



# **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**A IMPORTÂNCIA DA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA NA  
DEFESA DAS BASES AÉREAS.**

**1º Ten Inf Aer IURI DUARTE FERNANDES**

**RIO DE JANEIRO**

**2013**

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

1º Ten Inf Aer IURI **DUARTE** FERNANDES

A IMPORTÂNCIA DA ARTILHARIA DE MÉDIA ALTURA NA DEFESA  
DAS BASES AÉREAS.

RIO DE JANEIRO  
2013

1º Ten Inf IURI **DUARTE** FERNANDES

A IMPORTÂNCIA DA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA NA  
DEFESA DAS BASES AÉREAS.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Artilharia de Costa  
e Antiaérea no programa de pós-graduação  
*latu sensu* como requisito parcial para a  
obtenção do certificado em Ciências  
Militares com ênfase na especialização em  
Artilharia Antiaérea.

Orientador: Cap Art GEORGE **KOPPE** EIRIZ

RIO DE JANEIRO

2013

F363i

2013 Fernandes , Iuri Duarte

A importância da artilharia antiaérea de média altura na defesa das bases aéreas / Iuri Duarte Fernandes - 2013

59f.: II

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2013.

1.Artilharia Antiaérea 2.Média Altura 3.Autodefesa I. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea II.  
Título

CDD:358.6



MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECE<sub>x</sub> - DET Mil  
**ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA**  
DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

**COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)**

DUARTE, Iuri Fernandes (1º Ten Inf) A Importância da Artilharia Antiaérea de Média Altura na Defesa das Bases Aéreas. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: GEORGE **KOPPE** EIRIZ - Cap Art

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

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro, 28 de Outubro de 2013.

---

GEORGE **KOPPE** EIRIZ - Cap Art  
**PRESIDENTE / ORIENTADOR**

---

CARLOS ROBERTO **PAULONI** - Cap Art  
**MEMBRO**

---

CESAR BONFIM **MENINE** CAMELO PRODÓSCIMO - Cap Art  
**MEMBRO**

Dedico este trabalho a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o meu desenvolvimento técnico especializado durante o ano corrente. Em especial a Deus, a minha esposa Ana Paula e aos meus pais Fernandes e Penha pela força e total incentivo à realização deste trabalho.

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAAD	Artilharia Antiaérea de Autodefesa
AA Ae	Artilharia Antiaérea
AEW	<i>Airborne Early Warning</i> /Aeronave de Alerta Antecipado
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
BAAAD	Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa
BAAN	Base Aérea de Anápolis
BACO	Base Aérea de Canoas
BAMN	Base Aérea de Manaus
Bia AAAD	Bateria de Artilharia Antiaérea de Autodefesa
CAAAD	Companhia de Artilharia Antiaérea de Autodefesa
COMGAR	Comando-Geral de Operações Aéreas
EAf	<i>Egypt Air Force</i> /Força Aérea do Egito
FAB	Força Aérea Brasileira
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia
GAAAD	Grupo de Artilharia Antiaérea de Autodefesa
GPS	<i>Global Positioning System</i> /Sistema de Posicionamento Global
GTI	Grupo de Trabalho Interministerial
HARM	<i>High-speed Antiradiation Missile</i> /Míssil Antirradiação de Alta Velocidade
HAS	<i>Hardened Aircraft Shelters</i> /Abrigo de Aeronave Robustecido
IAf	<i>Israel Air Force</i> /Força Aérea de Israel
LPI	<i>Low Probability of Interception</i> /Baixa Probabilidade de Intercepção
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
NuBAAAD	Núcleo de Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PGM	<i>Precision Guided Munition</i> /Munição Guiadas com Precisão
RAF	<i>Royal Air Force</i> /Força Aérea do Reino Unido
ROC	Requisitos Operacionais Conjuntos
RWR	<i>Radar Warning Receiver</i> /Receptor de Alerta Radar
SABER	Sensor de Acompanhamento de alvos aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência
SAM	<i>Surface to Air Missile</i> /Míssil Superfície-Ar
SEAD	<i>Suppression of Enemy Air Defence</i> /Supressão das Defesas Aéreas Inimigas

SISCEAB Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

SISDABRA Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Faixas de emprego da moderna ameaça aérea .....	22
Figura 2 - Fotografia tirada por um Mirage para avaliar os danos de batalha em uma base egípcia.....	28
Figura 3 - Um egípcio MiG-17 abatido durante o duelo sobre Sharm el-Sheikh.....	30
Figura 4 - B-52F despejando bombas convencionais sobre o Vietnã.....	35
Figura 5 - Lançamento de uma bomba GBU-15 .....	36
Figura 6 - F-22A Raptor .....	36
Figura 7 - Chengdu J-10 Vigorous Dragon .....	37
Figura 8 - Su-37 Terminator.....	38
Figura 9 - FA-18F Super Hornet realizando uma manobra evasiva.....	39
Figura 10 - AGM-88E HARM .....	40
Figura 11 - Organograma de Unidade de Artilharia Antiaérea de Autodefesa .....	43
Figura 12 - Militares do Primeiro Grupo de Artilharia Antiaérea de Autodefesa portando míssil IGLA-S.....	45
Figura 13 - Recebimento do primeiro radar SABER M60 no 1º GAAAD .....	47
Figura 14 - Sistema de defesa antiaérea TOR M-1 .....	51
Figura 15 - RBS 23 BAMSE .....	53
Figura 16 - Sistema PANTSyr-S1 de defesa antiaérea.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais diferenças técnicas do míssil Iгла S em relação ao míssil Iгла 9K38 .....	45
Tabela 2 - Principais características do Radar SABER M60 .....	47
Tabela 3 - Principais características do sistema de armas TOR M-1 .....	52
Tabela 4 - Principais características do sistema de armas RBS 23 BAMSE.....	54
Tabela 5 - Principais características do sistema de armas PANTSyr S1.....	55

## RESUMO

DUARTE, Iuri Fernandes. A Importância da Artilharia Antiaérea de Média Altura na Defesa das Bases Aéreas. Rio de Janeiro, 2013.

Este trabalho apresenta elementos para análise da evolução tecnológica dos materiais bélicos utilizados durante conflitos armados convencionais. Para tanto, foi utilizado como meio de estudo uma pesquisa sobre as guerras anteriores para a constatação de tal evolução. Destacada a evolução mundial da defesa antiaérea e comparando com a defesa antiaérea das bases aéreas brasileiras, pode-se inferir a atual deficiência de material de artilharia antiaérea (AAAe) para a realização da sua autodefesa.

Com o intuito de suprir a deficiência observada e melhorar o sistema de autodefesa das bases aéreas, foram elencados sistemas de defesa antiaérea, que atuam entre 3.000 m e 15.000 m (faixa do espaço aéreo da média altura) para serem avaliados e adquiridos pela FAB, com o intuito de tornar a autodefesa das bases aéreas capaz de se opor às novas ameaças que possuem tecnologia de atuar fora do envelope de emprego da AAAe de baixa altura. Dessa forma, a integração desses dois sistemas para a realização de uma melhor defesa das bases aéreas torna-se indispensável.

Palavras-chave: ARTILHARIA ANTIAÉREA, MÉDIA ALTURA, AUTODEFESA, BASES AÉREAS.

## **ABSTRACT**

DUARTE, Iuri Fernandes. The Importance of Medium Height Anti-Aircraft Artillery in Defense of Air Bases. Rio de Janeiro, 2013.

This article presents elements for analysis of technological evolution of war materials used during conventional armed conflicts. Therefore, it was used as a means to study a survey of previous wars to the realization of such evolution. Outstanding the global evolution of air defense and compared with the Brazilian air base defense, it can be inferred the current deficiency of material anti-aircraft artillery for the realization of self-defense.

In order to supply the deficiency observed and improve the system of self-defense of air bases were listed air defense systems, which operate between 3.000 m 15.000 m, to be evaluated and acquired by the FAB in order to make self-defense of air bases able to oppose the new threats that have technology acting outside the envelope of anti-aircraft artillery employment of low height. Thus, the integration of these two systems for the realization of a better defense of air bases is indispensable.

**Keywords:** ANTI-AIRCRAFT ARTILLERY, MEDIUM HEIGHT, SELF-DEFENSE, AIRBASES.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>TEORIA DO PODER AÉREO</b> .....	14
2.1	GIULIO DOUHET .....	14
2.2	WILLIAM “BILLY” MITCHELL .....	16
2.3	ALEXANDER P. DE SEVERSKY.....	17
2.4	<b>BATALHA AÉREA</b> .....	20
2.4.1	<b>A ameaça aérea</b> .....	20
2.4.2	<b>Classificação dos tetos de emprego da ameaça aérea</b> .....	22
2.4.2.1	Altitudes Orbitais .....	22
2.4.2.2	Grande Altura.....	23
2.4.2.3	Média Altura .....	24
2.4.2.4	Baixa Altura .....	24
2.4.3	<b>Fases da Batalha Aérea</b> .....	25
2.4.3.1	1ª Fase - A Busca da Superioridade Aérea .....	25
2.4.3.2	2ª Fase - Apoio às Operações Terrestres.....	26
2.4.4	<b>Ataque as Bases Aéreas</b> .....	26
2.4.4.1	Guerra dos Seis Dias (1967) .....	27
2.4.4.2	Guerra do Yom Kippur (1973) .....	29
<b>3</b>	<b>SUPPRESSION OF ENEMY AIR DEFENSE (SEAD)</b> .....	31
3.1	DEFINIÇÃO.....	31
3.2	ATAQUE AÉREO X DEFESA ANTIAÉREA.....	32
3.3	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA REALIZAR MISSÕES DE SEAD .....	33
<b>4</b>	<b>ARTILHARIA ANTIAÉREA NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA</b> .....	41
4.1	BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE AUTODEFESA .....	41
4.2	PRIMEIRO E SEGUNDO GAAAD .....	42
4.2.1	<b>Finalidade</b> .....	42
4.2.2	<b>Estrutura Organizacional</b> .....	43
4.3	TERCEIRO GRUPO DE ARTILHARIA DE AUTODEFESA (3º GAAAD) .....	43
4.4	EMPREGO DO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DA FAB .....	44
4.1.1	<b>Materiais utilizados pela FAB</b> .....	44
4.1.1.1	Míssil Iгла S .....	44
4.1.1.2	Radar SABER M60.....	45

<b>5</b>	<b>SISTEMAS DE ARMAS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA PARA DEFESA DAS BASES AÉREAS</b> .....	49
5.1	REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA .....	49
5.2	ALGUNS SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA DISPONÍVEIS NO MERCADO INTERNACIONAL .....	50
5.2.1	<b>TOR M-1</b> .....	50
5.2.2	<b>RBS 23 BAMSE</b> .....	52
5.2.3	<b>PANTSYR S1</b> .....	54
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A artilharia antiaérea nasceu da necessidade das forças terrestres se contraporem ao avião quando este passou a ser empregado como uma arma no final da I Guerra Mundial. Antes disso, o avião era utilizado apenas para reconhecimento e regulagem de tiro de artilharia de campanha. No início, a antiaérea utilizou métodos rudimentares para o combate, com as mesmas armas de fogo existentes para o combate terrestre; nesse momento da história, foi o estrategista do poder aéreo Douhet quem fez as primeiras avaliações do desempenho da mesma. Com o passar dos anos, as técnicas e os armamentos foram sendo aperfeiçoados e se tornaram específicos para a artilharia antiaérea e, conseqüentemente, provocou aumento dos índices de acertos.

A experiência bélica mundial demonstrou que o combate antiaéreo é de alto risco, sendo imperioso o seu desenvolvimento dentro de um ambiente mais seguro possível, não dando margens a improvisos e a acertos de última hora, sob pena de ineficiência ou até, em caso mais extremo, na ocorrência de fratricídio.

A Operação Tempestade no Deserto, em 1991, demonstrou o quanto a supressão da defesa antiaérea é importante para o emprego seguro do poder aéreo. Naquele conflito, a coalizão elegeu, como primeira prioridade, a destruição do Sistema de Defesa Antiaérea do Iraque, o que realmente ocorreu. Analisando o decorrer dos conflitos armados, observamos que as missões de supressão da defesa antiaérea inimiga ocorreram principalmente com ataques à bateria de mísseis e/ou canhões antiaéreos e ataques às bases aéreas, com o intuito de dominar o espaço aéreo, conseguindo, então, apoiar as operações terrestres no prosseguimento.

Com o surgimento de novos equipamentos e armamentos, os conflitos armados convencionais tornaram-se altamente tecnológicos. Caso um país desenvolvesse um míssil novo, o seu oponente necessitaria descobrir uma nova maneira de abater àquela ameaça para lograr êxito na batalha.

Durante a Guerra do Vietnã, observou-se que a evolução dos mísseis antiaéreos já proporcionavam uma defesa antiaérea de média altura com o míssil russo SA-2 e, com o desenvolver do combate, os canhões antiaéreos de defesa de baixa altura foram reforçados com novas baterias antiaéreas de mísseis, combinando armas para uma melhor defesa do seu espaço aéreo.

Nos dias atuais a artilharia antiaérea da Força Aérea Brasileira (FAB) somente possui mísseis que proporcionam a defesa antiaérea na baixa altura. Sendo assim, suas organizações

e instalações de interesse (principalmente as bases aéreas) ficam desprovidas de proteção contra aeronaves que realizam ataque na média e grande altura (fora do envelope de emprego das armas antiaéreas).

A presente pesquisa tem como objetivo geral, apontar a importância do emprego de equipamentos de artilharia antiaérea de média altura para a defesa das bases aéreas da FAB.

A fim de viabilizar a consecução desse objetivo geral de estudo, foram formulados, a seguir, objetivos específicos, de forma a encadear logicamente o raciocínio descritivo apresentado neste estudo.

- a. Ressaltar a importância estratégica da defesa das bases aéreas na 1ª fase da batalha aérea;
- b. Apurar os avanços tecnológicos no estado da arte existentes nos meios aéreos empregados em SEAD;
- c. Associar as hipóteses de emprego da FAB na Defesa de Bases Aéreas ao Material de Artilharia Antiaérea existente atualmente; e
- d. Apresentar a estrutura e a concepção de emprego dos Grupos de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (GAAAD) da FAB.



## 2 TEORIA DO PODER AÉREO

Os historiadores militares entendem que o desenvolvimento do avião como arma só ocorreu depois de 1909, quando os irmãos Wright venderam um aparelho ao Departamento de Guerra dos Estados Unidos. Da utilização desta nova plataforma é que os estrategistas europeus e estadunidenses logo vislumbraram a superioridade do avião em relação à Cavalaria, principalmente nas operações de reconhecimento.

Concomitantemente ao surgimento do “mais pesado que o ar”, eclode a ideia de Poder Aéreo. Para tornar claro o significado de Poder Aéreo e como esse conceito foi evoluindo ao longo do século passado, será realizada uma explanação sobre a evolução da teoria por meio da apresentação de seus principais teóricos que desenvolveram as bases do emprego estratégico da aviação na guerra e na paz. Esses teóricos foram dispostos em ordem cronológica, iniciando pelo “pai”, o italiano Giulio Douhet, seguido pelo norteamericano William Mitchell e, por último, o russo Alexander Seversky. Além dessa evolução histórica, será apresentado como os seus postulados foram sendo adaptados em função das mudanças tecnológicas provocadas pelo avanço da ciência, passando de Poder Aéreo para Poder Aeroespacial.

### 2.1 GIULIO DOUHET

Oficial do exército italiano, Giulio Douhet (1869-1930) serviu, inicialmente, na Arma de Artilharia. Depois, de 1912 a 1915, foi comandante da primeira unidade italiana de aviação, servindo, posteriormente, numa Divisão de Infantaria.

Durante a Primeira Guerra Mundial, assistiu o resultado do emprego de táticas e estratégias obsoletas frente às novas armas empregadas, tornando-se, em razão deste fato, convicto de que a utilização de armamentos de alta tecnologia – metralhadoras, gases tóxicos, aviões – tornara ultrapassada a guerra entre grandes exércitos terrestres.

Depois da guerra, no ano de 1921, o então General-de-Divisão publicou uma obra, sob o título de *Il Dominio dell’Aria: Saggio sul’Arte Della Guerra Aerea*<sup>1</sup>.

No início de seu trabalho, o autor desmistifica a eficácia da guerra terrestre frente às novas armas mais sofisticadas e letais, pois, com o seu emprego, a guerra tenderia a um impasse, tal como ocorrera na Primeira Guerra Mundial, onde uma vez ocupada uma posição determinada, esta era completamente fortificada e defendida por meio de todos os recursos disponíveis. Qualquer tentativa de tomada pelo exército adversário custava muitas vidas,

---

<sup>1</sup> O Domínio do Ar: Ensaio Sobre a Arte da Guerra no Ar

tornando-se um combate eminentemente defensivo e desgastante.

A tecnologia iria transformar as guerras futuras em lutas defensivas que envolveriam países inteiros. O teórico em tela ressaltou que os efeitos da guerra não seriam restritos aos soldados na linha de frente e que os civis, também, seriam envolvidos na próxima guerra, em razão do emprego do avião:

“Por meio do aeroplano, (...). O campo de batalha não mais será limitado: ele só será confinado pelas fronteiras das nações em guerra. Todos se tornarão combatentes porque todos estarão expostos aos ataques diretos do inimigo. Não mais haverá distinção entre beligerantes e não-beligerantes.” (DOUHET, 1988:30)

Douhet propõe, ainda, a hipótese de que, fornecendo à Força Aérea completa independência com relação às outras Forças (Exército e Marinha) e, tornando o aeroplano o sistema de arma por excelência do arsenal militar, o poder aéreo poderia tornar-se o instrumento da vitória na próxima guerra. Ele acreditava que, com o advento da tecnologia, o Exército e a Marinha tornavam-se “órgãos de desgaste indireto da resistência nacional”.

A Força Aérea, ao contrário, poderia agir de forma direta para cortar a resistência nacional pela base, pois o aeroplano levaria a guerra para além da linha de defesa inimiga, ou seja, para dentro do território do país adversário. Mas isso não seria possível simplesmente por qualquer Força Aérea. Douhet era contra a ideia de uma Força Aérea auxiliar do Exército, como ocorrera durante a Primeira Guerra, em que o aeroplano era usado para operações de reconhecimento da posição do inimigo, ou da Marinha, ou como uma coleção de caças em voo à procura de oponentes.

Dentro dessa linha de pensamento, proposta por Douhet, ele propunha a existência de uma frota de bombardeiros de grande porte e dotados de meios de autodefesa que dominariam não só o inimigo, mas, também, o orçamento militar da Itália ou de qualquer outro país que seguisse às suas ideias. Ele almejava uma Força Aérea que pudesse vencer não apenas combates aéreos, mas que obtivesse o domínio total do ar, que teria efeito debilitador sobre a capacidade das forças terrestres e marítimas, que seriam, na sua visão, relegadas a uma função secundária em futuros conflitos.

Quanto mais cedo o ataque, melhores as chances de se obter o domínio do ar, pois, assim, se poderia destruir parte considerável do poder aéreo do adversário que se encontrasse no solo, tal como aeronaves, bases aéreas e depósitos de suprimentos. Deste modo, aguardar uma declaração oficial de guerra poderia ser desastroso porque o próprio adversário poderia aproveitar a oportunidade para atacar primeiro, obtendo o domínio do ar.

Douhet considerava desnecessário gastarem-se recursos com qualquer tipo de defesa contra ataque aéreo, porque a guerra aérea impossibilitaria qualquer tipo de defesa, só

permitindo o ataque. Deve-se ressaltar que, ao fazer esta colocação, ainda não havia sido desenvolvido o radar. Logo, ele afirmava que tal defesa era impraticável, uma vez que qualquer país teria mais pontos sensíveis do que poderia defender.

A solução para o problema da defesa repousava, assim, na destruição da Força Aérea inimiga antes desta poder ser empregada, ou seja, destruir aeronaves em solo e instalações; esta tática representava a única concessão à sua teoria de só atacar áreas sensíveis.

No tocante aos caças, Douhet argumentava que se chegassem a ser utilizados, deveriam proteger os bombardeiros. Certamente, não deveriam ser empregados na defesa da pátria, pois seriam completamente desperdiçados em combate contra outros caças, porque apenas alguns aviões inimigos seriam destruídos e nenhum território seria conquistado, além da vontade do inimigo permanecer inabalada.

## 2.2 WILLIAM “BILLY” MITCHELL

William “Billy” Mitchell (1878-1936), militar do Exército norteamericano, foi um grande teórico do poder aéreo no Novo Mundo que, apesar da originalidade de seus pensamentos, não teve o mesmo prestígio que Giulio Douhet obteve na Itália ou que Trenchard na Inglaterra.

Mitchell começou sua carreira militar em 1898, quando se alistou no exército. Na condição de oficial de infantaria, ele é enviado para o Estado do Alaska para participar da construção da rede telegráfica, iniciativa considerada, na época, como de grande importância estratégica. Mais tarde, quando os Estados Unidos ingressaram na Primeira Grande Guerra, em 1917, ele participou do conflito como oficial de aviação, coordenando os esquadrões de aviação militar americano na fase final da guerra.

Após o armistício, frequentou os Estados-Maiores europeus, a fim de conhecer a situação da aeronáutica militar nos diversos países. Promovido ao posto de general em 1921, foi nomeado assistente-chefe da Aviação do Exército, cargo no qual permaneceu até 1925.

Na primeira metade da década de 20, Mitchell tornou-se um defensor árduo da criação de uma Força Aérea independente da Marinha e do Exército; entretanto, na condução de sua campanha, ele acabou ofendendo os dirigentes dessas duas armas, acusando-os de “incompetência”, “negligência criminosa” e por omitirem informações ao Congresso dos Estados Unidos sobre o desempenho da aviação na Primeira Guerra. Em decorrência desse ato de desacato a superiores, ele foi submetido à corte marcial e condenado a cinco anos de suspensão das funções militares; porém, Mitchell optou por pedir demissão do cargo no começo de 1926.

Após abandonar a carreira militar, Mitchell dedicou os últimos anos de sua vida a convencer as lideranças políticas e a elite militar do acerto de suas ideias, tendo sentido a satisfação de, antes de morrer, em 1936, ver organizada a Força Aérea norteamericana.

Os estudos de William Mitchell sobre o emprego da aviação tem conclusões muito parecidas com as de Giulio Douhet. Tal como o teórico italiano, ele sabia que a Força Aérea teria um papel importante nos futuros conflitos:

“O advento do poder aéreo, que pode ir direto aos centros vitais e neutralizá-los ou destruí-los, deu uma configuração inteiramente nova ao velho sistema de se fazer uma guerra. Compreende-se agora que o principal exército inimigo em campo é um falso objetivo, e que os objetivos reais são os centros vitais (...). O resultado da guerra aérea será forçar decisões rápidas. O poder aéreo superior provocará tal devastação no país oponente, que uma campanha extensa será impossível.” (MITCHELL apud SANTOS, 1989:50)

A diferença existente entre Mitchell e Douhet reside na postura que cada um tomou sobre a questão do emprego da aviação. O teórico americano escrevia e falava como uma pessoa engajada e decidida, tornando-se cada vez mais impaciente com a oposição, a qual ele não hesitava em atacar, o que produzia uma relação tensa e agressiva. Já Douhet adotava uma postura de estudioso e pesquisador imparcial da verdade, mesmo nos momentos mais controversos do debate com seus pares militares, pois, como ele próprio afirmava, não cabia a ele decidir numa guerra a função predominante de uma determinada arma.

Outro ponto que os distinguia era o conhecimento técnico sobre aeronaves. Mitchell era um profundo conhecedor de aviões, enquanto Douhet tinha pouca familiaridade com aspectos técnicos. Essa diferença fica clara quando Douhet prefere um único modelo de avião para emprego em todas as missões bélicas, ao contrário de Mitchell, que defende o uso de modelos diferentes, enfatizando o combate aéreo.

### 2.3 ALEXANDER P. DE SEVERSKY

Alexander P. De Seversky (1894-1974), cidadão americano naturalizado, nasceu em Tiflis, na Rússia, no dia 8 de junho de 1894. Graduou-se na Academia Naval Imperial em 1914. No ano seguinte, lutou como aviador contra os alemães e perdeu a perna direita em combate. Apesar disso, com permissão especial do Czar, voltou ao serviço ativo, tornou-se chefe da aviação naval russa que operava no Báltico, tendo cumprido cinquenta e sete missões de combate e tendo abatido treze aviões alemães.

Depois da Revolução Comunista, foi mandado pelo governo provisório para os Estados Unidos, como membro da Missão Naval russa. Após a conquista do governo do seu país pelos bolchevistas, Seversky ofereceu seus serviços, como piloto de combate, ao governo

de Washington. O Departamento de Guerra dos Estados Unidos, considerando mais importante sua experiência como engenheiro e construtor; aproveitou-o como engenheiro consultor e piloto de provas.

Além de técnico, estrategista e conferencista de renome, Seversky foi escritor mundialmente consagrado. Seus dois livros mais importantes foram *Victory Through Air Power*<sup>2</sup>, editado em 1942, e *Air Power: Key to Survival*<sup>3</sup>, editado em 1950.

No livro “A Vitória pela Força Aérea”, escrito durante a 2ª Guerra Mundial, ele analisou as operações aéreas executadas até 1941 na Europa, dando ênfase principal à Batalha da Inglaterra, da qual ele fez estudo pormenorizado sobre as causas da derrota da *Luftwaffe*<sup>4</sup> e da vitória da *Royal Air Force*<sup>5</sup> (RAF), tirando desse episódio importantes ensinamentos sobre o Poder Aéreo.

Ele inicia a obra tecendo considerações acerca do impacto da aviação sobre diversos aspectos da guerra, mas principalmente do ponto de vista da estratégia militar então em voga. Feitas essas avaliações, ele passa a analisar as campanhas da *Luftwaffe* durante a *Blitzkrieg*<sup>6</sup>, na Escandinávia, em Dunquerque<sup>7</sup>, sobre o mar Mediterrâneo, de modo a demonstrar a importância da aviação nessas operações para, em seguida discorrer sobre a Batalha da Inglaterra, que durou de agosto a setembro de 1940.

Na avaliação da Batalha Aérea da Inglaterra, ele estuda, detalhadamente, o emprego da aviação, a estratégia adotada pela *Luftwaffe* e pela RAF, as aeronaves utilizadas, os objetivos e os resultados finais alcançados no embate entre Inglaterra e Alemanha, tirando importantes conclusões sobre o papel da Força Aérea. Dentro desse estudo, a maior contribuição da análise de Seversky foi explicar que os ingleses não sucumbiram ao poder aéreo germânico, reputado como muito maior, pois haviam desenvolvido uma verdadeira Força Aérea independente (RAF), tendo como espinha dorsal de sua organização as unidades de bombardeiros, fortemente armados, com grande capacidade de transportar bombas e com raio de alcance longo. Já, por outro lado, os alemães conceberam uma arma aérea para auxiliar as operações terrestres com aviões pouco armados e de pequeno alcance, que os tornavam impróprios para combates aéreos.

Essa constatação de Seversky veio a confirmar a tese de Douhet de que só uma Força Aérea independente e que tenha como vetor principal o bombardeiro de longo alcance,

---

<sup>2</sup> A Vitória pelo Poder Aéreo

<sup>3</sup> Poder Aéreo: Chave para Sobrevivência

<sup>4</sup> Força Aérea Alemã

<sup>5</sup> Força Aérea do Reino Unido

<sup>6</sup> Guerra Relâmpago

<sup>7</sup> Litoral francês

apoiado por caças interceptadores, pode alcançar resultados satisfatórios numa guerra.

A partir desse estudo de caso, ele postula, ao final do seu livro, que os Estados Unidos deveriam organizar sua Força Aérea nos moldes da RAF, ou seja, plenamente independente e com sua força depositada em grandes unidades de bombardeiros bem armados, de grande capacidade de bombas e raio de alcance, o que efetivamente veio ocorrer nas campanhas aéreas angloamericanas sobre a Alemanha entre 1944 e 1945, com o emprego do famoso B-17, a “Fortaleza Voadora”, e de outros bombardeiros.

Seversky destacou que os avanços tecnológicos no campo da aeronáutica, tais como: o desenvolvimento de motores mais potentes e de melhor rendimento; o aumento de capacidade dos tanques de combustível e do transporte de carga dos bombardeiros e do aperfeiçoamento do sistema de reabastecimento em pleno voo, permitindo maior autonomia de voo, tornavam o bombardeiro para transporte da bomba nuclear a arma suprema da próxima guerra.

Além do problema da defesa, havia o problema da logística, uma vez que essas bases se encontravam distantes dos centros industriais americanos. Assim, um poder aéreo que dependesse de bases ultramarinas somente seria eficaz quando funcionassem as linhas de comunicação que alimentassem essas bases. Seversky sustentava que, durante um conflito, as linhas de abastecimento poderiam ser cortadas pelo inimigo, isolando a base e, conseqüentemente, sendo esta conquistada pela força adversária.

Ao imaginar a infraestrutura destinada aos mísseis nucleares e o cenário para uma guerra de mísseis balísticos, Seversky conseguiu chegar próximo do que, posteriormente, estruturar-se-ia para a operação dos mísseis e para o cenário de guerra nuclear, tanto nos Estados Unidos quanto na União Soviética, com o advento da era espacial, como ele descreveu em suas palavras:

“Quando houver chegado a era das guerras do tipo fulminante, as nações se haverão convertido em outras tantas fortalezas, disparando desde seus redutos diversos projéteis dirigidos. A luta estará a cargo de homens de ciência, engenheiros e especialistas, comodamente instalados em seus postos de comando subterrâneos, de onde dirigirão a guerra sem o menor risco para eles. A guerra de movimento haverá cedido lugar a um bombardeiro estático, limitado a um duelo de projéteis dirigidos com alcances globais, as forças adversárias permaneceriam inativas, amarradas as suas posições de apresto, até que um dos beligerantes acabe por derrubar-se.” (SEVERSKY,1951:381)

Uma guerra de mísseis, na sua avaliação, relegaria ao Exército, à Marinha e à Força Aérea um papel secundário e pouco expressivo nas operações de guerra, ou seja, os mísseis tornar-se-iam elementos decisivos num confronto entre as superpotências.

Uma confrontação intercontinental constituiria, em última análise, uma expressão dos avanços tecnológicos alcançados pelos respectivos beligerantes no plano dos mais acabados

conhecimentos de ordem científica. Em outras palavras, o próximo conflito seria uma guerra tecnológica que, de certa maneira, ocorreria no âmbito da corrida espacial e armamentista entre as duas superpotências que competiam pela supremacia militar.

Algumas ideias contidas nessa teoria, de certa maneira, acabaram tendo influência sobre as decisões dos estrategistas militares norte-americanos, como, por exemplo, a criação do Strategic Air Command<sup>8</sup> (SAC), uma unidade composta por bombardeiros intercontinentais (B-36 e B-52) que realizaria o ataque nuclear à URSS. Outras só vieram se confirmar mais tarde, como o emprego do míssil veículo de transporte de ogivas nucleares.

## 2.4 BATALHA AÉREA

### 2.4.1 A ameaça aérea

A ameaça aérea está presente em todos os teatros de operações, é extremamente poderosa e representa hoje o maior perigo que todas as forças em operação têm de enfrentar, pois podem vetorar um variado portfólio de armas de todos os tipos e atacar qualquer tipo de alvo, desde submarinos e forças terrestres até alvos estratégicos e outras aeronaves.

A ameaça aérea pode ser definida como todo vetor aeroespacial que tem por finalidade alvejar objetivos predominantemente militares, sejam eles terrestres, marítimos de superfície e submarinos, aéreos e instalações estratégicas. A materialização da ameaça pode ser efetivada por diversos vetores, dentre eles encontram-se: aeronaves de caça e/ou ataque, aeronaves de patrulha marítima, helicópteros militares, ARP<sup>9</sup>, mísseis de cruzeiro, mísseis balísticos, satélites, entre outras (BRASIL, 2000, p. 53).

Já na Primeira Guerra Mundial, praticamente no mesmo período do surgimento do avião, a ameaça aérea passou a integrar a lista de preocupações dos militares. A Segunda Guerra Mundial marcou sua maturidade e testemunhou o emprego maciço dos vetores aéreos inimigos em todas as frentes, como na campanha do Pacífico, onde bombardeios aliados foram executados no interior do território alemão, bem como nas outras frentes de combate.

Nesse conflito também ocorreu a estreia dos primeiros mísseis de cruzeiro representados pelas bombas V-1 e os primeiros balísticos representados pelas V-2, ambas sobre Londres. Na Guerra da Coreia, apareceram os primeiros helicópteros de ataque e aeronaves a jato foram empregadas em maior número. A Guerra do Vietnã marcou o uso intensivo do helicóptero e, tal qual a Segunda Guerra Mundial, fez-se uso intensivo dos

---

<sup>8</sup> Comando Aéreo Estratégico

<sup>9</sup> Aeronave remotamente pilotada

bombardeiros estratégicos. Também nessa grande guerra se deram os primeiros e únicos bombardeios nucleares até o momento, quando o Japão foi alvo de duas bombas sobre Hiroshima e Nagasaki.

Nas guerras contra o Iraque, fez-se uso intensivo de mísseis de cruzeiro e de mísseis balísticos lançados de submarinos, de navios de superfície e de lançadores terrestres, bem como de aeronaves de bombardeio estratégico com características "Stealth"<sup>10</sup>. Nesse período, a tecnologia atingiu níveis consideráveis, permitindo atingir uma precisão de lançamento nunca antes alcançada, tornando os vetores aéreos ainda mais letais e perigosos.

Devido ao perigo que representam, é muito importante que as características dos vetores aéreos presentes em um ambiente operacional sejam minuciosamente estudadas, suas táticas de combate e técnicas de emprego, bem como o seu armamento, através de cuidadosas análises de inteligência para que a ameaça que representam seja devidamente prevenida e enfrentada com sucesso.

O espectro de atuação de cada meio aéreo potencialmente hostil deve ser bem conhecido por quem se propõem enfrentá-los. Cada vetor aéreo opera em uma faixa bem definida do espaço aéreo e as armas que vão enfrentá-lo devem ser capazes de atuar com eficiência dentro deste envelope de emprego.

---

<sup>10</sup> Tecnologia furtiva utilizada para ocultar aviões, navios e mísseis



## 2.4.2 Classificação dos tetos de emprego da ameaça aérea

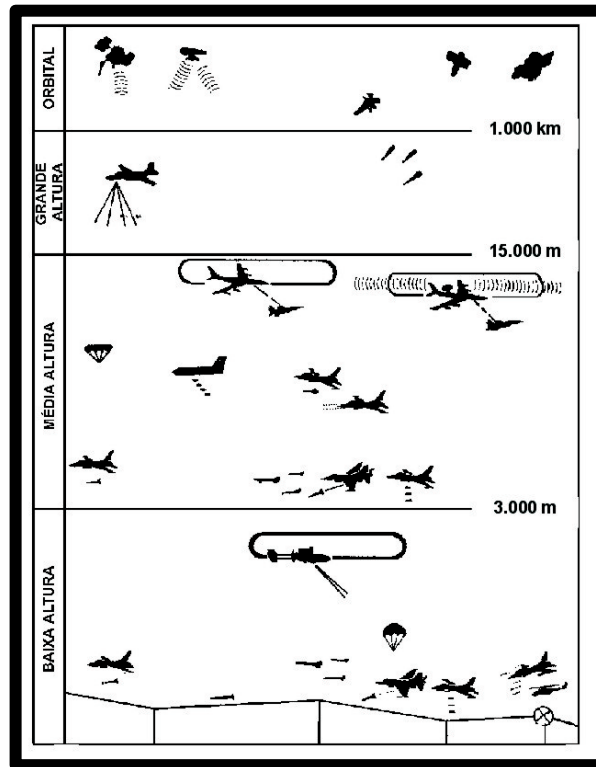


Figura 1 - Faixas de emprego da moderna ameaça aérea  
Fonte – Manual C 44-1

### 2.4.2.1 Altitudes Orbitais

A faixa mais elevada do espaço aéreo é aquela geralmente utilizada pelos satélites que orbitam o planeta e cumprem várias aplicações militares importantes. Situa-se em altitudes superiores a 1.000 km, região onde a atmosfera praticamente inexistente e aqueles que lá orbitam sustentam-se por força centrífuga, não necessitando de asas ou configurações aerodinâmicas, descrevendo velocidades muito altas que diminui à medida que a altitude aumenta. Essa região é considerada espacial, e já estão sendo realizadas pesquisas para a viabilização de veículos, principalmente de transporte, que operarão nesse ambiente, permitindo um deslocamento muito rápido a qualquer parte do planeta. Além dos satélites, operam nessa faixa os mísseis balísticos.

A interceptação nessa faixa do espaço aéreo é muito difícil devido a grande altitude e velocidades desenvolvidas e requer sistemas de armas de mísseis hipersônicos de alto nível de desenvolvimento tecnológico para ter alguma chance de sucesso.

Os satélites orbitam em faixas variadas, sendo os modelos destinados a comunicações aqueles que estão no limite superior das órbitas artificiais terrestres. Descrevem suas

trajetórias a cerca de 36.000 km de altitude na chamada órbita geoestacionária. Sua órbita acompanha o movimento de rotação da terra e permite a comunicação com as antenas na superfície, sem necessidade de movimentar-se. Destinam-se à retransmissão de telefonia, sinais de TV e todo o tipo de comunicação a grandes distâncias. São largamente difundidos para uso civil e militar.

Os satélites meteorológicos se deslocam em órbita geoestacionária, tal qual os de comunicações, ou em órbita polar, em altitudes mais baixas. Dados meteorológicos podem ser obtidos atualmente pelo simples acesso à Internet, porém, quando necessitamos de informações com precisão elevada, as forças militares recorrem a esses satélites.

Os satélites de sensoriamento são aqueles que representam a maior ameaça em tempos de conflito pois são eles que realizam a coleta de informações sobre o inimigo através da fotografia, do monitoramento de sinais de comunicação, mapeamento de terreno, detecção de radiação e outros. Utiliza-se de sensores óticos, infravermelhos, de radares de diversos tipos, dentre outros. O Brasil fabricou cinco desses satélites, sendo alguns em cooperação com outros países, são eles: SCD<sup>11</sup> 1 e 2; e CBERS<sup>12</sup> 1, 2 e 2B.

Os satélites de navegação giram em órbita média, como os do sistema de posicionamento global (GPS), por exemplo, a cerca de 20.000 km de altitude, e permitem orientação a navegação de todos os tipos de veículos, para uso civil e militar. Esse sistema permite grande precisão na navegação, permitindo que vetores aeroespaciais se desloquem a grandes distâncias com alto grau de precisão, mesmo com mau tempo.

#### 2.4.2.2 Grande Altura

A faixa que vai desde os 15 km até os limites da atmosfera denomina-se Grande Altura. Nesta faixa atuam aeronaves como os modelos da *Lockheed U-2 Dragon Lady* e *SR-71 Blackbird* norte-americanos, hoje já suplantados pelos satélites de sensoriamento e mísseis balísticos de curto e médio alcance e que podem carregar ogivas nucleares, químicas e biológicas, além das convencionais. Pode ser utilizada para bombardeio, mas é no reconhecimento estratégico que tem sua grande utilização. Existem modelos de ARP já atuam nessa faixa do espaço aéreo.

---

<sup>11</sup> Satélite de Coleta de Dados

<sup>12</sup> China-Brazil Earth-Resources Satellite

#### 2.4.2.3 Média Altura

A faixa que vai de 3 a 15 km denomina-se Média Altura. É largamente utilizada pela maioria das aeronaves de asa fixa, salvo aquelas que voam baixo para se utilizar da proteção do terreno. Nessa faixa atuam as aeronaves de alerta antecipado (AEW<sup>13</sup>) dotadas de potentes radares, que, além de proverem alerta antecipado, atuam como centros de comando e controle e guerra eletrônica, vetorando aeronaves de ataque e interceptação e controlando o tráfego aéreo. Atuam, ainda, no acionamento de baterias antiaéreas quando a estas informam a presença de aeronaves hostis.

Tais quais as aeronaves AEW, atuam também nessa faixa as aeronaves de alarme terrestre com radares de varredura lateral para busca de superfície, bem como as aeronaves de superioridade aérea, de bombardeio estratégico e interdição do campo de batalha. Para atuar nessas altitudes, as aeronaves de ataque e bombardeio devem possuir sistemas de pontaria precisos e/ou armas de precisão, bem como um nível de segurança proporcionado por escoltas e meios orgânicos que proporcionem riscos mínimos, pois são facilmente visíveis aos sistemas de alerta do inimigo. Aeronaves de transporte se utilizam dessa faixa desde os 3 aos 10 km, dependendo dos modelos empregados, e podem infiltrar forças especiais em salto livre a grandes altitudes, inclusive no período noturno.

#### 2.4.2.4 Baixa Altura

A faixa de baixa altura vai do solo até cerca de 3 km, e é onde se concentra a maior parte das ameaças aéreas. Nessa faixa atuam os helicópteros em geral, as aeronaves de apoio aéreo aproximado e os bombardeiros estratégicos que buscam a proteção do terreno em penetração a baixa altura com radares de seguimento do terreno. As missões de supressão de defesas antiaéreas também são realizadas nessa faixa, bem como o reconhecimento armado.

Helicópteros são grandes usuários dessa faixa. Saltos operacionais de forças aeroterrestres e de suprimento pelo ar são realizados na baixa altura, muitas vezes por aeronaves lentas, de silhueta ampla e muito vulneráveis. Aeronaves de guerra eletrônica realizam suas missões nessa faixa, especialmente contra sistemas antiaéreos através de interferência eletrônica em radares e equipamentos de comunicações. Aeronaves remotamente pilotadas estão cada vez mais presentes nos campos de batalha modernos e a sua maioria atua a baixa altura. Eles transportam mísseis ar-terra e antitanque, coletam informações para

---

<sup>13</sup> Airborne Early Warning

artilharia e para o reconhecimento tático. São baratos, acessíveis, difíceis de ver e podem desempenhar múltiplas missões.

Outro vetor cada vez mais presente nos teatros de operações modernos são os mísseis de cruzeiro que voam rente ao terreno, tal qual uma aeronave de penetração, utilizando-se de sistemas de navegação de seguimento de terreno e GPS, e endereçados contra alvos de coordenadas conhecidas, podendo ser disparados de qualquer tipo de plataforma. Podem ser abatidos por armas antiaéreas de tubo, porém são pequenos e difíceis de detectar. Como exemplo desses sistemas, podem ser citados o *BrahMos*, da DRDO<sup>14</sup> e NPO *Mashinostroeyenia* e o *Tomahawk*, da Raytheon.

### 2.4.3 Fases da Batalha Aérea

A batalha aérea pode ser dividida em duas fases bem definidas. A primeira fase caracteriza-se pela busca da superioridade aérea e a segunda fase busca-se empregar maior parte de seus meios aéreos em apoio às operações terrestres.

#### 2.4.3.1 1ª Fase - A Busca da Superioridade Aérea

A JP<sup>15</sup> 3-30, Command and Control for Joint Air Operations<sup>16</sup>, define superioridade aérea como sendo “o grau de domínio de uma Força Aérea sobre outra durante a batalha, o que permite a execução de operações terrestres, marítimas e aéreas, em dada hora e lugar, sem interferência proibitiva de força oposta”. Essa definição permite a descrição de superioridade aérea como escala móvel de domínio aéreo; não em valor binário. Varia em grau de intensidade: de ínfimo a elevado.

Durante os períodos iniciais de grande conflito, caracteriza-se a superioridade aérea como o período finito de espaço e tempo dentro de dada área de operações.

A JP 3-30 define supremacia aérea como o “grau de superioridade aérea onde a força adversária é incapaz de interferir eficazmente”. Ou seja, a supremacia aérea é descrita em valor binário. Enquanto que a superioridade aérea é uma função do período de tempo finito e lugar definido, a supremacia aérea é uma função do período de tempo infinito através de espaço definido. Devemos lembrar que o estabelecimento da superioridade ou supremacia aérea não garante a vitória. No entanto, sem ele, o conflito torna-se extremamente

<sup>14</sup> Defence Research and Development Organisation

<sup>15</sup> Joint Publication

<sup>16</sup> Comando e Controle para as Operações Aéreas Conjuntas, p. 131

dispendioso. A máxima a utilizar é a obtenção de superioridade aérea, rápida e eficiente.

Durante a Operação Tempestade no Deserto, a obtenção da superioridade aérea foi atingida com surtidas de bombardeiros B-52G com golpes contra quatro campos de voo e pistas de aterrissagem em autoestradas, juntamente com ataques de mísseis de cruzeiro lançados de aeronaves B-52H contra junções vitais de comando e controle iraquianas, permitindo algo grau de superioridade aérea com rapidez estonteante (HALLION, 1992, p. 146-147).

#### 2.4.3.2 2ª Fase - Apoio às Operações Terrestres

O manual C44-1 define que “após as ações iniciais para a conquista da superioridade aérea, o inimigo empregará, normalmente, parte de seus meios aéreos em apoio às Operações Terrestres, executando particularmente missões de ataque, reconhecimento armado e cobertura”. Ou seja, uma vez assegurada a superioridade aérea, as operações terrestres poderão ter início, com apoio de aeronaves de apoio aéreo aproximado.

#### 2.4.4 Ataque as Bases Aéreas

“Os caças são uma criatura estranha. No ar, reabastecido, armado e comandado por um bom piloto, é a encarnação do poder e da capacidade de luta que leva medo aos blindados e navios no mar. Mas esta mesma aeronave, tão poderosa no ar, é um objeto frágil no solo. Não apenas é indefeso, mas também não tem a mínima capacidade de defesa. Parada na pista, desajeitado e prostrado, fica a mercê de qualquer inimigo. Não apenas está vulnerável a ataques aéreos (que tornam a bases aéreas um alto muito atrativo durante a guerra), mas até mesmo a um simples morteiro, bem usado, pode deixá-lo em peças. Custa uma fortuna, pode decidir uma guerra, e ainda assim, fica inofensivo como um bebê.” (Ezer Weizmann, Comandante da Força Aérea de Israel durante a guerra de 1967.)

A principal tarefa do Poder Aéreo no início de uma guerra é neutralizar o poder aéreo inimigo. Uma forma de fazer isso rapidamente, e é considerado muito efetivo, é atacar o inimigo no solo. Degradar a razão de saída do inimigo temporariamente, ao invés de, no ar, pode ser o suficiente e basta atacar as pistas de pouso. Destruir o inimigo no ar é bem mais difícil que em terra. As aeronaves sempre estão mais concentradas em terra que no ar. Destruir instalações ainda pode ser efetivo para manter o inimigo no chão, conseguindo neutralizar o poder aéreo inimigo ao invés de destruir. A doutrina da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) denomina estas ações de Operações Offensive Counterair (1998, p. 2-3) e inclui ataques às bases aéreas, além de atacar as aeronaves inimigas no ar e a supressão de defesas. A seguir, serão descritos como o Poder Aéreo vem sendo atacado em terra para se conseguir obter superioridade aérea durante os conflitos.

#### 2.4.4.1 Guerra dos Seis Dias (1967)

A Guerra dos Seis Dias iniciou na manhã de seis de junho de 1967 quando a Força Aérea Israelense (IAF) atacou as bases aéreas do Egito na Operação Moked. O Egito estava totalmente despreparado para um ataque e não tomou as medidas preventivas para defender suas bases aéreas ou para proteger as suas aeronaves.

O objetivo da operação era conseguir a superioridade aérea em uma guerra contra as nações árabes dentro de 6 horas, pois Israel não poderia travar uma guerra defensiva ou de atrito contra os árabes. Somente uma ação preventiva poderia evitar a destruição do país. A defesa contra um ataque aéreo era difícil porque o país era pequeno demais para que os caças pudessem levantar voo após o sistema de aviso antecipado ser acionado.

A operação foi ensaiada intensamente no deserto do Negev, onde os pilotos israelenses praticaram voo rasante, bombardeio de precisão e destruição de modelos de alvos terrestres semelhantes aos aeródromos egípcios.

O objetivo inicial era atacar nove aeródromos no Egito: El Arish, Jebel Libni, Bir Gifgafa e Bir Thamada, no Sinai; Fayid e Kabrit, no Canal de Suez; Abu Sueir e Cairo Oeste, na área do Delta; e Beni Sueif, a cerca de 100 km ao sul do Cairo.

Os atacantes aproximaram-se em voo rasante para evitar detecção, subindo somente ao chegarem perto dos alvos e aparecendo de repente nos radares egípcios. A subida final foi uma armadilha deliberadamente aplicada para dar aos egípcios um aviso tardio e induzir seus pilotos a tentar levantar voo. Os ataques consistiam de três sequências com quatro caças por incursão. Cada esquadrilha ficou de sete a dez minutos atacando e era seguida de outra esquadrilha. As aeronaves voltavam para as bases e as equipes de solo preparavam as aeronaves rapidamente para decolar e atacar os aeroportos egípcios mais distantes.

A principal arma de ataque foi o canhão, pois penetrariam a baixa altitude e levariam poucas bombas para atingir longas distâncias. Voar baixo deixou os mísseis SA-2 sem efetividade e nenhum caça israelense foi derrubado por mísseis superfície-ar (SAM). As ondas de caças faziam três a quatro passadas no alvo. Atacavam primeiro com o canhão e depois disparavam suas bombas nas pistas. Os caças egípcios estavam alinhados no pátio e eram alvos fáceis.

No fim do dia, Israel já tinha atacado 17 bases no Egito, destruindo 300 caças, metade da força aérea egípcia (EAF), em menos de três horas. No total foram 451 aeronaves árabes

destruídas nos dois primeiros dias, das quais apenas 58 em combates aéreos. Várias aeronaves egípcias que conseguiram decolar durante os ataques iniciais e sobreviveram aos combates aéreos foram destruídas após pousar nas pistas danificadas. Israel perdeu 26 aeronaves, sendo 19 em ataques contra o Egito<sup>17</sup>.

Assim, a Força Aérea de Israel conseguiu superioridade aérea imediata e foi capaz de realizar apoio aéreo aproximado e interdição do campo de batalha efetivamente para apoiar as operações terrestres. O impacto nas tropas de terra egípcias foi negativo, pois não conseguiram ganhar no ar. Os egípcios cometeram erros básicos como falta de dispersão, camuflagem e falta de capacidade de contra-ataque preparada. As posições de artilharia antiaérea estavam mal preparadas e sem proteção básica.

A Guerra dos Seis Dias foi a primeira campanha onde a munição dedicada ao ataque a pista foi usada. A bomba Digger<sup>18</sup> israelense usava retrofoguetes e paraquedas para desacelerar após ser disparada a baixa altitude.

A doutrina e surpresa contribuíram muito para a derrota árabe. Os egípcios sabiam que um ataque estava a caminho e falharam por não se anteciparem ao poder destrutivo de Israel.

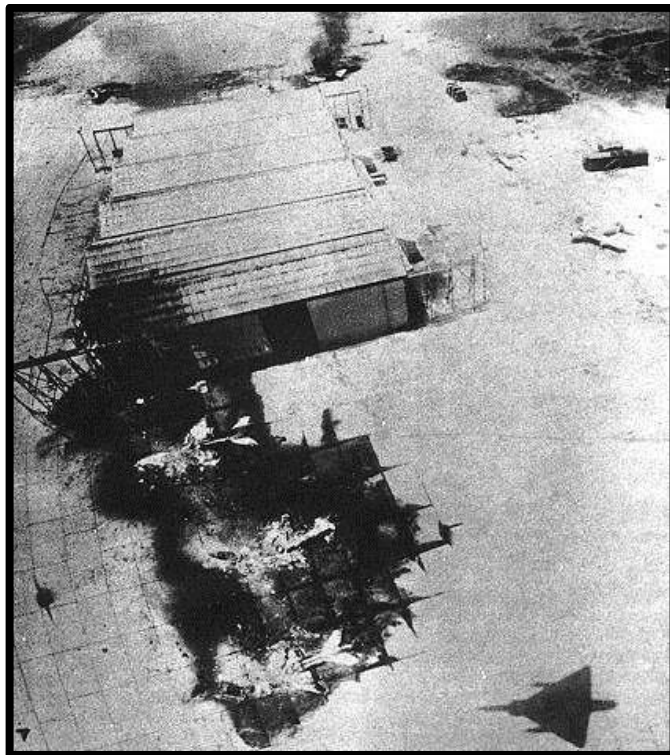


Figura 2 - Fotografia tirada por um Mirage para avaliar os danos de batalha em uma base egípcia  
Fonte - < [http://pt.wikipedia.org/wiki/Guerra\\_dos\\_Seis\\_Dias](http://pt.wikipedia.org/wiki/Guerra_dos_Seis_Dias)>

<sup>17</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Guerra\\_dos\\_Seis\\_Dias](http://pt.wikipedia.org/wiki/Guerra_dos_Seis_Dias); e <http://www.estudopratico.com.br/guerra-dos-seis-dias-resumo-sobre-suas-causas/>

<sup>18</sup> Bomba de penetração

#### 2.4.4.2 Guerra do Yom Kippur (1973)

No dia 6 de outubro de 1973, caças da Síria e do Egito atacaram Israel antes da ofensiva terrestre. A primeira reação israelense foi atacar as bases aéreas avançadas do Egito, de onde atacavam as fortificações israelenses no canal de Suez. Mas, desta vez, o Egito aprendeu as lições de 1967 e melhorou muito a resistência das suas bases. Centenas de hangares de concreto (HAS<sup>19</sup>) foram construídos, pistas múltiplas e pistas de taxi mista foram usadas como redundância. O Egito construiu mais de mil HAS com depósitos de combustível e posto de comando subterrâneos, além de acrescentar muita defesa antiaérea ativa (MISHAL, 2003).

Durante a guerra, Israel só conseguiu destruir um HAS do Egito. Para um HAS ser destruído, é preciso um ataque individual e acerto direto, o que era difícil à época; e, mesmo assim, era difícil saber se existia uma aeronave no seu interior. A reação foi atacar a pista principal e de taxi para evitar que as aeronaves inimigas decolassem ou que fossem atrasadas as operações aéreas.

As bases aéreas árabes tinham equipes de reparos e levava horas para retornarem à ação. Os ataques às bases só as neutralizava por algumas horas, entre nove a doze horas, mas aliviava a ameaça às tropas na linha de frente.

As defesas ativas também foram reforçadas e incluíam artilharia antiaérea com mísseis SAM e patrulhas de combate aéreo. A falta de surpresa e melhora das defesas antiaéreas diminuíram o sucesso dos ataques contra as bases aéreas durante a guerra. A Base de Akotmiya foi tirada da ação por dois dias após ataques repetidos e Mansura foi fechada por seis dias com sete MiG-21 destruídos no solo.

As aeronaves F-4E de Israel faziam as missões mais complexas como ataques às bases aéreas. A tática mais comum era usar uma sequência de três ataques. A primeira para distrair os interceptadores para longe, a segunda para varrer os caças interceptadores no alvo e a terceira sequência para atacar o alvo. Cada ataque usava de oito a dezesseis aeronaves. Para atacar as defesas aéreas, utilizavam o método de “dive tossing<sup>20</sup>” e no retorno para seus aeródromos de desdobramento realizavam patrulha de combate aéreo protegendo as aeronaves atacantes.

---

<sup>19</sup> Hardened Aircraft Shelters

<sup>20</sup> É um método de ataque onde a aeronave atacante puxa para cima para liberar sua carga de bombas, dando a bomba de tempo adicional de voo, começando sua trajetória balística com um vector de cima.



A maioria das missões de ataque israelense foi interrompida por mísseis SAM e canhões antiaéreos. A intensidade do ambiente SAM foi maior do que a capacidade dos pilotos da IAF<sup>21</sup>. A IAF descobriu que as táticas que havia desenvolvido para lidar com a ameaça SAM estavam ultrapassadas. Desta feita, cento e três caças da IAF foram destruídos e duzentos e trinta e seis foram danificados em um total de trezentos e quarenta e dois no início das hostilidades (Os Estados Unidos forneceram um afluxo maciço de armas, especialmente de aeronaves para Israel durante a guerra). Houve problemas significativos na capacidade da IAF para fornecer apoio aéreo aproximado (CAS) sobre o campo de batalha, tendo em vista a necessidade de combater os SAM árabes. Os ataques contra as defesas SAM foram realizados com sucesso limitado. A IAF também viu sua capacidade de planejamento incapaz de lidar com o ritmo acelerado das operações e do número de missões que lhe foi atribuída.

As guerras árabes-israelenses demonstraram como seria o uso futuro dos ataques às bases aéreas com jatos rápidos usando armas especializadas com sistemas de pontaria de precisão. Entre as lições da Guerra do Yom Kippur, foi observada a necessidade de armas *standoff* para minimizar as perdas de material e pessoal.



Figura 3 - Um egípcio MiG-17 abatido durante o duelo sobre Sharm el-Sheikh  
Fonte - <[http://en.wikipedia.org/wiki/Yom\\_Kippur\\_War](http://en.wikipedia.org/wiki/Yom_Kippur_War)>

<sup>21</sup> Dr. David Nicolle & Sherif Sharmy (24 setembro, 2003), "Battle of el-Mansourah".

### 3 SUPPRESSION OF ENEMY AIR DEFENSE<sup>22</sup> (SEAD)

Suprimir as defesas aéreas do inimigo tem sido um elemento central da projeção militar do poder aéreo há mais de 50 anos. No entanto, vários desenvolvimentos sugerem que esta missão é de importância crucial para os Departamentos de Defesa de todos os países.

#### 3.1 DEFINIÇÃO

Supressão de defesa aérea inimiga é definida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos como a atividade que visa a neutralizar, destruir ou, temporariamente, degradar as defesas aéreas inimigas baseadas em superfície, através do emprego de meios destrutivos ou que causem interrupção ou perturbação no funcionamento desses sistemas, a fim de reduzir o atrito e criar condições mais favoráveis às operações aéreas amigas<sup>23</sup>.

Segundo o DCA 1-1 (2005), que versa sobre Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira, SEAD é: “Missão aérea destinada a destruir, neutralizar ou degradar a capacidade de Defesa Aérea e de Comando e Controle do inimigo em uma área específica e por um período de tempo, valendo-se da energia eletromagnética ou empregando armamento sensível à emissão intencional do alvo para o seu guiamento”.

A missão de SEAD é parte integrante do planejamento e das atividades aéreas, porém sua aplicação será ditada pelos objetivos da missão, capacidade do sistema de armas e complexidade da ameaça.

Os meios aéreos que compõem a supressão englobam as aeronaves dedicadas e especializadas que realizam missões de reconhecimento, vigilância e ataques *standoff* que contem, dentre outros dispositivos, detectores de emissões eletromagnéticas (inclusive eletro-ópticas), despistadores (como *chaffs* e *flares*), equipamentos de proteção eletrônica e de ataque eletrônico e mísseis antirradiação.

Como visto anteriormente, as missões de SEAD são cumpridas via meios destrutivos e/ou meios “perturbadores”. Os primeiros são aqueles que buscam o dano físico do objeto e/ou dos operadores do objeto. Por sua vez, os meios “perturbadores” são os que, temporariamente, negam, degradam, enganam, atrasam ou neutralizam o sistema de defesa aérea inimigo da superfície. Eles, por sua vez, podem ser subdivididos em ativos e passivos.

São ativos, por exemplo: o ataque eletrônico, a interferência eletrônica, o uso de despistadores e a aplicação de táticas evasivas. Por outro lado, o controle de emissões, a

<sup>22</sup> Supressão das Defesas Aéreas Inimigas

<sup>23</sup> Joint Publication 1-02. DoD Dictionary of Military and Associated Terms. April 12, 2001

camuflagem, o receptor de alerta radar (RWR<sup>24</sup>) e a tecnologia *stealth* configuram meios passivos.

### 3.2 ATAQUE AÉREO X DEFESA ANTIAÉREA

Desde a Segunda Guerra Mundial, o número de aeronaves abatidas por outras em combate aéreo não compõe a maioria das perdas em nenhum dos conflitos onde o avião foi empregado. Já as aeronaves abatidas pela artilharia antiaérea, essas, sim, formam a esmagadora maioria das perdas de aviões em combate.

A artilharia antiaérea, principalmente a partir da Segunda Guerra Mundial, sempre utilizou canhões e metralhadoras de diversos calibres, capazes de cobrir diferentes altitudes nas quais as aeronaves inimigas poderiam ingressar para o ataque aos alvos em terra. Desde os canhões de grande porte capazes de projetar seus petardos a 25.000 pés, até os de tamanho menor, que depositavam cortinas de chumbo quente em camadas. A ideia era saturar o céu à frente das aeronaves atacantes com explosões, o que aumentava exponencialmente a chance de acertá-los. Ainda assim, atacar a antiaérea inimiga era uma missão tão perigosa que os altos comandos de praticamente todos os países envolvidos no conflito procuravam evitar o ataque direto sempre que possível. A ordem era voar acima do alcance dos canhões inimigos.

No início dos anos 50, os americanos se deram conta de que não conheciam os alvos que teriam que atacar se entrassem em guerra com os soviéticos. Procuraram então desesperadamente adquirir inteligência sobre o inimigo. A realização de dezenas de voos na fímbria da União Soviética ou até mesmo invadindo o espaço aéreo daquele país em mais de 300 quilômetros só trouxeram resultados limitados. Ao longo dessas missões, diversos bombardeiros desarmados utilizados como aviões espião foram derrubados por jatos russos ou por canhões antiaéreos, alguns com perdas de suas tripulações, outros com sua captura e eventual desaparecimento.

Em 4 de julho de 1956, os EUA desenvolveram uma nova aeronave espiã capaz de voar distâncias e altitudes nunca antes imaginadas. Tratava-se do Lockheed U-2. Possuía uma autonomia de nove horas e um alcance de 6.500 metros e podia observar a Terra a mais de 70.000 pés de altitude.

A altitude na qual o U-2 era capaz de voar deveria fazê-lo invisível aos radares soviéticos, cujo alcance não chegava àquela altura, segundo previam os especialistas norteamericanos. Os caças e mísseis disponíveis aos russos, naquela época, também eram

---

<sup>24</sup> Radar Warning Receiver

incapazes de interceptar a nova aeronave. O primeiro voo, executado em quase nove horas, foi acompanhado pelos radares soviéticos, porém os inúmeros interceptadores acionados para chegar a ele não obtiveram êxito. Deste fato, a União Soviética iniciou o desenvolvimento de armas para defesa de seu território. Desenvolveu então um míssil designado pela OTAN como SA-2 que se tornou o primeiro míssil terra-ar que derrubou uma aeronave inimiga.

Na guerra do Vietnã, o SA-2 também foi utilizado, o que ocasionou problemas para os americanos, sabedores da necessidade de silenciar os radares diretores de tiro do SA-2. Passaram, então, a utilizar uma arma antirradiação AGM-45 *Shrike*, desenvolvida originalmente para lidar com os radares costeiros russos.

Visando diminuir suas baixas de pessoal e equipamento, foram adquiridos pelos americanos suítes de contramedidas eletrônicas que conseguiam atrasar o retorno do pulso eletromagnético para forjar uma imagem falsa a centenas de metros de onde a aeronave real estaria. Outro equipamento adotado pelos estadunidenses foi o alerta de lançamento míssil que, após ser acionado, não deixava dúvidas de que o piloto necessitava realizar manobras evasivas para fugir da ameaça.

O final da Guerra do Vietnã ocasionou um desenvolvimento de equipamentos voltados para a guerra antirradar. Novos equipamentos também surgiram do lado soviético, entre eles um novo sistema terra-ar, o SA-3, com seu radar de direção de tiro *Flat Face* e o T-8209. Esses sistemas traziam o fogo antiaéreo para os níveis inferiores. Era o começo da implantação de uma rede de defesas antiaéreas que nasceu no Vietnã do Norte.

Desde então, observa-se durante as guerras a busca pela evolução da tecnologia armamentista para a obtenção da vitória no combate.

Hoje em dia, o preparo para a guerra antirradar das grandes potências é a montagem de arquiteturas de defesas aéreas com uma mistura cada vez maior de sistemas de proveniências diferentes. Para cada um deles, é preciso uma estratégia totalmente nova. Trata-se de uma prática interessante para países como o Brasil, em desenvolvimento, uma vez que é possível montar um sistema letal sem que fique na mão de um único fornecedor capaz de entregar seus segredos ao adversário no primeiro conflito.

### 3.3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA REALIZAR MISSÕES DE SEAD

Durante as guerras, uma variedade de plataformas de armas e munições podem e tem sido usadas para atacar defesas aéreas inimigas, incluindo bombardeiros de longo alcance,

helicópteros, mísseis superfície-superfície, munições guiadas com precisão (PGM<sup>25</sup>), foguetes e bombas "burras." No entanto, alguns aviões de combate foram concebidos ou modificados para aumentar a sua eficácia contra as defesas aéreas inimigas e foram projetados também com a intenção de realizarem missões de SEAD. Estes incluem o F-22, J-10A, F/A-18 e SU-37. Essas aeronaves transportam um número de munições úteis contra mísseis superfície-ar (SAM). Alguns carregam mísseis antirradiação de grande velocidade (HARM<sup>26</sup>) que é projetado para bloquear e destruir radares terrestres usados por baterias de SAM e por canhões de artilharia antiaérea.

Será mostrada a seguir uma variedade de equipamentos que são utilizados em missões de SEAD.

a. Bombardeiros de Longo Alcance

Aeronaves de grande porte, projetadas para lançar grandes quantidades de bombas e munições em um alvo distante, com o propósito de debilitar a capacidade do inimigo de manter a guerra.

Diferem dos bombardeiros táticos, que são usados na zona de batalha para atacar tropas e equipamento militar inimigo a curtas distâncias ou com grande proximidade do alvo, tais como os *Junkers Ju 87 Stuka*, *Ilyushin II-2 Shturmovik*, o *A-10 Thunderbolt II* e o *Sukhoi Su-25 Frogfoot*.

Os bombardeiros estratégicos são construídos para voar grandes distâncias carregando cargas pesadas até o coração do território inimigo para destruir alvos estratégicos como fábricas, represas, bases militares, pontes e cidades. Os bombardeiros estratégicos podem, em alguns casos, serem usados para missões táticas.

Os bombardeiros de longo alcance mais recentes, como o *B-1 Lancer*, o *Tupolev Tu-160* e, principalmente, o *B-2 Spirit* incorporam tecnologias furtivas no seu projeto para minimizar as chances de detecção pelo inimigo.

Os bombardeiros de longo alcance não-furtivos, como por exemplo o *B-52 Stratofortress* (Figura 4) e o *Tupolev Tu-95* ainda são relevantes devido ao transporte de mísseis de cruzeiro e outros tipos de munição de longo alcance. Existe, inclusive, a possibilidade do B-52 permanecer em serviço por mais tempo do que o furtivo B-1B.

---

<sup>25</sup> Precision Guided Munition

<sup>26</sup> High Speed Anti Radiation Missile



**Figura 4 - B-52F despejando bombas convencionais sobre o Vietnã**  
 Fonte - <[http://pt.wikipedia.org/wiki/B-52\\_Stratofortress](http://pt.wikipedia.org/wiki/B-52_Stratofortress)>

b. Bombas guiadas de precisão

É uma munição guiada, destinada a atingir com alto grau de precisão alvos específicos. São, usualmente, de elevado valor econômico (condição estratégica) ou militar (condição tática), minimizando os danos colaterais em vidas humanas e/ou edifícios adjacentes.

Tal como as bombas convencionais de ferro e de queda livre, as bombas ditas guiadas de precisão dirigem-se para o alvo por força da gravidade. No entanto, ao invés de caírem livremente, deslizam em direção ao objetivo, por ação de superfícies de controle (asas ou aletas) que interpretam os comandos do sistema de orientação, o qual pode ser interno ou externo. As bombas inteligentes podem ser:

- 1) Bombas guiadas por sistema eletro-óptico: são equipadas com uma câmera de vídeo para identificar o alvo e o seu sistema de guiamento utiliza as superfícies móveis de controle até ao impacto no alvo. Amplamente usadas na guerra do Vietnã, foram também as principais responsáveis pela difusão das imagens de impacto no alvo, durante a Guerra do Golfo.
- 2) Bombas guiadas por laser: são equipadas com uma cabeça de guiamento capaz de rastrear o reflexo laser de alvos iluminados por designadores externos (instalado no avião lançador ou transportado por equipes terrestres de operações especiais infiltradas no terreno). Foram usadas ainda na fase final da Guerra do Vietnã de modo muito moderado.

- 3) Bombas guiadas por satélite (Figura 5): equipadas com um sistema receptor de GPS, utilizam as coordenadas enviadas por três ou mais satélites para localizar o alvo.



**Figura 5 - Lançamento de uma bomba GBU-15**

Fonte - <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_inteligente](http://pt.wikipedia.org/wiki/Bomba_inteligente)>

c. F-22 Raptor

É uma aeronave de combate aéreo fabricada nos Estados Unidos pela Lockheed Martin. Foi o primeiro caça de quinta geração a entrar em serviço. Sua missão principal é manter a superioridade aérea no campo de batalha, mas também possui capacidade secundária de ataque ao solo. É o avião caça mais moderno do mundo, não sendo superado por nenhum outro existente.



**Figura 6 - F-22A Raptor**

Fonte - <[http://pt.wikipedia.org/wiki/F-22\\_Raptor](http://pt.wikipedia.org/wiki/F-22_Raptor)>

d. Chengdu J-10

É construído por *Chengdu Aircraft Industry Corporation* (CAC). A aeronave entrou em serviço na Força Aérea da China em 2003. Posteriormente, uma variante otimizada designada J-10B fez o primeiro voo em fevereiro de 2009. O J-10 (Figura 7) é uma aeronave pequena, leve e simples, multifuncional, caça e bombardeiro ligeiro, desenvolvida para operar em todas as condições atmosféricas.

O programa de desenvolvimento de J-10, conhecido inicialmente como Projeto 8610, teve início em 1980. O avião foi originalmente proposto para ser um caça de superioridade aérea, cuja finalidade era combater os modernos caças estadunidenses de quarta geração como os F-16 e os soviéticos MiG-29, mas devido ao final da Guerra Fria as exigências foram alteradas para um caça multipropósito, com capacidade para missões ar-ar e ar-terra.

O J-10 foi inicialmente concebido como uma aeronave especializada e posteriormente alterada para ser uma aeronave multifuncional.



Figura 7 - Chengdu J-10 Vigorous Dragon  
 Fonte - <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Chengdu\\_J-10](http://pt.wikipedia.org/wiki/Chengdu_J-10)>

e. Sukhoi Su-37

É um avião militar de propulsão a jato russo multimissão/multitarefa. O Su-37 é um caça monoposto de combate aéreo e ataque ao solo, derivado do Sukhoi Su-35 que, por sua vez, é uma derivação do SU-27. O Su-27 é um avião militar soviético de quarta geração exportado a várias nações, incluindo a China. O primeiro teste do Su-37 aconteceu em abril de 1996 no centro de voo de Zhukovsky, próximo a Moscou. O Su-37 (Figura 8) implementou grandes aperfeiçoamentos em relação ao Su-27, a saber:

- 1) Modo de *all-weather* (capacidade de operar de dia ou à noite e em quaisquer condições climáticas);



- 2) Radar com vigilância simultânea do espaço aéreo e terrestre, com capacidade de detectar alvos a uma distância de até 360 quilômetros; e
- 3) Capacidade de acompanhamento de vinte alvos diferentes e de atacar oito alvos simultaneamente.

O Su-37 possui o sistema de mira montada no capacete, podendo monitorar alvos a 45 graus do nariz da aeronave e também o sistema de tiro além do campo visual, em outras palavras, combinando-se o radar N012 do Su-37 e o míssil MAA R-77 com alcance de até 175 quilômetros, mais o sistema de guiagem automática, é possível derrubar um caça americano F-16 antes mesmo que este perceba a presença do Su-37 em seus radares.

Além disso, a combinação dos sistemas de ataque com a mira montada no capacete dão o piloto a possibilidade de ataque *off-boresight*<sup>27</sup>, ou seja, possibilita que o piloto mire num alvo e o ataque sem que o caça esteja com o nariz apontado para ele.

O Su-37 também é equipado com o sistema vigilância radar traseiro N012 com capacidade para detectar alvos entre 3.2m e 50 quilômetros de distância e caças inimigos a uma distância de até 100 quilômetros a 60 graus para cima e para baixo, o que o torna quase invulnerável aos ataques de surpresa.



Figura 8 - Su-37 Terminator

Fonte - <<http://weapons.technology.youngester.com/2010/04/sukhoi-37-terminator.html>>

<sup>27</sup> Possibilita que o piloto mire num alvo e o ataque sem que o caça esteja com o nariz apontado para ele

f. Boeing F/A-18EF Super Hornet

É uma aeronave supersônica de interceptação aérea e de ataque ao solo. O F/A-18E e F/A-18F (Figura 9) são maiores e mais avançados que seu antecessor o F/A-18 Hornet. O Super Hornet entrou em serviço nos Estados Unidos em 1999. Ele substituiu os F-14 Tomcat, em 2006, e deverão servir em conjunto com os originais Hornets F/A-18C. Em 2007, a Força Aérea Real Australiana comprou 24 Super Hornets para substituição dos antigos F-111.

Nas primeiras versões, o Super Hornet era chamado pela McDonnell Douglas como Hornet 2000 no final dos anos 1980. O conceito do Hornet 2000 seria uma versão mais avançada do que a do F/A-18 com uma fuselagem maior para carregar mais combustível e motores mais potentes.

O Super Hornet é o resultado da necessidade de substituir o F-14 Tomcat, cujos altos custos já tinham estado na origem da escolha do F/A-18 pela marinha norte-americana. A tentativa de adaptar o super caça furtivo F-22 não prosperou e a marinha teve necessidade de escolher rapidamente uma nova aeronave.



Figura 9 - FA-18F Super Hornet realizando uma manobra evasiva  
 Fonte - <[http://en.wikipedia.org/wiki/McDonnell\\_Douglas\\_F/A-18\\_Hornet](http://en.wikipedia.org/wiki/McDonnell_Douglas_F/A-18_Hornet)>

g. AGM-88 HARM (míssil antirradiação) (Figura 10)

É um míssil antissuperfície supersônico, destinado a busca e destruição de sistemas de defesa antiaérea inimigos. Desenvolvido e construído inicialmente pela Texas Instruments para substituir os dispositivos bélicos norte-americanos, o *AGM-45 Shrike* e o *AGM-78 Standard*, são atualmente fabricado pela Raytheon.

É um míssil considerado pelos seus compradores como demasiado caro, mas com uma aplicação eficaz e bastante ampla contra alvos terrestres ou navais, desde que emitam ondas radar. Possui vários modos de lançamento:

- 1) Contra alvos previamente selecionados a longa distância;
- 2) Lançado sem qualquer alvo adquirido, esperando que o dispositivo de busca localize um alvo de oportunidade; e
- 3) Como míssil autodefensivo em conjunto com uma aeronave de contramedidas eletrônicas de apoio.

Dotado de piloto automático acoplado a um sistema de navegação inercial e um processador digital que atua em conjunto com o do avião lançador, rastreia possíveis alvos num espectro de frequências bastante amplo, entre 0,5 e 20 GHz.



Figura 10 - AGM-88E HARM

Fonte - <[http://en.wikipedia.org/wiki/AGM-88\\_HARM](http://en.wikipedia.org/wiki/AGM-88_HARM)>

#### **4 ARTILHARIA ANTIAÉREA NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA**

A artilharia antiaérea na FAB tem a missão de realizar a defesa antiaérea de áreas sensíveis e/ou pontos sensíveis das organizações militares e instalações do interesse da Aeronáutica contra vetores aeroespaciais hostis, impedindo ou dificultando o seu ataque, a fim de garantir a sobrevivência e integridade do pessoal, aeronaves e equipamentos (BRASIL, 2000, p., 11).

Visando cumprir a necessidade de defender instalações do interesse da Aeronáutica, tais como aeródromos destacados, faz-se necessário que as Unidades de Artilharia Antiaérea sejam aerotransportáveis, possibilitando-as a acompanhar os desdobramentos e operar de imediato com a mesma rapidez das unidades aéreas.

Dentro da estrutura de artilharia antiaérea de autodefesa, segundo o MCA 125-2, que versa sobre o Emprego da Artilharia Antiaérea de Autodefesa na FAB, o sistema de armas deverá empregar, principalmente, mísseis de baixa altura integrados a radares diretores de tiro, possibilitando reduzir o tempo de reação às incursões de vetores inimigos.

Todas as Unidades de Artilharia Antiaérea são subordinadas diretamente ao Núcleo de Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (NuBAAAD) que está subordinada operacional e administrativamente ao Comando-Geral de Operações Aéreas (COMGAR).

O NuBAAAD, ativado através de Portaria do Comando da Aeronáutica, nº 522/GC3, de 23 de agosto de 2012, foi constituído com a finalidade de planejar e coordenar as atividades inerentes ao aprestamento dos Grupos de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (GAAAD) e as gestões administrativas necessárias à criação e ativação da Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (BAAAD).

##### **4.1 BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE AUTODEFESA**

A 1ª BAAAD, sediada em Brasília-DF, é uma Organização diretamente subordinada ao COMGAR, cuja implantação encontra-se regulada pela Portaria nº R- 8/GC3, de 05 de janeiro de 2012. Essa grande Unidade da Força Aérea reunirá um número variável de GAAAD com a missão específica de proteger os recursos e instalações do Poder Aeroespacial.

O processo de implantação da 1ª BAAAD foi iniciado com a criação de um NuBAAAD, comandado por um Coronel de Infantaria da Aeronáutica. Dentre as suas atribuições, incluem-se assuntos doutrinários e logísticos indispensáveis ao estabelecimento da estrutura militar responsável pelas ações de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (AAAD).

Por intermédio da DCA 21-6, as antigas Companhias de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (CAAAD) passaram a ser denominadas GAAAD. O 1º GAAAD e o 2º GAAAD foram ativados, respectivamente, nas Bases Aéreas de Canoas (BACO) e de Manaus (BAMN), ambos subordinados ao NuBAAAD até a fase final da implantação da 1ª BAAAD. Essas Unidades serão comandadas por um oficial do posto de Tenente-Coronel de Infantaria da Aeronáutica.

Cada Grupo será constituído de duas Baterias, sendo uma para o engajamento de ameaças a baixa altura e outra para o engajamento de vetores hostis a média altura<sup>28</sup>.

## 4.2 PRIMEIRO E SEGUNDO GAAAD

Os GAAAD foram criados e ativados pela Portaria nº 579/GC3, de 31 de agosto de 2012; sendo regidos pelo Regulamento de Unidade de Artilharia Antiaérea de Autodefesa, aprovado pela Portaria Nº 565/GC3, de 7 de outubro de 2011. Como estrutura tática e administrativa, os Grupos devem ser capazes de apoiar e coordenar o emprego de duas ou mais Baterias de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (Bia AAAD).

### 4.2.1 Finalidade

Os GAAAD tem por finalidade capacitar homens para a utilização de suas equipagens e equipes de manutenção para o emprego em combate ou em apoio ao combate, em período de conflito, e adestrar-se para o cumprimento das missões atribuídas, em tempo de paz.

Segundo o Regulamento de Unidade de Artilharia Antiaérea de Autodefesa, ROCA 21-89, as Unidades de Artilharia Antiaérea de Autodefesa possuem como competência:

- a. cumprir as missões da Ação de Autodefesa Antiaérea que lhes forem atribuídas;
- b. especializar e manter adestradas suas equipagens de combate, de modo a maximizar o nível de conhecimento profissional;
- c. aprimorar o nível de conhecimento técnico do pessoal envolvido no apoio logístico às operações antiaéreas;
- d. propiciar um ambiente favorável à manutenção das aptidões físicas, psicológicas e morais de todo o seu efetivo;
- e. pesquisar continuamente a existência de novas táticas e técnicas, com vistas ao emprego dos armamentos, viaturas e equipamentos alocados aos Grupos; e

---

<sup>28</sup> Conforme descrito no PLANO DE PESSOAL PARA A IMPLANTAÇÃO DA 1ª BRIGADA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE AUTODEFESA E DOS 1º E 2º GRUPOS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE AUTODEFESA, p. 11, PCA 30-24 (2013)

- f. manter um permanente estado de prontidão, de modo a possibilitar seu emprego nos prazos e condições determinadas pelo seu Comando Operacional.

#### 4.2.2 Estrutura Organizacional

As Unidades de Artilharia Antiaérea de Autodefesa possuem a seguinte estrutura básica (Figura 11):

- a. Comando;
- b. Seção de Pessoal;
- c. Seção de Inteligência;
- d. Seção de Operações;
- e. Seção de Material;
- f. Seção de Guerra Eletrônica; e
- g. Baterias.

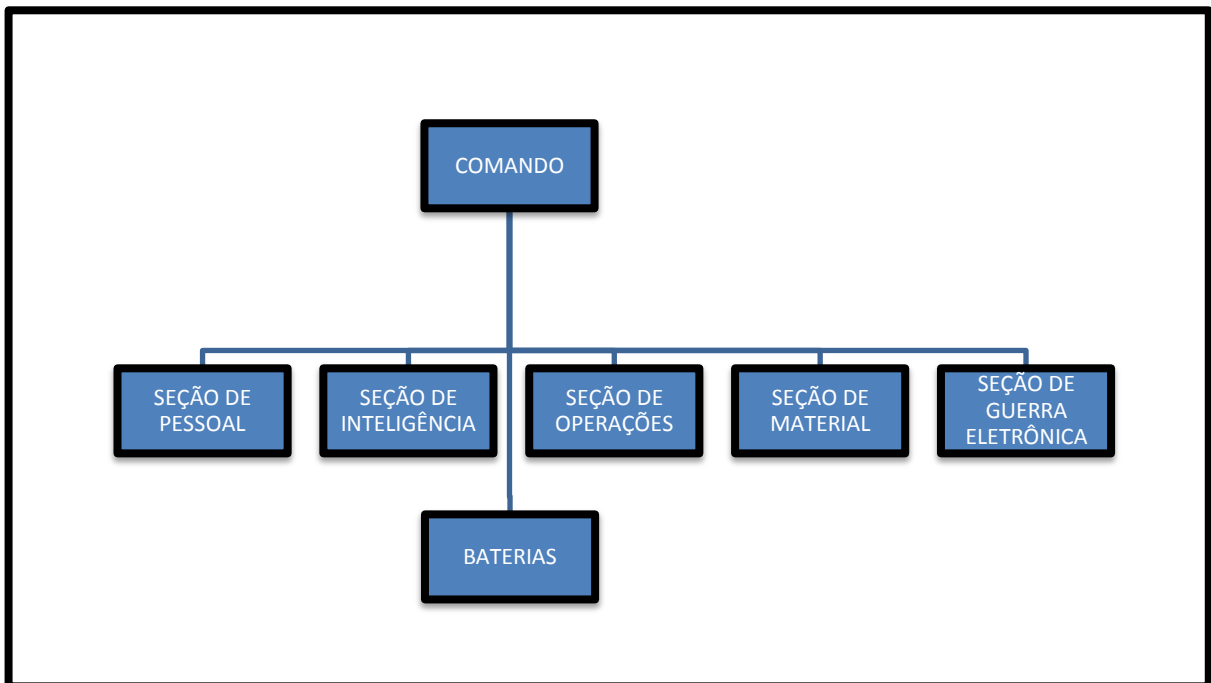


Figura 11 - Organograma de Unidade de Artilharia Antiaérea de Autodefesa  
Fonte: ROCA 21-89, p. 11, 2011

#### 4.3 TERCEIRO GRUPO DE ARTILHARIA DE AUTODEFESA (3º GAAAD)

Segundo a Diretriz de Implantação do 3º GAAAD, DCA 11-22, um Núcleo deverá ser constituído até 31 de janeiro de 2014. Sua estrutura deverá propiciar a gestão, o controle e fiscalização de todas as etapas do processo de implantação, no tocante ao pessoal, ao material

e à construção das instalações na área já reservada pelo Plano Diretor da Base Aérea de Anápolis (BAAN).

Ainda no tocante ao DCA 11-22, os 1º e 2º GAAAD deverão proporcionar o treinamento para capacitar os militares deste Núcleo a exercerem as funções básicas nas Operações Antiaéreas, considerando o aprestamento de uma Bateria para o engajamento de ameaças aeroespaciais trafegando a alturas de até 3.000 metros.

A nova Unidade seguirá os mesmos projetos que orientaram as edificações dos Grupos predecessores. A nova edificação deverá possibilitar a futura ampliação das instalações, em função da criação de uma segunda Bateria, dotada de armamentos antiaéreos para o combate em altura de até 15.000 metros, tendo em vista a futura aquisição de sistemas de armas de média altura pelo Brasil.

#### 4.4 EMPREGO DO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DA FAB

Provavelmente, os primeiros ataques inimigos, após os inícios das hostilidades, serão realizados pelo ar e as armas antiaéreas estarão envolvidas na importante missão de defender as bases aéreas, os aeródromos e os sítios radares da Força Aérea Brasileira que o inimigo tentará destruir durante o cumprimento de suas missões de SEAD. A participação eficiente das unidades de emprego da artilharia antiaérea em defesa de suas instalações contribuirá para minimizar as capacidades dos ataques aéreos inimigos.

##### 4.1.1 Materiais utilizados pela FAB

A Força Aérea Brasileira utiliza em seu sistema de artilharia antiaérea sensores e mísseis, que juntos mobilizam os dois Grupos de Artilharia Antiaérea de Autodefesa.

###### 4.1.1.1 Míssil Igla S

O Míssil Igla S (Figura 12) é uma versão mais moderna e atualizada do míssil Igla 9K38. Dentre os melhoramentos realizados, destaca-se o aumento da distância de engajamento, a maior sensibilidade da cabeça de guiamento, maior resistência às contramedidas eletrônicas e espoleta de proximidade.

A seguir, será apresentada a Tabela 1 com as principais inovações do míssil Igla S em relação ao míssil Igla 9K38.



Figura 12 - Militares do Primeiro Grupo de Artilharia Antiaérea de Autodefesa portando míssil IGLA-S  
 Fonte - <<http://www.tecnodefesa.com.br/materia.php?materia=393>>

Tabela 1 - Principais diferenças técnicas do míssil Iгла S em relação ao míssil Iгла 9K38

Alcance Máximo	6.000 m
Velocidade Máxima do Alvo	400 m/s
Probabilidade de destruição	60%
Velocidade Média de Cruzeiro do Míssil	570 m/s
Tempo de Reação	0,5 s
Tipo de Espoleta	proximidade/impacto

Fonte: Adaptação baseada em <<http://www.kbm.ru/en/product/manpads/igla-s>>

O míssil Iгла-S é reconhecidamente como um aperfeiçoamento do Iгла 9K38, tendo, assim, muita semelhança das suas principais características técnicas com as características do Iгла 9K38, mas com algumas vantagens. Dentre estas, ressalta-se o incremento do alcance máximo de engajamento para 6000 metros e a velocidade máxima do alvo de 400 m/s.

Da mesma maneira que o Iгла 9K38 necessita de um aguçado sistema de controle e alerta para melhorar as possibilidades de sucesso no engajamento de uma aeronave, pois o sistema possui um grande tempo de reação, o Iгла S também é carente deste alerta antecipado. Dessa forma, cresce em importância o uso do radar SABER, que será tratado à parte mais à frente, como integrante do sistema de acionamento dos mísseis Iгла 9K38 e Iгла S.

#### 4.1.1.2 Radar SABER<sup>29</sup> M60

Atualmente, a Força Aérea Brasileira utiliza o radar SABER M60 que foi desenvolvido em parceria com o Exército (Centro Tecnológico do Exército - CTE<sub>x</sub>), que

<sup>29</sup> Sensor de Acompanhamento de alvos aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência



detêm os direitos intelectuais juntamente com a Orbisat. Ao desenvolver este radar, o Brasil se torna o único país abaixo da linha do Equador com tecnologia para tal, abrindo portas para que seja desenvolvido outros radares da mesma família, o que já vem ocorrendo, que é o caso do SABER M 200, que ainda está em fase de desenvolvimento. Além do Brasil, somente outros oito países têm tecnologia para produção de radares.

Segundo o Guia do Usuário-007 do radar SABER M60, este sensor veio a integrar um sistema de armas de baixa altura baseado em canhões ou mísseis, tudo visando à proteção de pontos e áreas sensíveis. Ainda é capaz de se integrar ao Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), e ao Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) e a qualquer outro sistema que se torne necessário. (BRASIL, 2011a, p. 1-1).

Totalmente projetado e desenvolvido pelo Centro Tecnológico do Exército (CTEx) em parceria com a Orbisat da Amazônia S.A. e com o apoio financeiro da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos, do Ministério da Ciência e Tecnologia), esse equipamento tem a tecnologia mais moderna entre os mesmos de sua classe no mundo, e, o mais importante, é o primeiro radar 100% produzido no Brasil.

De acordo com o Guia do Usuário do Radar SABER M60:

O Radar SABER M 60 possui peso baixo e elevada mobilidade, além de suportar a operação em todas as condições climáticas do continente sulamericano. Estas características o tornaram indicado para emprego em operações de defesa externa, bem como em operações da garantia da lei e da ordem e em operações de paz. (BRASIL, 2011a, p. 1-1)

O SABER M60 é um radar LPI<sup>30</sup> (Low Probability of Interception), ou seja, pelas suas características de funcionamento, baixa potência de pico, largura de pulso, entre outros, é remota a chance de ser detectado, e conseqüentemente, localizado.

A seguir, será apresentado a Tabela 2 com as principais características do Radar SABER M 60:

---

<sup>30</sup> Baixa Probabilidade de Interceptação



**Figura 13 - Recebimento do primeiro radar SABER M60 no 1º GAAAD**  
 Fonte - <<http://www.fab.mil.br/portal/capa/index.php?mostra=15903>>

**Tabela 2 - Principais características do Radar SABER M60**

Alcance Máximo de Detecção	60.000 m
Alcance Mínimo de Detecção	1.750 m
Informações do alvo	3D (alcance, azimute e elevação)
Teto Máximo	5.000 m
Identificação Amigo-Inimigo (IFF)	Modos 1, 2, 3/A e C
Número Máximo de Alvos Simultâneos	40
Acuidade	50 m em alcance, 1º azimute e 1º elevação
Resolução	75 m em alcance
Peso Total Bruto	563,30 Kg
Peso Total Líquido	318,05 Kg
Classificação de Aeronaves	asa fixa e rotativa

Fonte: Guia do Usuário do Radar SABER M60 (2011, p.1-2 – p.1-3)

Ao contrário dos outros sensores que serão estudados mais a frente, o SABER M60 é de concepção modular, ou seja, seus componentes são divididos em módulos, facilitando seu transporte e armazenamento. Esta concepção modular lhe confere autonomia para ser transportado e montado por pequenas guarnições (até três militares), o que lhe possibilita ser montado, por exemplo, no alto de um edifício (Figura 13).

Além disso, pode ser integrado a um palm-top, onde é possível receber dados de incursões, estados de alerta e condições de aprestamento, e, ainda, identificar vários alvos ao mesmo tempo, permitindo à guarnição do míssil Iгла condições mais favoráveis de engajar aeronaves inimigas.

O sensor acima descrito integra um sistema de defesa antiaérea de baixa altura, e está com plena capacidade de emprego, a partir da utilização de tecnologias modernas e adequadas ao ambiente em que pode vir a ser utilizado, seja em operações de guerra ou em operações de não-guerra.

O míssil também descrito acima é de grande valia para a defesa das bases aéreas e instalações de seus interesses, porém, atua apenas na baixa altura, deixando uma vulnerabilidade muito grande na faixa da média altura.

## **5 SISTEMAS DE ARMAS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA PARA DEFESA DAS BASES AÉREAS**

Atualmente, tendo em vista a já citada evolução do poder aéreo no mundo, alguns países possuem aeronaves com possibilidades de realizar ataques nas bases aéreas no interior do território brasileiro, e dessa maneira, impor severas perdas à Força Aérea Brasileira, desequilibrando, assim, os poderes relativos de combate das nossas aeronaves.

A partir deste pensamento, é importante possuir um forte fator dissuasório, que, se necessário, possa ser empregado, que é obtido através de uma defesa antiaérea de média altura, responsável por cobrir a faixa do espaço aéreo localizada entre 3000 e 15000 metros de altitude.

Considerando a necessidade da aquisição de um sistema de defesa antiaérea, citado no parágrafo anterior, foi criado um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), através de Portaria Interministerial nº 1808/MD, de 12 de junho de 2013, tendo como uma de suas finalidades, criar fundamentos para o processo de aquisição de um sistema de defesa antiaérea de média e baixa altura, de origem russa, para atender às necessidades estratégicas do Estado brasileiro. O GTI será composto por representantes do:

- a. Ministério da Defesa;
- b. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação;
- c. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior;
- d. Ministério da Fazenda;
- e. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e
- f. Ministério das Relações Exteriores.

Para que se tenha um sistema de armas de média altura capaz de se opor às ameaças aeroespaciais, faz-se necessário que sejam estabelecidos Requisitos Operacionais Básicos do Sistema de Defesa Antiaéreo de Média Altura, de maneira a delimitar características, padrões mínimos de desempenho, interoperabilidade e vários aspectos essenciais para a inserção de um sistema de armas dentro da Defesa Aeroespacial Brasileira.

### **5.1 REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREO DE MÉDIA ALTURA**

Em observância a necessidade das três forças em adquirir um novo sistema de armas de média altura, reuniões foram realizadas no Ministério da Defesa, em 2012 e 2013, sob

coordenação da Comissão de Logística Militar (COMLOG). Esta comissão firmou diversos requisitos, pela consolidação das características operacionais e técnicas comuns de emprego das três Forças Armadas, constantes em suas documentações orientadoras e normativas.

Os requisitos estão divididos em absolutos, desejáveis e complementares. Os absolutos são obrigatórios no Sistema de Míssil Superfície-Ar de Média Altura das Forças Armadas. Os desejáveis, não obrigatórios, devem ser buscados pelo incremento da operacionalidade e os complementares, não obrigatórios ou desejáveis, valorizam a melhor escolha.

Os referidos requisitos, a princípio, foram publicados em Portaria Normativa do Ministério da Defesa nº 2.385, de 5 de setembro de 2012 e foram alterados pela portaria Normativa do Ministério da Defesa nº 1.984, de 3 de julho de 2013.

Esses requisitos operacionais conjuntos (ROC) são exigidos de todos os materiais que sejam propostos ou oferecidos a qualquer uma das três Forças para ser adquirido.

A seguir, serão mostrados alguns sistemas de armas que terão suas características técnicas citadas, e, posteriormente, será verificado se estes sistemas de armas se enquadram nos ROC para o sistema de míssil superfície-ar de média altura.

## 5.2 ALGUNS SISTEMAS DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA DISPONÍVEIS NO MERCADO INTERNACIONAL

### 5.2.1 TOR M-1

O sistema de defesa antiaérea de média altura TOR M1 (Figura 14) é de origem russa. É um sistema de armas totalmente independente, no entanto, de modo a ampliar a sua versatilidade, possui a opção de efetuar a integração de vários sistemas de armas. Assim sendo, ao realizar a mistura de calibres e de sistemas na defesa antiaérea, cumpre esse fator muito importante atualmente no combate moderno, e que é muito valorizado, devido a ser uma das grandes dificuldades nos diversos sistemas do mesmo tipo.

No ano de 2000, a Grécia e a China receberam suas primeiras unidades do modelo montado sobre viaturas com tração 6x6 (*Shelter Version*), modelo este que foi revelado em 1995. Num passado recente, sobre o governo do presidente venezuelano Hugo Chávez, a Venezuela anunciou o interesse para a aquisição do sistema de defesa antiaéreo TOR M1, e, por conseguinte, uma aquisição junta à Rússia no valor de 290 milhões de dólares.

Capaz de interceptar diversas gamas de alvos a até 15 km de distância e 6 km de altitude, o míssil do sistema TOR M1 tem a possibilidade de abater alvos com velocidade de até Mach 2,06; tanto em voo pairado como em deslocamento.

O sistema TOR M1, possui uma lançadora que tem a capacidade de transportar até oito mísseis prontos para emprego imediato, associado a um radar, sistema de controle de fogo e posto de comando com capacidade de engajar todos os tipos de ameaça aérea (aeronaves de asa fixa, aeronaves de asa rotativa, mísseis balísticos ou de cruzeiro) em igualdade de condições. Esse míssil possui uma cabeça de guerra com munição alto-explosiva fragmentada, com espoleta de proximidade por radar, e seu sistema de guiamento é comandado por rádio. O sistema possui tempo de reação (após a detecção do alvo) entre 5 e 8 segundos. Somando isto a sua estrutura autopropulsada, possui grande mobilidade nos deslocamentos que executa (Tabela 3).

Seu radar possui capacidade de detectar e rastrear até quarenta e oito alvos simultaneamente e indicar os dez alvos mais ameaçadores. Seu funcionamento é do tipo 3D Pulso – Doppler e possui ainda interrogador IFF, que identifica aeronaves inimigas e amigas, com alcance de 25 km. Sua seção reta radar<sup>31</sup> é de 0,1 m<sup>2</sup>.

O sistema é de alta letalidade, com cerca de 92% a 95% de chance de abater ou danificar a ameaça inimiga. Possui grande resistência a ataques eletrônicos inimigos, se protegendo de tal ameaça com moderno sistema de MPE<sup>32</sup>.



Figura 14 - Sistema de defesa antiáerea TOR M-1

Fonte - <<http://www.areamilitar.net/DIRECTORIO/TER.aspx?nn=212>>

<sup>31</sup> É compreendido como uma unidade de medida na qual representa o tamanho da aeronave

<sup>32</sup> Medida de Proteção Eletrônica

Tabela 3 - Principais características do sistema de armas TOR M-1

Sistema de Tração	Lagartas
Guarnição	3 homens
Guiamento 9M331	Rádio comandado
Velocidade máxima do míssil	860 m/s
Máxima distância efetiva	15 km
Máxima altitude efetiva	6 km
Alcance mínimo	10 m
Espoleta	Proximidade radar

Fonte - IHS Jane's Land Warfare Platforms Artillery e Air Defence (p. 527, 2012-2013)

### 5.2.2 RBS 23 BAMSE

O Sistema de mísseis RBS 23 BAMSE é um sistema de defesa antiaérea de média altura desenvolvido pelas empresas Bofors e Ericsson, a pedido do governo sueco em 1993, com a finalidade de fornecer defesa antiaérea às instalações vitais contra grande diversidade de alvos aéreos, como, por exemplo, mísseis antirradiação e armas *standoff*. Ele integra os mísseis da empresa Bofors com o sistema de microondas da Ericsson, tendo a Bofors a responsabilidade pelo projeto.

Capaz de operar em qualquer condição climática e em qualquer tempo, o seu alcance excede as distâncias de armas *standoff*. Sua defesa eficaz é de 12 km de altura (Tabela 4) e distância de 15 km, sendo apropriado não somente pela defesa de instalações militares, como também de toda infraestrutura vital de uma nação. Trata-se de sistema autorrebotado, podendo ainda ser aerotransportado, transportado por ferrovia ou ser embarcado em navios. Em seu Centro de Controle de Mísseis há um simulador embutido para adestramento da guarnição sem a necessidade de lançamentos de mísseis, o que diminui, dessa forma, os gastos e mantém o contínuo adestramento.

A bateria BAMSE é composta por um Centro de Coordenação e Vigilância (CCV) e de dois a quatro Centros de Controle do Míssil (CCM). Cada CCV possui um radar que gera imagens em três dimensões com uma antena de 8 ou 12 metros de altura, possibilitando-lhe operar atrás de obstáculos, criando uma cobertura contra as vistas inimigas. O CVV também possui características específicas como o seguidor automático, a avaliação contínua da ameaça e a coordenação do combate. Pode coordenar até quatro CCM, com comunicação por cabos de fibra ótica ou por diferentes tipos de rádio. A distância entre o CVV e os CCM pode variar, mas a distância padrão é de 10 km (Figura 15).

O mesmo veículo que transporta o CCM transporta também mísseis para o seu recarregamento, o que é realizado em menos de 3 min. Sua entrada em posição ocorre em menos de 10 minutos, dependendo do adestramento da guarnição.

O Centro de Controle do Míssil é completo, possuindo todos os equipamentos necessários tanto para o controle do combate como para o controle do tiro, tendo o seu radar de tiro um sistema termal de imagem, um sistema IFF e um sensor de tempo montados em uma plataforma estabilizada no alto de um mastro de oito a doze metros de altura, característica esta que melhora consideravelmente a possibilidade de aquisição de alvos voando a baixas alturas. O Centro de Controle do Míssil possui proteção química biológica e nuclear (QBN) e sua operação é realizada por dois homens.

O míssil do sistema BAMSE é de elevada aceleração e alta velocidade, obtendo com isso um curto tempo de voo. Sua grande mobilidade é mantida até o limite da distância de seu alcance. Possui espoleta de impacto e de proximidade e sua ogiva é letal contra todos os tipos de alvos, tanto os de pequena velocidade quanto os de grande velocidade, tal como o míssil antirradiação, por exemplo.



Figura 15 - RBS 23 BAMSE

Fonte - <[http://www.saabgroup.com/en/Air/Weapon\\_Systems/BAMSE\\_Ground\\_Based\\_Missile\\_System/In\\_use/](http://www.saabgroup.com/en/Air/Weapon_Systems/BAMSE_Ground_Based_Missile_System/In_use/)>



Tabela 4 - Principais características do sistema de armas RBS 23 BAMSE

Fabricação	Sueca - Bofors e Ericsson
Início da produção/lançamento	1998/2000
Guarnição	2 homens
Antena	Giraffe AMB 3D radar, antena phased array
Alcance Máximo de Detecção do CVV	30, 60 e 100 Km
IFF	Embutido
Alvos simultâneos	100
Alcance Máximo de Detecção do CCM	30 Km
Outros Sensores	Infravermelho, meteorológico
Velocidade Máxima do Míssil	maior que mach 3
Peso do Míssil	85 Kg
Altitude Máxima	mais de 20 Km
Alcance Eficaz	15 Km
Espoleta	proximidade e impacto
Alcance Mínimo	1 Km
Entrada em posição	10 min
Guiamento	pela linha de visada do radar, visada direta
Vida Útil	15 anos, com revalidação por mais 15

Fonte - <[http://www.saabgroup.com/en/Air/Weapon\\_Systems/BAMSE\\_Ground\\_Based\\_Missile\\_System/](http://www.saabgroup.com/en/Air/Weapon_Systems/BAMSE_Ground_Based_Missile_System/)>

### 5.2.3 PANTSyr S1

A característica específica do sistema Pantsyr-S1 é a combinação de uma aquisição de alvos de múltipla banda e sistema de monitoramento em conjunto com um míssil combinado e arma, criando uma zona de engajamento do alvo constante entre 5 m de altura e 200 m de faixa de até 10 km de altura e 20 km de alcance, mesmo sem qualquer apoio externo.

O Pantsyr-S1 transporta até doze mísseis 57E6 ou 57E6-E. Estes estão dispostos em dois grupos de seis tubos na torre. O míssil tem um corpo bicalibre na configuração *tandem*. Os mísseis podem ser disparados em até quatro alvos. O míssil foi concebido para alcançar uma probabilidade de acerto de 70-95% e têm uma vida útil de armazenamento de 15 anos em seus recipientes fechados. Os veículos de combate Pantsyr-S1 podem disparar mísseis em movimento.

Duas duplas de canhões de 30 milímetros equipam o material. A taxa máxima de fogo é de 2.500 tiros por minuto por arma. O alcance é de até 4 km (Tabela 5).

O sistema de controle de fogo do Pantsyr-S1 inclui um radar de aquisição de alvo e controle de banda dupla radar, que opera na banda UHF e EHF. A distância de detecção é de 32 a 36 km e faixa de rastreamento é de 24 a 28 km para um alvo com dois metros quadrados de seção reta radar. Esse radar monitora tanto os alvos quanto os mísseis terra-ar durante o voo.



Figura 16 - Sistema PANTSYP-S1 de defesa antiáerea  
Fonte - <<http://www.forte.jor.br/tag/pantsir-s1/>>

Tabela 5 - Principais características do sistema de armas PANTSYP S1

Fabricação	Russa - KBP Instrument Design Bureau
Lançamento	2008
Guarnição	3 homens
Antena	phased array faseada
IFF	separado ou integrado, a pedido do cliente
Engajamento de alvos simultâneos	2
Peso do míssil 57E6E	90 Kg
Altitude máxima	15 Km
Alcance máximo	20 Km
Espoleta	proximidade e impacto
Alcance mínimo	1,2 m

Fonte – IHS Jane's Land Warfare Platforms Artillery e Air Defence (p. 416, 2012-2013)

## 6 CONCLUSÃO

Da análise realizada no presente trabalho, pode-se inferir o desenvolvimento tecnológico ocorrido durante os conflitos armados convencionais dos equipamentos de artilharia antiaérea e das aeronaves de combate, bem como nos materiais bélicos, ocasionou uma deficiência nas defesas antiaéreas de nossas bases.

A deficiência foi observada analisando os sistemas de mísseis existentes nos Grupos de Artilharia Antiaérea de Autodefesa, que possui somente um tipo de míssil que é capaz de atuar na baixa altura.

Como foi visto nesta monografia, a ameaça aérea capaz de realizar missões de ataque a partir da faixa de emprego da média altura, tem sido priorizadas em se tratando de operações militares contra bases aéreas, principalmente na 1ª fase da batalha aérea.

Percebe-se, portanto, uma grande vulnerabilidade das bases aéreas brasileiras às ameaças aéreas de média altura. Tal constatação evidencia a necessidade de um “guarda chuva” de defesa antiaérea capaz de se contrapor aos vetores hostis que realizam ataque fora do envelope de emprego da artilharia antiaérea de baixa altura.

No planejamento de uma defesa antiaérea, devem ser respeitados diversos princípios e fundamentos de emprego da AAAe, que serão responsáveis pela sua maior eficácia no combate a vetores aeroespaciais hostis.

Dentre os vários fundamentos de emprego constantes no manual C 44 - 1 Emprego da Artilharia Antiaérea (2001), destacam-se duas definições neste trabalho de pesquisa:

c. Defesa em profundidade - é a forma de atuação sobre o inimigo aéreo de maneira a mantê-lo sob engajamento gradativo pelos mísseis de média altura, os mísseis de baixa altura e os canhões antiaéreos, escalonados a fim de permitir à DA Ae várias possibilidades de engajamento da ameaça aérea pelos diversos sistemas de armas, aumentando a probabilidade de neutralizá-la.

g. Engajamento antecipado - ação desencadeada com o propósito de impedir ou dificultar a ação do inimigo aéreo, antes que ele empregue seu armamento contra o objetivo defendido ou proceda ao Rec aéreo. Para isso, o Sist Ct Alr e as U Tir devem ser desdobrados de modo a proporcionar o tempo máximo de reação ao sistema de armas. A análise de inteligência de combate (AIC), realizada no estudo de situação, determinará a linha de lançamento e disparo (LLD), que servirá de parâmetro para este fundamento, bem como as prováveis rotas de aproximação a baixa altura, que devem ser priorizadas no desdobramento da DA Ae.

Percebe-se, então, que ambas as artilharias antiaéreas, de baixa e de média altura, atuando de maneira conjunta nos Grupos de Artilharia Antiaérea de Autodefesa possibilitarão melhores condições para o atingimento dos dois fundamentos do emprego da Artilharia Antiaérea supracitados e que são considerados de importância capital para uma defesa de base aérea.

Para tanto, a Força Aérea Brasileira deverá caminhar no sentido a adquirir um sistema de armas que possua interface com os sistema de controle e alerta já operacionais em nosso país e que possa atuar na faixa de altura entre 3.000 m e 15.000 m, garantindo a dissuasão estratégica compatível com as dimensões deste país-continente e de forma a respaldar o emprego eficiente do Poder Aeroespacial Brasileiro, se necessário.

## REFERÊNCIAS

- \_\_\_\_\_. **Counterair Operations** Doctrine Document 2-1.1 U. S. Air Force, Maio, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Portaria Interministerial nº 1808/MD, de 12 de junho de 2013.** Constituição de Grupo de Trabalho Interministerial com as finalidades de fundamentar o processo de aquisição de um sistema de defesa antiaéreo de média e baixa altura e propor medidas de fomento para ampliar a capacidade da indústria nacional e garantir a sua autonomia no fornecimento de produtos às Forças Armadas, em relação ao Sistema de Defesa Antiaérea, 2013.
- \_\_\_\_\_. **Portaria Normativa nº 1984/MD, de 03 de julho de 2013.** Dispõe sobre o estabelecimento de Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para os produtos de defesa comuns às Forças Armadas, 2013.
- \_\_\_\_\_. **Portaria Normativa nº 2385/MD, de 05 de setembro de 2012.** Dispõe sobre o estabelecimento de Requisitos Operacionais Conjuntos para os produtos de defesa comuns às Forças Armadas e suas aquisições, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Portaria nº 522/GC3, de 23 de agosto de 2012.** Cria e ativa o Núcleo da Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (NuBAAAD) e dá outras providências, 2012.
- \_\_\_\_\_. **Portaria nº 565/GC3, de 07 de outubro de 2011.** Aprova o Regulamento de Unidade de Artilharia Antiaérea de Autodefesa, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Portaria nº 579/GC3, de 31 de agosto de 2012.** Cria e ativa o Segundo Grupo de Artilharia Antiaérea de Autodefesa (2º GAAAD), 2012.
- \_\_\_\_\_. **Portaria nº R-8/GC3, de 05 de janeiro de 2012.** Cria e ativa a 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa, 2012.
- ABRIL CULTURAL.** Batalhas Aéreas da Segunda Guerra Mundial. **São Paulo, 1975.**
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Ar. **MCA 125-2:** Emprego da Artilharia Antiaérea de Autodefesa na Força Aérea Brasileira. Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **DCA 1-1:** Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira. Brasília, DF, 2012.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **DCA 21-6:** Diretriz de Implantação da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa. Brasília, DF, 2012.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **DCA 11-22:** Diretriz de implantação do Terceiro Grupo de Artilharia Antiaérea de Autodefesa. Brasília, DF, 2013.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral do Pessoal. **PCA 30-24:** Plano de pessoal para a implantação da Primeira Brigada de Artilharia Antiaérea de Autodefesa e dos Primeiro e Segundo Grupos de Artilharia Antiaérea De Autodefesa, DF, 2013.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. **ROCA 21-89:** Regulamento de Unidade de Artilharia Antiaérea de Autodefesa. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Comando do Exército. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Guia do usuário:** Radar SABER M60. 2. ed., 2011.

BRASIL. Comando do Exército. Estado-Maior do Exército. **Manual de campanha:** emprego da artilharia antiaérea: C 44-1. 4. ed. Brasília, DF, 2001.

DOUHET, Giulio. **O domínio do ar.** Tradução Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica. Belo Horizonte: Itatiaia; [Rio de Janeiro]: Instituto Histórico- Cultural da Aeronáutica, 1988.

Doutrina da Força Aérea 1, **Air Force Basic Doctrine, Organization, and Command**, Outubro 2011, <http://www.e-publishing.af.mil/shared/media/epubs/afdd1.pdf>.

FOSS, Chirstopher F. & O'HALLORAN, James C. **IHS Jane's Land Warfare Platforms:** Artillery & Air Defence. 2012-2013.

HALLION, Richard. **Storm over Iraq: Air Power and the Gulf War**, Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1992.

HERRON, Lt. Col. Edward and REIDER, Lt. Col. Robert. **History of Air Base Ground Defense Training.** Maxwell AFB, AL: Air Command and Staff College, 1987.

Joint Publication 3-30, **Command and Control for Joint Air Operations**, 12 January 2010, [http://www.dtic.mil/doctrine/new\\_pubs/jp3\\_30.pdf](http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_30.pdf).

MISHAL, Nissim. **A Guerra de Yom Kipur**, 42. ed., 2003. Disponível em: <[http://www.morasha.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_view.asp?a=278&p=0](http://www.morasha.com.br/conteudo/artigos/artigos_view.asp?a=278&p=0)> Acesso em 17 de outubro de 2013.

SANTOS, Murillo. **A evolução do poder aéreo.** Belo Horizonte: Itatiaia; Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1989.

SEVERSKY, Alexander P. **A vitória pela força aérea.** Tradução Asdrubal Mendes Gonçalves. Belo Horizonte: Itatiaia; [Rio de Janeiro]: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1988. Título original: Victory through air power.

TRENCHARD, Marechal-do-Ar Hugh: **Ideias em destaque.** Incaer, nº 2, Rio de Janeiro, Agosto, 1989.

WAYNE, Lt. Col. Purser. **Air Base Ground Defense: An Historical Perspective and Vision for the 1990s**, Maxwell Air Force Base, Alabama: U.S. Air Force, Maio, 1989.