poderosos caças, o arsenal peruano também conta com 18 jatos de ataque ao solo Sukoi Su-25, aparelho que está sendo utilizado atualmente por forças russas no combate ao Estado



Islâmico na Síria. O modelo russo ainda tem a companhia de mais 20 Cessna A-37 Dragonfly (VINHOLES, 2015, p.1).

Deste modo, a principal aeronave do Peru é a MiG-29, capaz de desenvolver uma velocidade máxima de 2450 km/h, operar em um teto de até 18.000 m e com um alcance máximo de 2100 m com tanque de combustível externo.

Figura 15 – Aeronave MiG-29



Fonte: Fuerza Aérea del Perú, 2018.

Os Grupos Aéreo nº 2 e 4, sediados em Arequipa são os que estão a uma menor distância de Brasília, aproximadamente 2500 km. Ao se levar em conta a autonomia de seu melhor caça (MiG-29) ser de 2100 km e a Força Aérea do Peru não possuir a capacidade de reabastecimento em voo (REVO), torna-se ponderável a elevada capacidade de combate de seu caça russo em uma ação hostil contra o Brasil.

Figura 16 – Distância entre as cidades Arequipa e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

#### 4.9 SURINAME

A Força Aérea do Suriname (*Surinaamse Luchtmacht – LUMA*) é o componente aéreo do Exército Nacional (*Surinaams Nationaal Leger – SNL*). Sua base está localizada no aeroporto de Zorg, em Hoop, e suas atividades se baseiam em poucas operações de apoio ao Exército Nacional e auxílio a outras agências governamentais, não possuindo nenhuma aeronave com armamento embarcado.

“A frota surinamense atual conta com um monomotor Cessana 175 Skyhawk e um bi-motor Britten-Norman Islander, além de outros três helicópteros indianos HAL Chetak (VINHOLES, 2015, p.1).”

#### 4.10 URUGUAI

“Os principais meios de ataque da Força Aérea Uruguaia (*Fuerza Aérea Uruguay - FAU*) são os jatos Cessa A-37 Dragonfly e o turbo-hélice argentino IA Pucará, que poderiam enfrentar outros aviões somente com canhões - o Uruguai não possui mísseis (VINHOLES, 2015, p.1).”

As aeronaves de procedência estadunidense, fabricadas pela empresa Cessna, foram destinadas fundamentalmente para cumprir as missões de ataque ao solo, reconhecimento e de caça ligeiro. A tripulação está organizada por um piloto e um copiloto ou observador, que se sentam lado a lado em assentos ejetáveis contando ambos os tripulantes com controle total de todos os sistemas de voo. O instrumental disponível permite o voo em todo tipo de condições meteorológicas. Possui oito suportes que podem ser transportar diversos tipos de armamento e/ou tanques de combustível para aumentar sua autonomia. Em território nacional cumpre missões de patrulhamento territorial, sendo uma aeronave ideal para manter as nossas

tripulações de combate treinadas para manobras de defesa aérea. (FUERZA AÉREA URUGUAYA, 2018, tradução nossa.)

A aeronave Dragonfly é capaz de desenvolver uma velocidade máxima de 770 km/h, um teto de voo de até 12.700 num um raio de ação de 740 km. Atualmente, tais aeronaves operam do Esquadrão Aéreo nº 2, sediado em Caza. Com este limitado raio de ação, é improvável uma incursão aérea uruguaia em território brasileiro.

Figura 17 – Aeronave Dragonfly



Fonte: Fuerza Aérea Uruguaya, 2018.

#### 4.11 VENEZUELA

Há décadas que a Aviação Militar Venezuelana (*Aviación Militar Bolivariana*) é uma das mais tecnológicas da América do Sul. Já em 1982, por exemplo, a Aviação Militar Bolivariana operava os caças norte-americanos F-16, fruto do seu bom relacionamento com os Estados Unidos da América. A partir de 2002, começa uma fase de maior distanciamento entre Venezuela e Estados Unidos da América. A Venezuela passa a ter dificuldades para manter seus caças F-16 americanos e adquirir os temidos caças russos Sukoi Su-30.

O país tem os caças mais ameaçadores de toda América do Sul, os avançados Sukoi Su-30, aeronaves que podem enfrentar diversos alvos simultaneamente e realizar manobras impensáveis, além de ter ótimas performances de velocidade e autonomia. É um dos poucos aviões que podem vencer, por exemplo, o F-15 da Força Aérea dos EUA ou o F-18 do

US Navy e Marines. Os Su-30 ainda podem contar com o reforço de aproximadamente 12 caças norte-americanos Lockheed Martin F-16 (VINHOLES, 2015, p.1).

Figura 18 – Suhkoi 30

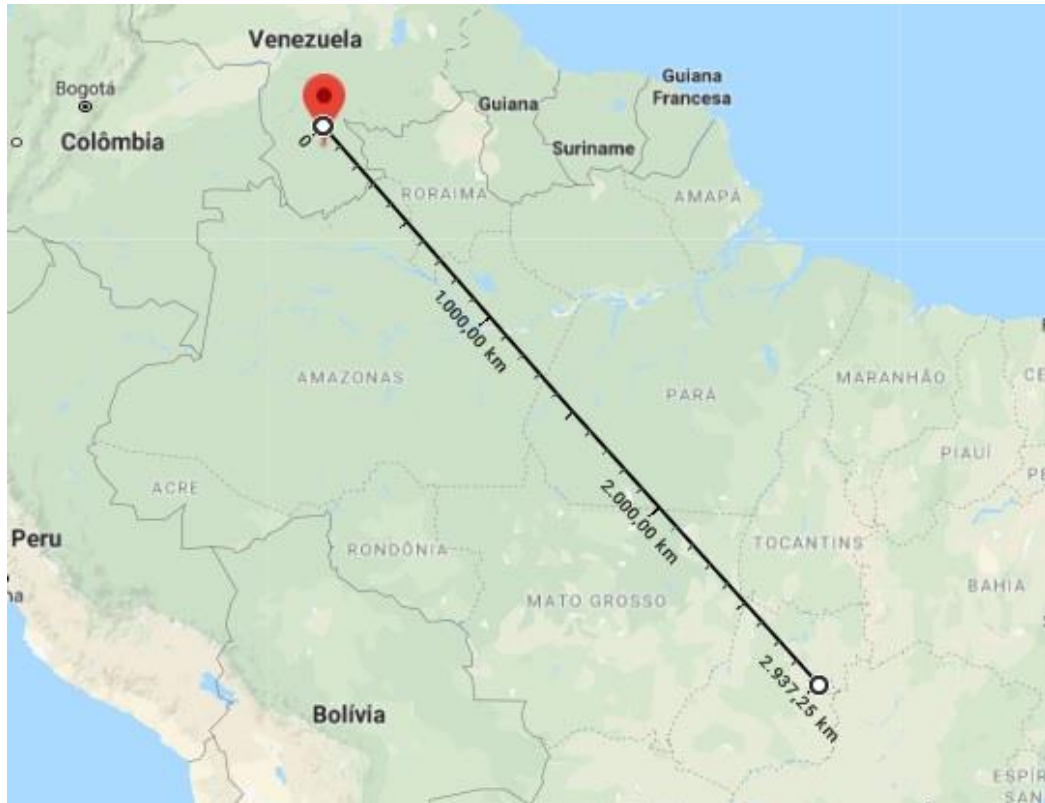


Fonte: Padilha, 2015.

A aeronave Su-30 pode desenvolver uma velocidade máxima de até 2120 km/h (Mach 2), possui um teto de emprego de 17.300 m e o raio de ação surpreendente de 3.000 km. A Base Aérea de Esmeralda, localizada na Amazônia venezuelana é a base aérea em operação mais próxima do território brasileiro. Distante cerca de 2900 km da capital federal Brasília e dentro, portanto, do raio de ação da aeronave Su-30 Mk2.



Figura 19 – Distância entre as cidades Esmeralda e Brasília



Fonte: Google Earth, 2018

A capacidade de manobra, alcance, carga de armas e o radar dos SU-30 junto com os mísseis ar-ar R-27 e R-77, estes com alcance estimado em mais de 100 km, dão aos aviões venezuelanos um poderio que não pode ser igualado no momento por qualquer força da região. O SU-30 também pode empregar bombas guiadas a laser de 500kg, que lhe conferem um grande poder de destruição contra alvos de valor estratégico. Os primeiros Sukhoi SU-30 venezuelanos chegaram ao país em dezembro de 2006 e foram declarados operacionais em maio de 2007 no Grupo Aéreo de Caza, "Libertador Simón Bolívar", Nº 13, na Base de Aérea Luís del Valle Garcia - Barcelona (BERTAZZO, 2009, p.7).

#### 4.12 DEPARTAMENTO FRANCÊS ULTRAMARINO GUIANA

A Guiana Francesa é o principal território Europeu no continente americano e se encontra no norte do Oceano Atlântico. Segundo Vinholes (2015), uma confusão com o país poderia trazer ao oceano atlântico o porta-aviões nuclear Charles de Gaulle por exemplo.

Portanto, neste departamento em específico serão suprimidas as informações sobre distância da capital *Cayenne* até nossos pontos sensíveis, fruto de sua inquestionável mobilidade.

A Força Aérea da França (*Armée de l'Air*) foi criada em 1909 como componente do Exército Francês. Atualmente, opera cerca de 780 aeronaves, galgando o posto de quarta maior força aérea em termos de aeronaves da OTAN e segunda maior da União Europeia, sendo superada apenas pela *Royal Air Force*.

Sua principal aeronave é o caça multifunção Rafale, fabricado pela *Dassault Aviation*. A aeronave pode desenvolver uma velocidade máxima de até 2390 km/h (Mach 2), operar num raio de ação de até 1.850 km e num tento máximo de 16.800 m.

Segundo *Armée de l'Air* (2018), o Rafale se trata de um avião multiuso que realiza missões de defesa aérea, ataque terrestre, reconhecimento e dissuasão nuclear. Ele carrega mísseis ar-ar, cruzeiros e bombas ar-terra de última geração.

Figura 20 – Aeronave Rafale



Fonte: Armée de l'Air, 2018

## 5 APRESENTAÇÃO DO IRON DOME

O *IRON DOME*, em uma tradução literal “Cúpula de Ferro”, foi um sistema de defesa antiaérea desenvolvido por Israel, com investimento americano, através da *Rafael Avanced Defense Systems*.

O que o Iron Dome se propunha a fazer era interceptar o foguete ou projétil de artilharia em pleno voo. Apesar de um foguete como o BM-21 ou um projétil de 155 mm descrever no céu uma previsível trajetória balística, interceptá-lo é algo bizantinamente complexo. Basta dizer que um projétil de 105 mm ou semelhante pode atingir velocidades que oscilam entre 2.700 km/h a 5.600 km/h. Ademais, um dos requisitos impostos ao sistema Iron Dome era que esse fizesse discriminação entre projéteis cuja trajetória os levaria a cair dentro de uma área que se desejava defender, e aqueles que iriam cair curto, longo ou ao largo da área defendida. Ou seja, ignorar foguetes e projéteis que não apresentassem risco e concentrar-se unicamente naquilo que verdadeiramente apresentava uma ameaça à área defendida. Outros requisitos técnico-operacionais em nada facilitariam o trabalho daqueles que desenvolveram o Iron Dome. Um desses é que o sistema não deveria sofrer – quer na detecção ou no engajamento de alvos – qualquer espécie de degradação diante de fenômenos meteorológicos como nevoeiro, chuva, camadas baixas de nuvens e tempestades de areia. Além disso, o sistema deveria contar com um recurso que fornecesse a mais alta probabilidade possível de destruição do foguete ou projétil. Por fim, o Iron Dome deveria apresentar alto grau de mobilidade, assim facilitando seu deslocamento entre sítios (FLORES JR, 2012, p.70).

Em entrevista a revista *Tecnologia & Defesa* através de seu enviado especial Kaiser David Konrad, o Cel Tzvika Haimovich, Comandante da 167ª Ala de Defesa Ativa de Israel explicou como sistema funciona:

**Tecnologia & Defesa:** Sobre as operações, o senhor poderia explicar como o sistema [Iron Dome] funciona?

**Cel Tzvika Haimovich** – o sistema Iron Dome funciona em cinco fases independente do tipo de ameaça, seja ela um foguete Qassan, ou outra qualquer. A primeira consiste em detectar a ameaça, e o radar está fazendo esta missão. A segunda fase é um tipo de classificação para se ter certeza que falando de foguetes curtos, médios ou morteiros, porque cada um tem um detector diferente, um cronograma e uma balística; então, a classificação é a segunda fase, quando sabemos qual é o tipo de ameaça. A terceira fase é construir um programa de defesa contra ela e a quarta é o lançamento do míssil do Iron Dome, que deve culminar na última fase que é o ponto de interceptação e destruição (KONRAD, 2013, p.77).

O sistema entrou em operação no ano de 2011 após um intenso esforço da indústria bélica israelense para defender o território de Israel de mísseis, foguetes e granadas de morteiros disparados, principalmente, por membros do Hezbollah e Hamas situados na Faixa de Gaza.

Segundo a Revista Força Aérea (2012), em 07 de abril de 2011, uma bateria localizada em Ashkelon, uma cidade costeira ao Sul de Israel, neutralizou um foguete Grad exatamente como o esperado e no dia seguinte mais quatro foguetes lançados da Faixa de Gaza.

Apesar da sua elevada taxa de sucesso, algo entre 85% e 90%, teme-se que a falsa sensação de segurança proporcionada pelo sistema pode ser prejudicial ao povo de Israel. Acontece que a população das cidades israelenses está começando a negligenciar as sirenes de perigo e não estão procurando abrigos como antes.

O especialista Ted Postol, físico vinculado ao *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e especialista em defesa antimísseis, apontou algumas falhas no sistema. O especialista diz que avaliações seguintes do equipamento mostraram que seu sistema de orientação tinha comportamento errático. Em vez de subir constantemente até encontrar o alvo, os interceptadores faziam curvas fechadas e abruptas, e engajavam os alvos por trás ou pelas laterais. Esses problemas permanecem, segundo Postol. “Esperávamos que depois de mais de um ano e meio, quaisquer problemas ligados à orientação e controle do sistema teriam sido mitigados”, explica. “Mas ao que parece, não é o caso. Até onde sabemos [o Iron Dome] tem o mesmo comportamento errático que tinha em 2012”.

Estima-se que o míssil de interceptação Tamir fabricado pela americana *Raytheon*, que mobília as baterias do Iron Dome, no seu máximo desempenho, possuiria uma cobertura elevação de 100.000 ft (cerca de 33.000 m) e uma velocidade de 770 m/s ou MACH 2.2

Tabela 1 – Destaques de desempenho

*Modular and Scalable Configurations*

## Performance Highlights\*

	Air Surveillance	Weapon Location
Detection Range	Up to 256NM	Up to 100Km
Azimuth Coverage	120° or rotating 360°	120°
Elevation Coverage	Up to 50° & 100Kft	Up to 50°
Accuracy	Provide high accuracy 3D measurement	0.25% CEP
Capacity	Up to 1200 targets	200 targets / min

*\* Actual figures depend on radar size / configuration*

Fonte: Mostlymissiledefense, 2012.

Do exposto acima, pode-se concluir que o sistema Iron Dome se trata de uma arma altamente eficaz contra vetores aéreos não-convencionais. Ao que tudo indica, além de sua capacidade de interceptar granadas de morteiro e fogos de artilharia, o sistema seria totalmente capaz de interceptar outros tipos de vetores, como aeronaves de asa fixa, por exemplo.

Além de Israel, o governo israelense e a empresa *Rafael* selaram alguns acordos de venda da “Cúpula de Ferro”. Em dezembro de 2016, o ministro da indústria da defesa do Azerbaijão, Yavar Jamalov, chegou a um acordo no que foi a primeira venda externa do sistema. Em 2017, o primeiro-ministro israelense Benjamin Netanyahu assinou um acordo de venda do sistema com a Índia. Por fim, em 2018 a Romênia assinou um acordo de compra do sistema.

Brasil e Israel partilham, historicamente, de uma boa relação comercial, principalmente, na área de defesa. Basta dizer que, em 2013, a Força Aérea Brasileira abriu um escritório em Tel Aviv. Em tese, não haveriam grandes barreiras para a compra do sistema pelo Brasil. Contudo, o sistema se dedica ao abate de ameaças não-convencionais que não são ameaça provável para as estruturas brasileiras atualmente.

## 6 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA RBS 23 BAMSE

O sistema de mísseis de defesa aérea RBS 23 BAMSE é um material de origem sueca, fabricado pela SAAB BOFORS, e que teve seu projeto de desenvolvimento iniciado na década de 90. A supracitada empresa é a mesma fabricante do recentemente sistema RBS 70 adquirido pelo Exército Brasileiro.

Este sistema pode ser utilizado contra uma série de ameaças como: aeronaves de asa fixa e rotativa, aeronaves não-tripuladas, mísseis de cruzeiro e até mesmo mísseis anti-radiação utilizados para supressão da defesa aérea inimiga. O supracitado sistema possui ainda grande eficácia contra alvos extremamente pequenos e furtivos graças a seu sistema de guiamento com ondas milimétricas.

O Bamse é um sistema para defesa antiaérea de média altura, que pode ser desdobrado rapidamente para proteger instalações fixas e unidades militares móveis. É composto por um radar de vigilância 3D Giraffe AMB e quatro unidades de tiro BAMSE (*Missile Control Centers - MCC*), dotadas de radar de acompanhamento e mísseis telecomandados prontos para disparo (SAAB, 2016, p.1).

Seu moderno sistema de guiamento comandado com método de interceptação do tipo CLoS (*Command to Line-of-Sight*) ou comando por linha de visada, onde o míssil mantém uma trajetória desde sua lançadora até o alvo, permite que sua trajetória seja corrigida pelo radar de tiro frente a qualquer desvio. Isto acrescenta certa simplicidade ao míssil pela inexistência de uma cabeça de guiamento, porém, o torna suscetível a ações de guerra eletrônica. Além disso, sua precisão decresce à medida que aumenta sua distância do radar de tiro.

O míssil possui capacidade de interceptar alvos a uma distância de até 20.000 m voando a uma altitude de até 15.000 m. Ademais, permite o telecomandamento de dois mísseis simultaneamente. Caso julgue mais adequado, o operador pode ainda anular seu guiamento automático e direcioná-lo até um ponto específico do alvo.

O míssil do sistema BAMSE desenvolve uma velocidade de até MACH 3, conta com espoletas de proximidade e de impacto. Seu peso reduzido proporciona que o recarregamento de suas lançadoras seja uma atividade que exige pouco esforço físico para a guarnição.

Os mísseis telecomandados possuem dois componentes de propulsão: um motor de lançamento, que leva o míssil a uma velocidade de 900 metros em



menos de um segundo, e um motor de cruzeiro, que mantém uma velocidade constante em seguida. Outro diferencial dos mísseis é que eles são de fácil manuseio e cada um pesa apenas 85 quilos, proporcionando uma cadência de tiro elevada (SAAB, 2016, p.1).

Sua bateria é constituída de centro de coordenação e vigilância e três centros de controle de mísseis. O lançador de mísseis fica instalado no teto do centro de controle de mísseis e é dotado de meia-dúzia mísseis cada. Ambas as estruturas possuem proteção contra estilhaços e contra ambientes radiológicos, nucleares e biológicos. Entretanto, o sistema pode operar tanto em rede quanto no modo autônomo.

O centro de controle de vigilância, operado por uma equipe de um ou dois, realiza avaliação de ameaças em tempo real e combate a coordenação com aquisição, identificação, rastreamento e priorização de alvos. O centro de controle de vigilância seleciona automaticamente o centro de controle de mísseis ideal para engajar o alvo e entregar os dados do alvo. Um centro de coordenação de vigilância pode coordenar até quatro centros de controle de mísseis. A distância entre o centro de controle de vigilância e os centros de controle de mísseis é tipicamente de 10 km, e entre os centros de controle de mísseis, 20 km (ARMY TECHNOLOGY, 2018, p.1 tradução nossa).

Figura 21 – RBS 23 BAMSE



Fonte: Saab, 2016.



O sistema permite o acompanhamento de até 150 alvos simultaneamente, tendo o seu radar um alcance nominal de 120 km e 20.000 m de altura. Sua lançadora é um reboque e o centro de controle de vigilância é montado em uma viatura sobre rodas.

Entretanto, não há relatos de teste bem-sucedidos envolvendo o sistema de mísseis antiaéreos de média altura, tampouco comprovação de eficácia em combate. Sendo assim, o sistema deixa de ser uma possibilidade, pois não há comprovação de que atenderia as necessidades brasileiras, visto que, ainda não passou por sua prova de fogo.

## 7 APRESENTAÇÃO DO SISTEMA BUK M1-2

O sistema BUK M1-2 ou SA-11/17 Grizzly (nome utilizado pela OTAN) é um sistema de armas de média altura de origem russa com comprovada eficácia em combate. Começou a ser desenvolvido na década de 70 pela extinta União Soviética e recebe atualizações constantes.

Uma vez acionado, o Buk leva 22 segundos para localizar o alvo e atingi-lo com um ou mais mísseis que voam a 4.300 km/h, ou 3,5 vezes a velocidade do som. O míssil de 650 kg tem um radar próprio para chegar até o alvo, e então detonar uma carga de 70 kg de explosivos.

A bomba fica em uma cápsula dupla de alumínio, e explode próximo ao alvo, a uma distância entre 30 m e 100 m. Assim, a cápsula se estilhaça em milhares de pedaços – do tamanho de moedas – e maximizam o impacto, atingindo a aeronave mesmo se ela estiver em alta velocidade (VENTURA, 2014, p.1).

Trata-se de um míssil terra-ar capaz de engajar alvos que desenvolvem velocidades de até 800 m/s a uma altitude de até 22.000 m. Ademais, possui uma probabilidade de acerto entre 80 e 95% em se tratando de aviões de caça; 30 a 60% em se tratando de helicópteros; e de 40 a 60% em se tratando de mísseis de cruzeiro.

O Buk usa chassis GM-569, e é produzido pela JSC Mytshchi. Sua superestrutura comporta uma tripulação de quatro pessoas, e é equipada com um sistema de proteção contra contaminação biológica e radiológica. A cobertura de seus radares é capaz de alcançar 32 km, podendo monitorar aeronaves de 15 a 22 km de altitude, sendo ainda capaz de guiar três mísseis em um único alvo.

Seu histórico em batalha não é muito longo, mas já conseguiu provar sua eficiência em Abkházia, quando abateu quatro drones georgianos em 2008. A Geórgia também utilizou esses sistemas durante a Guerra na Ossétia do Sul, no mesmo ano. Eles conseguiram derrubar três Sukhoi Su-25 e um Tupolev Tu-22M russos. (CLAUDINO, 2014, p.1)

Segundo a agência especializada em informação sobre Defesa e Segurança Jane's (2014), até seis mísseis BUK podem ser lançados de um veículo-lançador - em geral um blindado ou um caminhão militar. Essa bateria pode operar em qualquer condição climática e atinge alvos a uma altitude de 25 km, ou até mais. Funciona por meio de um sistema de radar, normalmente operado por uma unidade móvel que acompanha o BUK.

Figura 22 – BUK M2



Fonte: Claudino, 2014.

O sistema possui um sistema de guiamento por atração semi-ativa, ou seja, o míssil possui apenas um receptor de energia eletromagnética que é iluminado por um transmissor localizado em terra.

Uma peculiaridade deste tipo de míssil é ter menor peso por não possuir um transmissor, possibilitando uma maior capacidade de propelente e carga útil, aumentando, respectivamente, seu alcance e poder de destruição. Além disso, quanto mais próximo do alvo, o míssil recebe um eco mais forte, aumentando sua precisão.

Para operar em suas melhores condições o sistema necessita de uma viatura de comando e controle, uma estação de detecção de alvos, uma viatura de aquisição de alvos e comando dos mísseis e as viaturas lançadoras. Um fato interessante é que as viaturas lançadoras possuem um radar acoplado com detecção aproximada de 120 km que lhes permite engajar alvos mesmo atuando isoladamente.

Segundo Claudino (2014), o sistema foi desenvolvido pela mesma equipe que projetou o 2k12 Kub, onde se aprimorou sua plataforma lançadora móvel, permitindo um lançamento no ângulo de 90°. O sistema conta com um radar do tipo TELAR e seu tempo de reconfiguração entre disparos é de apenas 22 segundos.

Uma vez acionado, o Buk leva 22 segundos para localizar o alvo e atingi-lo com um ou mais mísseis que voam a 4.300 km/h, ou 3,5 vezes a velocidade

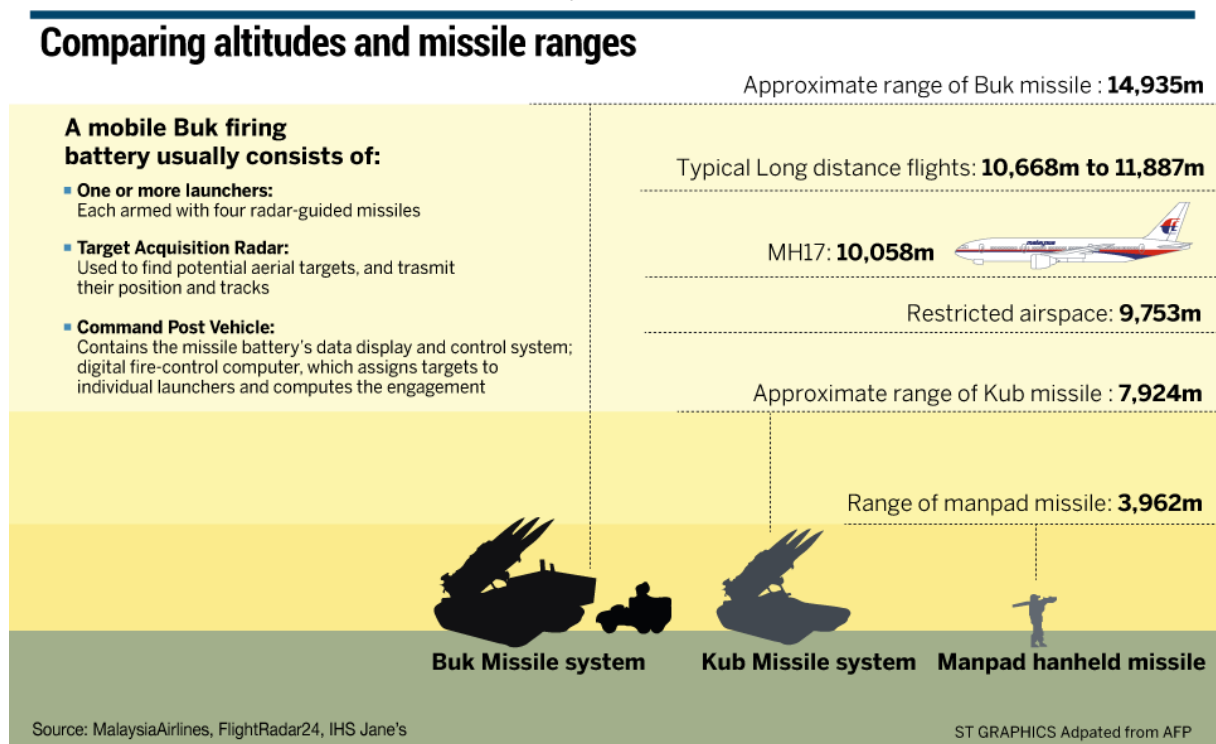
do som. O míssil de 650 kg tem um radar próprio para chegar até o alvo, e então detonar uma carga de 70 kg de explosivos. A bomba fica em uma cápsula dupla de alumínio, e explode próximo ao alvo, a uma distância entre 30 m e 100 m. Assim, a cápsula se estilhaça em milhares de pedaços – do tamanho de moedas – e maximizam o impacto, atingindo a aeronave mesmo se ela estiver em alta velocidade (VENTURA, 2014, p.1)

O sistema mostrou sua eficiência ao derrubar o voo MH17 da Malaysia Airlines em território ucraniano no dia 17 de julho de 2014 como afirma o diretor da Divisão Nacional de Investigação Criminal da Polícia Holandesa, Wilbert Paulissen: "Com base na investigação criminal, concluímos que o voo MH17 foi abatido por um míssil BUK série 9M83, que chegou ao território ucraniano desde a Rússia".

Um dos fatores para se chegar a esta conclusão foi o padrão de perfurações encontradas na fuselagem da aeronave pequenas e uniformes que é típica do míssil 9M317. Neste evento morreram 298 pessoas entre passageiros e tripulação

Além disso, aeronave Boeing 777 estava a uma altitude aproximada de 10.000 m de altitude, o que descarta o emprego de mísseis “de ombro” ou sistemas menos complexos de baixa altura. Este tipo de aeronave desenvolve uma velocidade de cruzeiro de aproximadamente 900 km/h ou, 0.85 Mach.

Tabela 2: Comparação de altitude de mísseis



Fonte: Jane's 360, 2014.

Além de Rússia e Ucrânia, Chipre, Coreia do Norte, Egito, Síria, Finlândia e Venezuela possuem versões do sistema BUK em operação.

O sistema BUK, apesar de ser um armamento que atenderia as necessidades de defesa antiaérea de média altura brasileira, por abater aeronaves com capacidades semelhantes às que o Brasil supostamente enfrentaria, esbarra no requisito absoluto da função mobilidade, por se tratar de uma viatura sobre lagartas. O requisito absoluto da função mobilidade prescreve que as viaturas devem se locomover sobre rodas ou reboque.

## **8 SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA “ASTROS ANTIAÉREO”**

Este capítulo aborda alguns aspectos de estudos conceituais desenvolvidos pela AVIBRAS - Defesa Aeroespacial, para possível aquisição por parte do Exército Brasileiro (EB), Comando da Aeronáutica (COMAER) e Corpo de Fuzileiros Navais (CFN), bem como, com as devidas adaptações, para o emprego embarcado pela Marinha do Brasil, de um sistema de defesa antiaérea de média altura que proporcionará a capacidade de, a partir de ações terrestres ou marítimas, impedir, neutralizar ou reduzir as ações de alvos aéreos inimigos voando abaixo de 15.000 m de altura e até 30.000 m de alcance.

Além do desenvolvimento em andamento do Míssil Tático de Cruzeiro AV-TM 300 para o Exército Brasileiro, cabe destacar que a AVIBRAS é uma empresa nacional com 100% do capital brasileiro, com experiência na gestão de projetos de grande porte e longo prazo como o sistema ASTROS.

Além disto, são premissas deste estudo conceitual:

- Utilizar tecnologias desenvolvidas por empresas brasileiras, derivadas do programa do míssil de combate ar-ar de quinta geração em desenvolvimento conjunto pelo Brasil e a África do Sul;
- Ter enorme compatibilidade física e técnica com equipamentos, softwares e meios de apoio do sistema ASTROS 2020 do EB e sistema ASTROS FN do CFN;
- Integrar os Sistemas Radares de médio alcance em desenvolvimento no Brasil (RADAR SABER-M200 da empresa BRADAR, subsidiária da EMBRAER); E
- Implementar a interoperabilidade com os sistemas de software legados do SISDABRA.

O grande porte dos sistemas antiaéreos de média altura e a necessidade de reposicionamento rápido sugere que o transporte do sistema seja do tipo autopropulsado, montado sobre viaturas táticas 6x6 ou 8x8 e também aerotransportável pelas aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB) C-130 e Embraer KC-390.

Há que ser garantida a possibilidade destas unidades operarem com uma perfeita sintonia do comando e controle (C2) com o COMAE, utilizando o sistema SISDABRA, devido ao:

- Grande alcance do armamento empregado, trazendo inclusive maior risco de fogo amigo, por atuar na mesma faixa de emprego das aeronaves de defesa aérea; e

- Necessário processo de resposta rápida a alertas antecipados originados localmente no próprio sistema de mísseis ou em escalões superiores.

Por se tratar de um produto totalmente novo, e não a adaptação de mísseis Ar-Ar, como se vê na maioria dos armamentos no mercado internacional, o míssil seria desenvolvido totalmente alinhado com a doutrina brasileira.

Quanto à propulsão, a decolagem do míssil deverá se dar por um sistema de lançamento e orientação a frio (*SLV – “Soft Vertical Launch”*), ou seja, ele será ejetado do contêiner quase na vertical por um pistão impulsionado por gerador de gás (*LGG- “Launcher Gas Generator”*) e, uma vez atingida a altura adequada, jatos laterais no míssil (*“Thruster Gas Generator”*) promoverão o seu basculamento na direção de voo pré-programada, quando será ignitado o motor de aceleração a propelente sólido de estágio único.

A cabeça-de-guerra será pré-fragmentada com espoletas de proximidade a *Radio Frequency (RF)* e de impacto.

A vigilância do espaço aéreo do radar orgânico do sistema deve ser compatível com o armamento utilizado, com no mínimo 100 km de alcance de detecção. O rastreamento de alvos pelos equipamentos de solo deve ser feito tanto no modo ativo (Radar) como no modo passivo EO (Eletro-óptico) dando aos componentes de solo do sistema maior capacidade de sobrevivência ao armamento anti-radiação, sem perderem a capacidade de atuação.

O sistema tático básico de uma Bateria do ASTROS Antiaéreo seria composto de viaturas blindadas fabricadas no Brasil com plataformas idênticas às usadas no Sistema ASTROS:

- 1) 01 viatura blindada AVIBRAS COAAe, capaz de coordenar até oito lançadores de mísseis e de trocar mensagens automáticas via link de dados com o SISDABRA;
- 2) 01 viatura blindada AVIBRAS AV-RVG, para o sensor radar de vigilância de média altura e interrogador IFF (RADAR SABER-M200);
- 3) 04 viaturas blindadas AVIBRAS AV-LMU, com lançadores verticais de mísseis de média altura, cada viatura com 12 mísseis alojados;

- 4) 02 viaturas blindadas AVIBRAS AV-RMD remuniadoras, com capacidades para duas cargas completas por viatura, totalizando 24 mísseis;
- 5) 01 viatura blindada AVIBRAS AV-OFV oficina veicular;
- 6) 01 viatura blindada AVIBRAS AV-OFE oficina de mísseis de média altura;  
e
- 7) 72 mísseis AV-MMA, sendo 48 unidades para o carregamento total das 04 AV-LMU e 24 unidades (50%) de reserva.

O desempenho esperado do Sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura “ASTROS ANTIAÉREO” seria o seguinte:

- a) Radar de vigilância com IFF: > 100 km para detecção;
- b) Sensor eletro-óptico e alcance datalink: > 15km;
- c) Alcance efetivo máximo: 40 km;
- d) Altura efetiva: 15 km no alcance de 30 km;
- e) Cabeça de guerra: 15 kg, alto-explosivo (HE), pré-fragmentada; e
- f) Velocidade aproximada: 2,5 MACH.

Pelo acima exposto, entende-se que o sistema de defesa antiaérea de média altura “ASTROS ANTIAÉREO” se apresenta como uma sensata escolha, tendo em vista o seu desenvolvimento a partir dos requisitos operacionais conjuntos. Sua especificações e capacidades técnicas atenderiam as necessidades de defesa antiaérea brasileiras em sua totalidade.



## 9 CONCLUSÃO

Durante a realização deste trabalho, pode-se perceber que o desenvolvimento de um sistema de armas baseia-se nos anseios que o país nato possui. Em Israel buscou-se um sistema capaz de se contrapor às ameaças assimétricas presentes na região, característico pela rapidez de processamento que impõe um fogo de artilharia direcionado para regiões povoadas. Na Rússia, observa-se seus típicos equipamentos militares robustos e truculentos, locomovendo-se através de lagartas, indispensáveis para o desdobramento em um país tão grande onde uma ramificada rede de estradas nem sempre é possível. Na Suécia, tem-se um sistema menor, mais leve e, por conseguinte, mais “ligeiro”, capaz de operar em condições adversas de clima, como a neve por exemplo, e que oferece maior mobilidade, indispensável em um país com a orografia acidentada, como a cadeia montanhosa da Escandinávia.

A escolha de um sistema de mísseis para aplicação em operações em defesa de solo (GBAD- “Ground-Based Air Defense”) pelo Brasil não pode ser diferente. É mister considerar que ambas as Forças necessitam de um sistema, visto que a Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro, o Batalhão de Controle Aerotático e Defesa Antiaérea (BtlCtAetatDAAe) da Marinha do Brasil e a Brigada de Defesa Antiaérea da Força Aérea Brasileira (BDAAAe) não dispõem de um material capaz de atuar na faixa de emprego da média altura.

O tema exige que a decisão seja tomada de forma conjunta, através do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas, em face à necessidade de um único sistema para atender as peculiaridades de cada Força. Basta dizer que as Forças Armadas não possuem uma homogeneidade de rádios por exemplo, sendo um fator dificultador para interfaces.

O sistema deve ter a capacidade de operar de forma complementar e integrada com os meios de defesa antiaérea de baixa altura e com o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), bem como ser capaz de prover a defesa antiaérea, em um envelope de cobertura, negando o uso do espaço aéreo às ameaças que estejam operando entre 3 km e pelo menos 15 km de altura, até 30 km de distância.

A lacuna, da defesa antiaérea de média altura, presente no sistema de defesa aéreo brasileiro, trata-se de uma vulnerabilidade ao mais provável cenário de combate aéreo moderno, onde a Guerra Eletrônica é cada vez mais explorada, a

utilização de mísseis de cruzeiro é realidade, o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) está em ascensão e as capacidades dos armamentos não param de aumentar.

A decisão tem pressa, o Projeto Estratégico Defesa Antiaérea, com uma estimativa de gastos na casa de 4,1 bilhões de reais, contempla a entrega dos módulos dos Sistemas Bateria Antiaérea de Média Altura e Grupo de Artilharia Antiaérea de Média Altura até 2035.

O projeto tem como alguns objetivos específicos: obtenção de produtos de defesa (PRODE), modernizar os meios de defesa antiaérea já existentes, atender a demandas futuras de interdição do espaço aéreo em eventos internacionais, capacitar recursos humanos e viabilizar infraestruturas físicas para o suporte logístico integrado. O supracitado projeto enfatiza que:

Constata-se, historicamente, que não há possibilidade de improvisos ou mobilização de recursos humanos e de materiais, quando do emprego da AAAe em situação real, em função da importância estratégica, necessidade de adestramento constante, complexidade de funcionamento dos sistemas e constante evolução tecnológica e operacional dos meios envolvidos na D Aepc. Assim, os conflitos que exijam reação imediata, como descreve a Concepção de Transformação do Exército, deverão contar com AAAe preparada e adestrada anteriormente (BRASIL, 2014, p. 52).

O sistema Iron Dome apesar de ter mostrado grande eficiência no tocante ao seu emprego, não atende as demandas brasileiras atuais. O “Domo de Ferro” foi projetado para se contrapor às ameaças aéreas não-convencionais, como granadas de morteiro e foguetes, que não representam risco para o Brasil hoje em dia, em face à grande distância dos países vizinhos até as estruturas estratégicas estudadas neste trabalho.

O sistema sueco BAMSE 23 atenderia aos requisitos doutrinários, por criar uma cobertura de altitude de 15.000 m e uma cobertura terrestre de 2100 km<sup>2</sup>, porém, não apresentou resultados palpáveis até o momento. Ademais, não se sabe como seria seu comportamento num campo de batalha.

O sistema Buk já demonstrou sua eficácia na faixa de emprego da média altura, os produtos de defesa russos mostram-se bastante confiáveis e, geralmente, são vendidos com acesso irrestrito a sua tecnologia, porém esbarra em um requisito absoluto. Seu chassi montado em uma viatura sobre lagartas não é compatível com a mobilidade estratégica necessária para as necessidades brasileiras.

O Sistema de Defesa Antiaérea de Média altura “ASTROS ANTIAÉREO” seria uma solução exequível no curto/médio prazo, com relativo baixo risco. O sistema possui o aspecto altamente relevante da independência tecnológica e possibilita o total domínio das suas interfaces, o que facilitaria a integração com os demais produtos de defesa da antiaérea brasileira.

A produção de um sistema com tecnologia 100% nacional imuniza as Forças Armadas de sanções comerciais de outros países e de negociações com cunho meramente políticos. Fortalece a indústria nacional de defesa, que já ostenta inegável reputação e capacidade tecnológica conforme estes pontuais casos: o programa ASTROS desenvolvido pela AVIBRAS comprovou sua eficiência em dois conflitos de grande porte no Oriente Médio; a fabricação do primeiro protótipo de submarino nuclear pela Marinha do Brasil já é realidade; o desenvolvimento em andamento adiantado do míssil tático de cruzeiro AV-TM 300 pela AVIBRAS; o RADAR SABER M60, propriedade intelectual do Centro Tecnológico do Exército, já se encontra operando satisfatoriamente e o avião KC-390 desenvolvido pela EMBRAER está em linha de produção.

Além da geração de postos de emprego, a opção por um sistema nacional proporcionaria um arrasto tecnológico e aprimoramento intelectual de nossos pesquisadores. Ter-se-ia um produto de defesa compatível com as particularidades brasileiras como: dimensões continentais; um litoral com uma extensão de mais de 7000 km, o que desperta uma necessidade de preocupação com os efeitos da maresia e operação em ambiente de selva amazônica com grande umidade e elevadas temperaturas.

Deste modo, conclui-se que o sistema de armas antiaéreas de média altura com capacidades técnicas capaz de se contrapor satisfatoriamente às ameaças aéreas sul-americanas seria o desenvolvimento de um produto nacional como o Sistema de Defesa Antiaérea de Média Altura “ASTROS ANTIAÉREO. Tendo em vista que o projeto é fundado nestes, sua escolha possibilitaria uma sobrevivência de atuação do Brasil na terceira dimensão do campo de batalha.

O desempenho esperado do sistema satisfaria as necessidades de defesa na média altura, muito embora não fosse eficiente para algumas aeronaves que possuem um teto de emprego maior que 15.000 m, como se vê na tabela abaixo. Tal opção propiciaria maior independência tecnológica ao país, ao passo que ficaria imune a sanções de componentes do sistema e um fluxo logístico facilitado, em

virtude de todos componentes serem de fabricação nacional, o que facilitaria sua reposição, além de fortalecer o sentimento de patriotismo desta Nação.

Tabela 3: Comparativos entre aeronaves e sistemas

Nome do sistema e suas possibilidades País, melhor aeronave e suas capacidades	<b>Iron Dome</b> 2772 km/h 33.000m	<b>RBS 23</b> 3672 km/h 15.000 m	<b>BUK M1-2</b> 4300 km/h 22.000 m	<b>ASTROS</b> 3087 km/h 15.000m
<b>ARGENTINA</b> <i>A-4 Skyhawk</i> 1083 km/h e 12.800 m	✓	✓	✓	✓
<b>BOLÍVIA</b> <i>K-8</i> 800 km/h e 13.000 m	✓	✓	✓	✓
<b>CHILE</b> <i>F-16</i> 2175 km/h e 12.190 m	✓	✓	✓	✓
<b>COLÔMBIA</b> <i>Kfir C-10</i> 2440 km/h e 22.000 m	✓	X	✓	X
<b>EQUADOR</b> <i>Atlas Cheetah</i> 2338 km/h e 17.000 m	✓	X	✓	X
<b>GUIANA</b>	-	-	-	-
<b>PARAGUAI</b> <i>T-27</i> 448 km/h e 9.144 m	✓	✓	✓	✓
<b>PERU</b> <i>Mig 29</i> 2450 km/h e 18.000 m	✓	X	✓	X
<b>SURINAME</b>	-	-	-	-
<b>URUGUAI</b> <i>Dragonfly</i> 770 km/h e 12.700 m	✓	✓	✓	✓
<b>VENEZUELA</b> <i>Su-30</i> 2120 km/h e 17.300 m	✓	X	✓	X
<b>DEPARTAMENTO FRANCÊS ULTRAMARINO GUIANA</b> <i>Rafale</i> 2390 km/h e 16.800 m	✓	X	✓	X

Fonte: O autor.

## 10 REFERÊNCIAS

**ARGENTINA.** Revista Flap Internacional, São Paulo. Disponível em: <[http://www.revistaflap.com.br/web/\\_FILES/upload/04082017-170544-argentina\\_-\\_revisada.pdf](http://www.revistaflap.com.br/web/_FILES/upload/04082017-170544-argentina_-_revisada.pdf)>. Acesso em: 26 jun 18.

**ARMÉE DE L'AIR.** Chasse. Disponível em: <<https://defense.gouv.fr/air/technologies.com/projects/bamse/>>. Acesso em 02 Ago 18.

**ARMY TECHNOLOGY.** Bamse Air Defense Missile System. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/bamse/>>. Acesso em: 02 ago 18.

**AZEVEDO, C.E.F. e MOTA, R.M.** As dimensões do campo de batalha e a guerra omnidimensional. Coleção Meira Mattos, revista das ciências militares, nº 26, 2º quadrimestre 2012. Rio de Janeiro: ECEME, 2012.

**BERTAZZO, Roberto Portella.** Aviação militar na América do Sul. 2009. Disponível em: <<http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/AMAS2009.pdf>>. Acesso em: 20 jun 18

**CODESP.** A porta do comércio do Brasil. Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/mercado.php?pagina=02>>. Acesso em: 22 maio 18.

**BRASIL.** Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Portaria Nº 42 de 11 de março de 2014. Aprova a Diretriz para Implantação do Projeto Estratégico do Exército Defesa Antiaérea e revoga a diretriz anterior. Brasília: EGGCF, 2014.

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

**BRASIL.** Ministério da Defesa. EB70-MC-10.231: DEFESA ANTIAÉREA. 1. Ed. 2017a.

**BRASIL.** Ministério da Defesa. EB70-MC-10.235: DEFESA ANTIAÉREA NAS OPERAÇÕES. 1. Ed. 2017b.

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

**CALDAS, JULIO CESAR SPÍNDOLA.** Conhecendo o Sistema Pantsir S1/SA-22. Revista Força Aérea Nr 86, Action Editora, 2014.

**CAVOK.** Chile estende apoio da Lockheed Martin para sua frota de caças F-16. 2017. Disponível em: <<http://www.cavok.com.br/blog/chile-estende-apoio-da-lockheed-martin-para-sua-frota-de-cacas-f-16/>>. Acesso em: 26 jun 18.

**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.

**CLAUDINO, Andrews.** Sistema anti-aéreo SA-11 Gadfly, SA-17 Grizzly (9K37 Buk). 23 jul 14. Disponível em: <<http://canalpiloto.com.br/sistema-anti-aereo-sa-11-gadfly-sa-17-grizzly-9k37-buk/>>. Acesso em: 02 ago 18.

**FORÇAS TERRESTRES.** Exército Venezuelano testa com êxito sistema antiaéreo BUK M-2, do tipo que derrubou o voo MH-17. 21 abr 15. Disponível em: <<http://www.forte.jor.br/2015/04/21/exercito-venezuelano-testa-com-exito-sistema-antiaereo-buk-m2-do-tipo-que-derrubou-o-voo-mh-17/>>. Acesso em: 02 ago 18.

**FLORES JR, Jackson.** Domo de Aço. Revista Força Aérea. Action Editora, n.75, p. 66-73, 2012.

**FUERZA AEREA BOLIVIANA.** Disponível em: <<http://www.fab.bo/#>>. Acesso em: 26 jun 18.

**FUERZA AEREA COLOMBIANA.** Kfir C-10 Disponível em: <<https://www.fac.mil.co/media-gallery/lightbox/8013/5400>>. Acesso em: 26 jun 18.

**FUERZA AEREA DEL PERÚ.** Disponível em: <<https://www.fap.mil.pe/>>. Acesso em: 27 jun 18.

**FUERZA AEREA ECUATORIANA.** Aviação de combate. Disponível em: <<https://www.fuerzaaereaecuatorial.mil.ec/combate/>>. Acesso em: 27 jun 18.

**FUERZA AEREA PARAGUAYA.** Disponível em: <<http://www.fuerzaaerea.mil.py/index.php/contac-us/aeronaves-del-fap>>. Acesso em: 27 jun 18.

**FUERZA AEREA URUGUAYA.** Cessna A-37B "Dragonfly" Disponível em: <<https://www.fau.mil.uy/es/articulos/84-cessna-a-37b-34-dragonfly-34.html>>. Acesso em: 27 jun 18.

**GOOGLE EARTH.** Disponível em: <[www.google.com.br](http://www.google.com.br)>. Acesso em: 15 jul 18.

**GUYANA DEFENSE FORCE.** Disponível em: <<https://www.globalsecurity.org/military/world/caribbean/gy-gdf.htm>>. Acesso em: 27 jun 18.

**JANE'S 360.** Missile profile: 9K37 Buk, 21 jul 14. Disponível em: <<https://www.janes.com/article/40907/missile-profile-9k37-buk>>. Acesso em: 02 ago 18.

**KONRAD,** Kaiser David. Iron Dome. Tecnologia & Defesa. São Paulo, ano 30, n. 123, p. 76-78, 2013.

**MOSTLYMISSILEDEFENSE.** BALLISTIC MISSILE DEFENSE: IRON DOME DESCRIPTION. 05 dez 12. Disponível em: <<https://mostlymissiledefense.com/2012/12/05/ballistic-missile-defense-iron-dome-description-december-5-2012/>>. Acesso em: 10 jul 18.

**NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral. (Org.).** Metodologia da Pesquisa Científica. Rio de Janeiro: Armazém das Letras, 2007.

**PADILHA, Luiz.** Venezuela destina 480 milhões de dólares para comprar da Rússia 12 Su-30Mk2. 31 outubro 2015. Disponível em: <<http://www.defesaaereanaval.com.br/venezuela-destina-480-milhoes-de-dolares-para-a-comprar-da-russia-12-su-30mk2/>>. Acesso em: 27 jun 18.

**PODER AÉREO.** Mod Russo: Defesa aérea da Síria interceptou 71 mísseis de cruzeiro lançados pelo Ocidente. Disponível em: <<https://www.aereo.jor.br/2018/04/14/mod-russo-defesa-aerea-da-siria-interceptou-71-misseis-de-cruzeiro-lancados-pelo-ocidente/>>. Acesso em 24 maio 18.

**SAAB.** BAMSE: um sistema para defesa antiaérea de média altura preciso e eficaz. 29 set 16. Disponível em: <<https://saab.com/pt/region/brasil/sobre-a-saab/historias/historias-saab-brasil/2016/bamse-um-sistema-para-defesa-antiaerea-de-media-altura-preciso-e-eficaz/>>. Acesso em: 15 jul 18.

**TALBOT, David.** Israeli Rocket Defense System Is Failing at Crucial Task, Expert Analysts Say. MIT Technology Review. Disponível em: <<https://www.technologyreview.com/s/528916/israeli-rocket-defense-system-is-failing-at-crucial-task-expert-analysts-say/>>. Acesso em: 10 jun 18.

**TARINGA.** Conoce el avion mas moderno de la Argentina, Nuestro A-4AR 2015. Disponível em: <<https://www.taringa.net/posts/info/18219380/Conoce-el-avion-mas-moderno-de-la-Argentina-Nuestro-A-4AR.html>>. Acesso em: 26 jun 18.

**VALDUGA, Fernando.** Força Aérea do Equador recebe último lote de caças Cheetah. 20 jun 12. Disponível em: <<http://www.cavok.com.br/blog/forca-aerea-do-equador-recebe-ultimo-lote-de-cacas-cheetah/>>. Acesso em: 27 jun 18

**VEJA.** Brasil abandona projeto de compra de defesa antiaérea da Rússia. 02 fev 17. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/mundo/brasil-abandona-projeto-de->



[compra-de-defesa-aintiarea-da-russia/](#)>. Acesso em 20 maio 18.

**VENTURA**, Felipe. Os detalhes do míssil que provavelmente derrubou o avião da Malaysia Airlines na Ucrânia. 22 jul 14. Disponível em: <<https://gizmodo.uol.com.br/missil-buk-aviao-ucrania/>>. Acesso em: 02 ago 18.

**VINHOLES**, Thiago. Após 44 anos de serviços, Bolívia desativa últimos T-33 Shooting Star. 02 ago 17. Disponível em: <<https://airway.uol.com.br/apos-44-anos-de-servicos-bolivia-desativa-ultimos-t-33-shooting-star/>>. Acesso em: 26 jun 18.

**VINHOLES**, Thiago. O Brasil pode deter os países vizinhos pelo ar? 10 nov 15. Disponível em: <<https://airway.uol.com.br/o-brasil-pode-deter-os-paises-vizinhos-pelo-ar/>>. Acesso em: 26 jun 18.

**VINHOLES**, Thiago. Pequenos países com grandes forças aéreas. 15 set 15. Disponível em: <<https://airway.uol.com.br/pequenos-paises-com-grandes-forcas-aereas/>>. Acesso em: 26 jun 18.

**VINHOLES**, Thiago. Quando o avião virou arma. 23 nov 16. Disponível em: <<https://airway.uol.com.br/quando-o-aviao-virou-arma/>>. Acesso em: 20 maio 18.