



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**A EVOLUÇÃO DA AMEAÇA AÉREA E SEUS REFLEXOS PARA A DEFESA ANTIAÉREA
NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE AS DÉCADAS DE 1970 E 2000.**

1º Ten Art JUAN PABLO EXEQUIEL MENDOZA

Rio de Janeiro

2013

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

1° Ten Art JUAN PABLO EXEQUIEL **MENDOZA**

A EVOLUÇÃO DA AMEAÇA AÉREA E SEUS REFLEXOS PARA A DEFESA
ANTIAÉREA NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE AS DÉCADAS DE 1970
E 2000.

RIO DE JANEIRO

2013

1º Ten Art JUAN PABLO EXEQUIEL **MENDOZA**

A EVOLUÇÃO DA AMEAÇA AÉREA E SEUS REFLEXOS PARA A DEFESA
ANTIAÉREA NO PERÍODO COMPREENDIDO ENTRE AS DÉCADAS DE 1970
E 2000.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado 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. Escola de Artilharia
de Costa e Antiaérea.

Orientador: Maj Art JOÃO **TRAVASSOS** DE ALBUQUERQUE JÚNIOR

Rio de Janeiro

2013

M539e

2013 Mendoza, Juan Pablo Exequiel

A evolução da ameaça aérea e seus reflexos para a defesa antiaéreas no período compreendido entre as décadas de 1970 e 2000/ Juan Pablo Exequiel Mendoza - 2013

65f.: II

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

1.Ameaça Aérea 2.Defesa Antiaérea 3.Evolução I. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea II. Título

CDD:356.4



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECE_x - DETM_{il}
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

MENDOZA, Juan Pablo Exequiel (1º Ten Art). *A evolução da ameaça aérea e seus reflexos para a defesa antiaérea no período compreendido entre as décadas de 1970 e 2000.* 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: JOÃO **TRAVASSOS** DE ALBUQUERQUE JÚNIOR – Maj Art

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro, 16 de outubro de 2013.

JOÃO **TRAVASSOS** DE ALBUQUERQUE JÚNIOR – Maj Art
ORIENTADOR

LUIZ **CLAUDIO** DE JESUS – Maj Inf
MEMBRO

CARLOS ROBERTO **PAULONI** – Cap Art
MEMBRO

Dedico este trabalho aos Exércitos Argentino e Brasileiro por terem me dado a possibilidade de realizar este curso de Artilharia de Costa e Antiaérea e particularmente quero dar o agradecimento a Deus.

LISTA DE ABREVIATURAS

AAAe	Artilharia Antiaérea
A Ap Log	Área de Apoio Logístico
AEW	(<i>Airborne early warning</i>) Alerta Aéreo Antecipado
Art Cmp	Artilharia de Campanha
AWACS	(<i>Airborne Warning and Control System</i>) Sistema de Control e Alerta Aéreo
CLOS	(<i>Common Lisp Object System</i>) Sistema de Programação para a Orientação de Objetos
DA	Defesa Aérea
DA Ae	Defesa Antiaérea
Disp	Disparo
GE	Guerra Eletrônica
Km	Kilometros
MAE	Medidas de Apoio Eletrônico
Min	Mínuto
mm	Milímetros
N°	Número
PC	Posto de Comando
Rec Estrt	Reconhecimento Estratégico
REVO	Reabastecimento em voo
RWR	(<i>Radar warning receiver</i>) Radar Receptor de Alerta
SACLOS	(<i>Semi-automatic command to line of sight</i>) Comando semi-automático para a linha de visão
TO	Teatro de Operações
ZI	Zona de Interior

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Alenia G.222.....	17
Figura 2 -	Lockheed Martin C-130J Super Hercules.....	18
Figura 3 -	Túpolev Tu-22M.....	19
Figura 4 -	B-2 Spirit.....	20
Figura 5 -	F-15 Eagle.....	21
Figura 6 -	Saab 39 Gripen.....	22
Figura 7 -	Mikoyan MiG-27.....	23
Figura 8 -	F-117 Nighthawk.....	24
Figura 9 -	F-16 Fighting Falcon.....	25
Figura 10 -	MiG-29(9-12B) Fulcrum A.....	26
Figura 11 -	Dassault Rafale.....	27
Figura 12 -	F-22 RAPTOR.....	28
Figura 13 -	AH-G4 Apache.....	30
Figura 14 -	Kamov Ka-50.....	31
Figura 15 -	CAIC WZ-10.....	32
Figura 16 -	Bell CH-146 Griffon.....	33
Figura 17 -	Kamov Ka-60.....	34
Figura 18 -	bgm-109 tomahawk.....	35
Figura 19 -	Míssil Scud.....	37
Figura 20 -	BrasilSat A 1.....	38
Figura 21 -	MQ-1Predator.....	39
Figura 22 -	MQ-9 Reaper.....	39
Figura 23 -	S – 300.....	43
Figura 24 -	Patriot.....	44
Figura 25 -	Tor (SA-15 “Gauntlet”).....	45
Figura 26 -	Sistema Buk M2 (SA 17 “Grizzly”).....	46
Figura 27 -	NASAMS.....	47
Figura 28 -	PANTSIR-S1.....	48
Figura 29 -	FIM – 92 Stinger.....	50
Figura 30 -	Mistral.....	51
Figura 31 -	9K338 Igla-S.....	52
Figura 32 -	Roland I.....	53

Figura 33 - Gepard.....	54
Figura 34 - Manobra da Primeira Guerra do Líbano.....	58
Figura 35 - FIM-92 Stinger operado por soldados afganos.....	60
Figura 36 - F-117A "Black Sheep" descarregando suas bombas.....	61
Figura 37 - MQ-1 Predator sobrevoando Iraque.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Faixas de emprego das ameaças aéreas.....	15
Tabela 2 -	Exemplos de aviões de transporte	17
Tabela 3 -	Exemplos de aviões bombardeiros.....	19
Tabela 4 -	Exemplos de aviões caças.....	21
Tabela 5 -	Exemplos de aviões de ataque.....	23
Tabela 6 -	Exemplos de aviões multifunção.....	25
Tabela 7 -	Exemplos de helicópteros de ataque.....	30
Tabela 8 -	Exemplos de helicópteros utilitários.....	33
Tabela 9 -	Classificação da DA Ae quanto ao teto de emprego.....	42
Tabela 10 -	Sistemas de defesa antiaérea da faixa da média e grande altura.....	43
Tabela 11 -	Sistemas de defesa antiaérea da faixa da baixa altura.....	50

RESUMO

MENDOZA, Juan Pablo Exequiel. A evolução da ameaça aérea e seus reflexos para a defesa antiaérea no período compreendido entre as décadas de 1970 e 2000. Rio de Janeiro, 2013.

O presente estudo tem por objetivo principal identificar a evolução da ameaça aérea e seus reflexos para a defesa antiaérea, assim como os procedimentos de emprego que foram executados em diferentes conflitos importantes durante o período compreendido entre as décadas de 1970 e 2000, permitindo, assim, observar a rápida e permanente evolução destes meios e raciocinar se temos possibilidade de dar resposta com os meios próprios a esses novos tipos de meios empregados em conflito, além das novas táticas de emprego desenvolvidas. Neste sentido, o autor aborda o estudo analisando a evolução dos meios antiaéreos e das ameaças aéreas, ao longo de um período de tempo escolhido. Nessa faixa de tempo, se acredita que desde o ponto de vista da evolução dos materiais, aconteceram muitos avanços importantes que são de emprego na atualidade. Essa evolução cada vez mais rápida deve-se às experiências tiradas dos conflitos acontecidos na porção de tempo em estudo. Durante essas décadas foi quando os meios aéreos e antiaéreos começaram a ter participação ativa nos conflitos bélicos até a atualidade. Neste sentido, para a consolidação dos objetivos propostos, o autor baseou-se no estudo dos manuais doutrinários do Exército Argentino, Exército Brasileiro e artigos referidos ao tema durante o período de tempo.

Palavras-chave: Ameaça aérea; Defesa Antiaérea; Evolução; Conflitos relevantes; Emprego.

RESUMEN

MENDOZA, Juan Pablo Exequiel. La evolución de la amenaza aérea y sus deflexos para la defensa antiaérea en el período comprendido entre las décadas de 1970 y 2000. Rio de Janeiro, 2013.

El presente estudio tiene como objetivo identificar la evolución de la amenaza aérea y sus deflexos para la defensa antiaérea, así como los procedimientos de empleo que se realizaron en diferentes conflictos importantes durante el período comprendido entre las décadas de 1970 y 2000, permitiendo observar la rápida y continua evolución de los medios, y hacer un análisis de, si tenemos posibilidad de dar una respuesta con los propios recursos frente a estos nuevos tipos de medios utilizados en los conflictos, así como las nuevas tácticas de empleo desarrolladas. En este sentido, el autor aborda el estudio mediante el análisis de la evolución de los medios de artillería antiaérea y amenazas aéreas, durante un período de tiempo elegido. Se cree que desde el punto de vista de la evolución de los materiales, existen muchos avances importantes que son de empleo en la actualidad. Esta tendencia cada vez más rápida, se debe de las experiencias extraídas de los conflictos que tuvieron lugar durante el tiempo en estudio. Durante estas décadas fue cuando los medios aéreos y antiaéreos comenzaron a tener una participación activa en los conflictos armados hasta la actualidad. En este sentido, para la consolidación de los objetivos propuestos, el autor se basó en el estudio de los manuales de doctrina del Ejército Argentino, el Ejército brasileño y los artículos referidos al tema durante el período.

Palavras-chave: Amenaza aérea; Defensa Antiaérea; Evolución; Conflictos relevantes; Empleo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	AMEAÇA AÉREA	15
2.1	DEFINIÇÕES.....	15
2.2	FAIXAS DE EMPREGO DA AMEAÇA AÉREA.....	15
2.3	AERONAVES DE ASA FIXA.....	16
2.3.1	AVIÕES DE TRANSPORTE.....	17
2.3.2	AVIÕES BOMBARDEIROS.....	19
2.3.3	AVIÕES CAÇAS	21
2.3.4	AVIÕES DE ATAQUE.....	23
2.3.5	AVIÕES MULTIFUNÇÃO.....	25
2.4	AERONAVES DE ASA ROTATIVA.....	29
2.4.1	HELICOPTEROS DE ATAQUE.....	29
2.4.2	HELICOPTEROS UTILITÁRIOS.....	33
2.5	MÍSSEIS DE CRUZEIRO E BALÍSTICO.....	35
2.5.1	MÍSSIL DE CRUZEIRO.....	35
2.5.2	MÍSSIL BALÍSTICO.....	36
2.6	SATÉLITES.....	37
2.7	SARP (SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS).....	38
3.	DEFESA ANTIAÉREA	41
3.1	DEFINIÇÕES.....	41
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA Ae QUANTO AO TETO DE EMPREGO.....	41
3.3	SISTEMAS DE MÉDIA E GRANDE ALTURA.....	42
3.4	SISTEMAS DE BAIXA ALTURA.....	49
4.	CONFLITOS RELEVANTES	56
4.1	VIETNÃ (1955 – 1975).....	56
4.2	GUERRA DO YOM KIPPUR (1973).....	57
4.3	CONFLITO NO VALE DO BEKAA (1982).....	57
4.4	GUERRA DAS MALVINAS (1982).....	59
4.5	GUERRA RÚSSIA - AFEGANISTÃO (1978 – 1992).....	59
4.6	GUERRA DO GOLFO (1990 – 1991).....	60
4.7	GUERRA DO IRAQUE (2003-2011).....	61
5.	CONCLUSÃO	62

REFERÊNCIAS.....	63
-------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

O estudo da história militar permite obter experiências para a melhora do desempenho na tomada de decisões e na aplicação tática de uma fração no terreno. Por isso, o objetivo do trabalho é apresentar acontecimentos históricos, mediante comparações e conclusões, que permitam evoluir nossa capacidade como militares.

O desenvolvimento do trabalho será levado adiante, por meio do estudo da Evolução da ameaça aérea e da defesa antiaérea, no período compreendido entre as décadas de 1970 e 2000, utilizando os conflitos armados mais relevantes nesse período. O objetivo desse trabalho é comparar a rápida evolução das ameaças aéreas e os sistemas de defesa antiaérea, para perceber a necessidade de ter sistemas de armas que mudem tão rápido quanto as ameaças aéreas a fim de dar uma resposta útil.

O uso de exemplos históricos recentes devem ser analisados, levando-se em consideração as experiências adquiridas no combate, que permitiram que um país pudesse manter seus sistemas eficazes.

O trabalho também ajudará a entender o problema principal da artilharia antiaérea, isto é, num contexto normal de escassez de recursos como os que temos realmente, agir para fornecer suporte de defesa antiaérea sobre toda sorte de elementos e instalações de forma permanente e em qualquer situação. Do ponto de vista tático, poder-se-ia resolver isso mediante duas alternativas: uma defesa eficaz sobre poucas áreas vitais, ou uma defesa menos eficaz para muitas áreas vitais, mas, na realidade, deve-se analisar se os meios atuais próprios de defesa antiaérea encontram-se na altura das exigências para uma resposta eficaz.

A escassez dos recursos é um problema grave. Por isso, cada vez mais são apresentados estudos sobre a defesa antiaérea, trazendo à tona discussões quanto a importância de se manter o espaço aéreo sob domínio próprio.

O presente trabalho está assim estruturado:

a. No primeiro capítulo, por meio da introdução, atrair-se-á a atenção do leitor, dando ênfase na importância de possuir e manter sistemas de armas eficientes a fim de preservar os recursos e meios próprios frente a eventuais conflitos;

b. O segundo capítulo versa sobre a evolução da ameaça aérea compreendida nesse período. A estrutura é a seguinte: buscar-se-á explicar o que é uma ameaça aérea, os tipos de ameaças, características e empregos e, por fim, quais já foram testadas em combate;

c. O terceiro capítulo traz a evolução da Defesa Antiaérea. A estrutura é similar ao capítulo dois; e

d. No quarto e último capítulo, serão abordados os conflitos armados mais relevantes em que houve fatos históricos que permitam relacionar, comparar e analisar tendências, do combate entre a ameaça aérea e a defesa antiaérea no período em estudo.

2. AMEAÇA AÉREA

Neste capítulo, será explicado o que é uma ameaça aérea, os tipos de ameaças existentes e as tendências e características de emprego.

2.1 DEFINIÇÕES.

Define-se ameaça aérea como todo sistema de armas, comando e controle ou apoio aeroespacial cuja finalidade é agir sobre objetivos militares do inimigo, sejam eles meios aéreos, instalações, tropa no terreno, meios marítimos de superfície ou submarinos.

Os tipos de ameaça aérea podem ser materializados dividindo-os em cinco grupos:

- Aeronaves de asa fixa: é todo tipo de avião tripulado.
- Aeronaves de asa rotativa: é todo tipo de helicóptero.
- Mísseis de cruzeiro e balísticos: engenhos autopropulsados e não tripulados.
- Satélites artificiais: qualquer corpo feito pelo homem e colocado em órbita ao redor da terra.
- Aeronaves não tripuladas: não necessitam de pilotos embarcados para serem guiadas.

2.2 FAIXAS DE EMPREGO DA AMEAÇA AÉREA.

Dando continuidade, por meio de uma tabela, serão explicadas as faixas de emprego nas quais cada ameaça aérea atua, de acordo com as suas capacidades, características e missão.

FAIXA	ALTITUDE	CARACTERÍSTICAS DO EMPREGO	SISTEMAS EMPREGADOS
ORBITAL	Acima de 1000 km	Faixa que vai do limite da atmosfera terrestre para o espaço	-Satélites de comunicações -Satélites meteorológicos -Satélites de sensoriamento ativo

		exterior. Satélites artificiais.	e/ou passivo -Satélites de navegação
FAIXA	ALTITUDE	CARACTERISTICAS DE EMPREGO	SISTEMAS EMPREGADOS
GRANDE ALTURA	De 15000 m até 1000 km	Faixa que vai de 15000 m até os limites da atmosfera.	-Aeronaves tripuladas ou não (Rec Estrt) -Mísseis balísticos táticos / estratégicos (Principal ameaça usuária dessa faixa)
MÉDIA ALTURA	De 3000 m até 15000 m	A atividade aérea nesta faixa é constituída de aeronaves de asa fixa.	-Aeronaves AWACS/ AEW/ alarme terrestre -Bombardeiros e aeronaves de ataque ao solo -Aeronaves de transporte
BAIXA ALTURA	Até 3000 m	É onde se concentram o maior número de ações desenvolvidas pela ameaça aérea, acessíveis a qualquer Força Armada.	- Bombardeiros e aeronaves de ataque ao solo -Helicópteros -Aeronaves de transporte -Aeronaves de guerra eletrônica -Veículos aéreos não tripulados -Mísseis de cruzeiro

2.3 AERONAVES DE ASA FIXA.

As aeronaves de asa fixa ou aviões são os mais tradicionais dos vetores aeroespaciais em atividade, como também se constituem na espinha dorsal de qualquer força aérea. As principais aeronaves de asa fixa são assim classificadas:

- Aviões de transporte
- Bombardeiros

- Caças
- Aviões de ataque (Jatos/turboélice)
- Aviões multifunção.
- Aviões de reconhecimento
- Aviões de guerra eletrônica

2.3.1 AVIÕES DE TRANSPORTE.

Por meio de uma tabela, serão apresentados alguns exemplos de aviões de transporte.

AERONAVE

<p>Figura 1: Alenia G.222 Fonte: Site http://t0.gstatic.com/images</p>
CARACTERÍSTICAS GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Introdução: 1978 - País: Itália - Emprego: transporte militar. - Carga: 19900 Kg. - Velocidade máxima: 540 km/h - Teto de serviço: 7.620 m - Raio de ação: 2342 km - Capacidade: <ul style="list-style-type: none"> - 44 infantes, ou 32 paraquedistas, ou 36 berços

AERONAVE



Figura 2: Lockheed Martin C-130J Super Hercules
Fonte: Site <http://t1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1999
- País: EUA
- Emprego: avião de transporte tático.
- Carga: 21.770 Kg.
- Velocidade máxima: 643 km/h
- Teto de serviço: 8 615 m
- Raio de ação: 2625 km
- Capacidade:
 - 92 passageiros ou;
 - 64 soldados transportados pelo ar ou;
 - 74 macas com 2 assentos médicos ou;
 - 2/3 Humvees ou 1 Transporte Blindado de pessoal M113

2.3.2 AVIÕES BOMBARDEIROS.

Por meio de uma tabela, serão apresentados alguns exemplos de aviões bombardeiros.

AERONAVE
 <p data-bbox="630 835 1047 898">Figura 3: Túpolev Tu-22M Fonte: Site http://t1.gstatic.com/images</p>
CARACTERÍSTICAS GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Introdução: 1972 - País: Rússia - Emprego: bombardeiro estratégico e ataque marítimo. - Velocidade máxima: 2 000 km/h - Teto de serviço: 13 300 m - Raio de ação: 2 410 km (com armas típicas) - Armamento: 1 Canhão 23 mm GSh-23; 33 Bombas FAB-250 de queda livre (variante 1 com bombas de 250 Kg); Mísseis: 13 antinavios/ 4 antirradares. - Outros: Radar Leninet PN-AD, e sistema de navegação e ataque NK-45.

AERONAVE



Figura 4: B-2 Spirit
Fonte: Site <http://t2.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1997
- País: EUA
- Emprego: bombardeiro estratégico furtivo.
- Velocidade máxima: 972 km/h
- Teto de serviço: 15 200 m
- Raio de ação: 5550 km
- Armamento: Dois armazéns internos com capacidade de 23.000 kg para carregar uma combinação de bombas:
 - 80 bombas de queda livre Mk 82 de 500 Lb.
 - 36 bombas de fragmentação de 750 Lb.
 - 16 bombas da classe 2000 Lb.
 - 16 bombas nucleares B61 ou B83.
- Outro: Melhorias de equipamentos e aviônicas permitem ao B-2 levar mísseis ar-terra AGM-154 JSOW e bombas antibunkers guiadas por laser GBU-28.

2.3.3 AVIÕES CAÇAS.

Por meio de uma tabela, serão apresentados alguns exemplos de aviões de caça.

AERONAVE
 <p>Figura 5: F-15 Eagle Fonte: Site http://t3.gstatic.com/images</p>
CARACTERÍSTICAS GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Introdução: 1976 - País: EUA - Emprego: caça para superioridade aérea. - Velocidade máxima: <ul style="list-style-type: none"> - Grande altitude: 2.660 km/h - Baixa altitude: 1.450 km/h - Teto de serviço: 19.812 m - Raio de ação: 1.967 km - Armamento: 1 Canhão 20 mm M61 Vulcan; Mísseis ar-ar: AIM – 7 Sparrow, AIM – 120 AMRAAM e AIM – 9 Sidewinder. - Outros: <ul style="list-style-type: none"> - Radar Raytheon AN/APG-63 ou AN/APG-70 - Aparelho de pontaria montado no capacete - Equipamento de guerra eletrônica

AERONAVE



Figura 6: Saab 39 Gripen
Fonte: Site <http://t3.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1996
- País: Suécia
- Emprego: caça para superioridade aérea polivalente.
- Velocidade máxima: 2 525 km/h
- Teto de serviço: 18.500 m
- Raio de ação: 1.260 km
- Armamento:
 - 1 Canhão 27 mm Mauser BK 27
 - Bombas: GBU-10/12/16 Paveway II guiadas por laser; de fragmentação; Mark 82/83/84 e bombas GBU 89
 - Foguetes 135 mm M 70
 - Mísseis ar-ar: AIM – 7 Sparrow, AIM – 120 AMRAAM
 - Mísseis ar-terra: AGM-65 Maverick e Taurus KEPD 350
 - Mísseis antinavios: RBS-15F e MBDA Exocet
- Outros:
 - Radar Ericsson PS-05/A ou PS-05/A MK-5 AESA (NG)

2.3.4 AVIÕES DE ATAQUE.

Por meio de uma tabela, serão apresentados alguns exemplos de aviões de ataque.

AERONAVE
<div data-bbox="544 514 1128 856" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="630 877 1047 940" data-label="Caption"> <p>Figura 7: Mikoyan MiG-27 Fonte: Site http://t2.gstatic.com/images</p> </div>
CARACTERÍSTICAS GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Introdução: 1975 - País: Rússia - Emprego: Aeronave de ataque. - Velocidade máxima: <ul style="list-style-type: none"> - Operativa: 1.885 km/h - Ao nível do mar: 1.350km/h - Teto de serviço: 15.240 m - Raio de ação: 780 km - Armamento: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Canhão 30 mm GHs-6-30 - Bombas FAB 250/ 500 (250 /500 kg) - Míssil Mólniva R-60

AERONAVE



Figura 8: F-117 Nighthawk
Fonte: Site <http://t2.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1983
- País: EUA
- Emprego: Aeronave de ataque.
- Velocidade máxima: 993 km/h
- Teto de serviço: 13.716 m
- Raio de ação: 1.722 km
- Armamento: Bombas:
 - Bomba perfurante BLU-109
 - Bomba guiada por laser GBU-10 Paveway II
 - Bomba guiada por laser GBU-12 Paveway II
 - Bomba guiada por laser GBU-27 Paveway II
 - Bombas inteligentes JDAM (guiadas por INS/GPS)
 - Bomba nuclear B61

2.3.5 AVIÕES MULTIFUNÇÃO.

Por meio de uma tabela, serão apresentados quatro exemplos de aviões multifunção, devido à importância desses tipos de aeronaves nos combates relevantes do período compreendido neste trabalho. Será mencionada uma aeronave de cada década, de acordo com a data de introdução.

AERONAVE
 <p>Figura 9: F-16 Fighting Falcon Fonte: Site http://t3.gstatic.com/images</p>
CARACTERÍSTICAS GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Introdução: 1978 - País: EUA - Emprego: caça jato polivalente, operar em todas as condições meteorológicas e de luminosidade. - Velocidade máxima: 2.414 km/h - Teto de serviço: 15.000 m - Raio de ação: 550 km - Autonomia máxima: 4,215 km com tanques externos. - Armamento: Canhão 20 mm M61 Vulcan; Foguetes; Mísseis ar-ar/ ar-terra/ antinavio; Bombas. - Outros: SUU-42A/A – Flares e chaff; Casulo de ECM (contra medidas eletrônicas); ou Casulo p/navegação e aquisição/iluminação de alvos em voo noturno de baixa altitude.

AERONAVE



Figura 10: MiG-29(9-12B) Fulcrum A
Fonte: Site <http://t1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1983
- País: Rússia
- Emprego: caça utilizado em combate aéreo.
- Velocidade máxima: 2306 Km/h
- Teto de serviço: 18.400 m
- Raio de ação: 1.200 km
- Autonomia máxima: 2,100 km
- Armamento: para o combate aéreo, mísseis ar-ar (versões semi-ativo ou infravermelho). Para ataques ar-solo, mísseis, bombas de queda livre ou guiadas e foguetes não guiados. Internamente, está equipado com um canhão Gryazev / Shipunov GSh-30-1 de 30 mm e 150 disparos.
- Outros: Sistema óptico-eletrônica OEPrNK-29 de navegação e pontaria, que inclui visor no capacete do piloto Shel-3UM, estação de pontaria óptico -laser KOLS.

AERONAVE



Figura 11: Dassault Rafale
 Fonte: Site <http://t0.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 2000
- País: França
- Emprego: caça bombardeiro, Multi-Missão.
- Velocidade máxima: Alta altitude: Mach 2, 2.390 Km/h, Baixa altitude: 1.390 km/h.
- Teto de serviço: 16.800 m
- Raio de ação: 1.850 km / 3.125 km
- Autonomia máxima: 2,800 km
- Armamento: Metralhadora: 30 mm canhão GIAT 30/719B
- Mísseis: ar-ar: MICA IR / EM ou Magic II e dependendo da versão; MBDA Meteor. ar-solo: MBDA Apache ou SCALP EG ou AASM GBU-12 Paveway II ou AM 39 Exocet ou ASMP-A míssil nuclear.
- Outros: Radar Thales RBE2, Thales SPECTRA sistema de guerra eletrônica Thales / SAGEM OSF, busca de infravermelhos e sistema de trilha.

AERONAVE



Figura 12: F-22 RAPTOR
Fonte: Site <http://t1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 2005
- País: EUA
- Emprego: principal visa a conquistar a superioridade aérea; capacidade secundária de ataque ao solo.
- Velocidade máxima: 2.448 Km/h
- Teto de serviço: 15.240 m
- Raio de ação: 759 km
- Autonomia máxima: 3219 km
- Armamento: canhão giratório M61A2 Vulcan 20 mm 480 projéteis. Armazenamento interno para mísseis e bombas (configuração ar-ar/ ar-terra)
- Outros: radar Northrop Grumman AN/APG-77 (localização do alvo muito maior); dois tanques de combustível externos de 2.271 l; Receptor de alerta radar (RWR) alcance de 463 km o maior; Radar AESA Northrop Grumman AN/APG-77 com um alcance estimado de milhas 200-240 m sobre objetivo de 1m². Contramedidas infravermelhas: Chemring flares MJU-39/40.

A tendência mundial é desenvolver aviões com capacidade de cumprir mais de uma missão. Por exemplo, uma mesma aeronave pode cumprir a missão de caça de interceptação e executar ataques contra alvos nas superfícies terrestres e marítimas. Os maiores desafios para permitir este avanço são: incrementar sua autonomia e capacidade de carregar armamento, aumentar o alcance e precisão dos mísseis, tanto na pontaria quanto no sistema de guiamento, melhorar os radares de bordo para se evadir de diferentes tipos de ataques e, finalmente, melhorar as possibilidades de ataque a qualquer tempo e sob quaisquer condições de luminosidade.

2.4 AERONAVES DE ASA ROTATIVA.

As aeronaves de asa rotativa ou helicópteros representam uma séria ameaça às forças terrestres, valendo-se de canhões, metralhadoras, foguetes, mísseis anticarro e lançadores de granadas. São, particularmente, aptos para missões de reconhecimento na guerra de movimento, em especial nas ações tipo emboscada. São classificados da seguinte maneira:

- Helicópteros de ataque
- Helicópteros utilitários

2.4.1 HELICÓPTEROS DE ATAQUE.

Prosseguindo, por meio de uma tabela, serão apresentados três exemplos de helicópteros de ataque, devido à importância desse tipo de aeronave nos combates do período compreendido no trabalho. Serão mencionadas as aeronaves mais relevantes que mudaram, significativamente, dentro do período que o trabalho compreende.

AERONAVE



Figura 13: AH-64 Apache
Fonte: Site <http://t1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1982
- País: EUA
- Emprego: missões de ataque contra carros de guerra, assalto, escolta e caça-helicóptero.
- Velocidade máxima: 293 km/h
- Teto de serviço: 6.401 m
- Peso máximo ao despegue: 9.500 kg
- Autonomia em combate: 480 km
- Armamento: um canhão de cadeia M 230 de 30 mm 1.200 projéteis; foguetes; mísseis.
- Outros: Sensores e sistemas de pontaria combinados; contramedidas: receptor de alerta radar, suporte eletrônico às interferências de frequência de radar, contramedidas por infravermelho, receptor de alerta laser.

AERONAVE



Figura 14: Kamov Ka-50
Fonte: Site <http://t0.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1995
- País: Rússia
- Emprego: missões de ataque, assalto, escolta e caça-helicóptero.
- Velocidade máxima: 390 km/h
- Teto de serviço: 5.500 m
- Peso máximo ao despegue: 10.800 kg
- Autonomia em combate: 1.160 km
- Armamento: um canhão móvel Shipunov 2A42 30 mm (240 projéteis tipo AP o HE fragmentação); canhões UPK-23-250 23 mm em contêiners (240 projéteis em cada); bombas; foguetes; mísseis antitanque/ar-ar/ar-terra/4 Iгла.
- Outros: dois containers com dispensadores de contramedidas chaff, 64 cartuchos por cada (128 em total). Sistema de rotor coaxial.

AERONAVE



Figura 15: CAIC WZ-10
 Fonte: Site <http://t3.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 2010
- País: República Popular da China
- Emprego: principalmente, missão de ataque contra carros de guerra e missões secundárias ar - ar.
- Velocidade máxima: 300 km/h
- Teto de serviço: 6.400 m
- Peso máximo ao despegue: 7.000 kg
- Autonomia em combate: 800 km
- Armamento: um canhão de 20 ou 30 mm (opcionalmente, pode trocar o canhão de 20/30 mm por um lançador de granadas automático de 30/40 mm ou uma metralhadora de 14.5 mm).
- Outros: Radar de controle de fogo de ondas milimétricas YH, capacete com óculos de visão noturna, equipamento de navegação e reconhecimento.

No início da década de 1970, o emprego dos helicópteros já era intenso. Poder-se-ia dizer que foi o auge de desenvolvimento e emprego em combate. Este tipo de aeronave reúne a maior versatilidade, conseguindo cumprir muitas missões, tanto de ataque, quanto reconhecimento e transporte. Até a década de 2000, várias modificações foram introduzidas, como a melhoria na

precisão de pontaria, poder de destruição, guiamento dos sistemas de armas e contramedidas de ataque, que permitiram maior versatilidade no emprego desse tipo de aeronaves.

2.4.2 HELICOPTEROS UTILITÁRIOS

Por meio de uma tabela, serão apresentados alguns exemplos de helicópteros utilitários.

AERONAVE

<p>Figura 16: Bell CH-146 Griffon Fonte: Site http://t0.gstatic.com/images</p>
CARACTERÍSTICAS GERAIS
<ul style="list-style-type: none"> - Introdução: 1995 - País: EUA - Emprego: helicóptero utilitário. - Velocidade máxima: 260 km/h - Peso máximo ao despegue: 5.355 kg - Autonomia em combate: 656 km - Armamento: 1/ 2 ametralhadoras 7,62 mm C6 GPMG ou M134D <i>Minigun</i> (Opcional) - Aviônica: sistema equipado de câmera térmica e visão noturna - Capacidade: <ul style="list-style-type: none"> - 10 soldados ou; - 6 macas

AERONAVE



Figura 17: Kamov Ka-60

Fonte: Site <http://t0.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1998
- País: Rússia
- Emprego: helicóptero utilitário e transporte.
- Velocidade máxima: 300 km/h
- Peso máximo ao despegue: 6.750 kg
- Autonomia em combate: 625 km
- Armamento:
 - 2 ametradoras 7,62 mm e 12,7 mm
 - 2 Foguetes 80 mm B-8V-7
- Capacidade:
 - 16 soldados equipados ou;
 - 3 médicos com 6 macas transportando pacientes

2.5 MÍSSEIS DE CRUZEIRO E BALÍSTICOS

2.5.1 MÍSSIL DE CRUZEIRO.

Mísseis que voam a velocidade e altura constantes, na faixa de baixa altura. Normalmente, empregados contra alvos fixos de grande importância operacional ou estratégica, localizados na ZI ou à retaguarda do TO. O míssil tem a capacidade de levar uma carga explosiva a distâncias muito grandes com grande precisão, seguindo uma trajetória não balística, ou seja, voando como uma aeronave convencional, a uma velocidade constante e baixíssima altura, dificultando sua detecção e acompanhamento pelos radares de vigilância aérea.

Sua constituição é formada por fuselagem, sistema de orientação, carga útil, e sistema de propulsão. Pequenas asas e empenagem proveem sustentação e controle de voo. A ogiva pode ser convencional ou nuclear, podendo carregar submunições ou outra que se deseje. São impulsionados por propulsão a jato tipo turbofan (funciona por meio do ar, transformado em energia por um ventilador) ou ramjet (funciona por injeção de combustível), dependendo da velocidade projetada.

É uma das armas mais eficazes para bombardeio estratégico da atualidade.



Figura 18: bgm-109 tomahawk
Fonte: Site <http://t1.gstatic.com/images>

O Tomahawk, de origem americana, é um modelo dos mais famosos. É um míssil de cruzeiro, subsônico, de longo alcance. Ele foi introduzido na década de 1970, junto ao desenvolvimento do míssil AGM-86, que surgiu de um pedido da Força Aérea Americana. Esta

versão tinha um alcance inferior ao requerido, sendo, então, desenvolvida uma versão B em 1982, que possuía o dobro do alcance.

Na década de 1990, o AGM-86 foi substituído pelo AGM-129, de dimensões semelhantes, mas com maior precisão e características stealth, com um nariz mais plano, uma fuselagem menos detectável por radar ou infravermelho e com alcance superior (3.000 km).

O desenvolvimento dos mísseis de cruzeiros mais famosos começou no início da década de 1970, e o seu emprego para fins militares dentro de um conflito ocorreu na década de 1990. A evolução dos diferentes tipos de mísseis de cruzeiro tem a ver com o desenvolvimento de melhores sistemas de guiamento para permitir engajar o alvo com maior precisão, aumento no alcance e melhores características no desenho para que não possam ser detectados pelos sistemas de defesa antiaérea.

2.5.2 MÍSSIL BALÍSTICO.

São mísseis que descrevem uma trajetória de flecha variável, normalmente empregados contra alvos táticos ou estratégicos (área provável de impacto) de porte grande, como cidades, instalações estratégicas, grandes concentrações de tropas e frotas navais.

Possuem uma trajetória pré-determinada que não pode ser significativamente alterada após seu lançamento. Descrevem uma trajetória balística sub-orbital para atingirem grandes distâncias. Usualmente, carregam ogivas com armas de destruição em massa.

Para citar como exemplo, temos o míssil Scud (incluindo as variantes). É um dos poucos mísseis balísticos em uso em combates reais. Cabe ressaltar que a primeira versão deste míssil foi desenvolvida quase no começo da década de 1960. Como seu emprego militar tem datas muito atuais, é importante fazer menção a ele. No entanto, além disso, versões mais modernas deste míssil têm sido desenvolvidas atualmente.



Figura 19: Míssil Scud
Fonte: Site <http://t0.gstatic.com/images>

A tendência mundial é a busca cada vez maior da precisão de tiro, que permite, por um lado, a redução do desperdício de munições que não atingem o alvo e, por outro lado, a redução dos danos colaterais. Foram introduzidos computadores para calcular rapidamente a trajetória, melhorando o antigo método que consistia em efetuar vários disparos prévios para permitir a correção.

2.6 SATÉLITES.

Um satélite artificial é qualquer corpo feito pelo homem e colocado em órbita. Cabe evidenciar que este sistema passa a se tornar uma ameaça aérea para uma força militar, no momento em que seu emprego é voltado para fins táticos ou estratégicos militares, ou seja, para facilitar, coordenar e controlar uma operação militar em desenvolvimento como, por exemplo, utilizados para captar e retransmitir a comunicação entre as forças bélicas.

Sua faixa de emprego é a orbital, sendo poucos os países fortes nessa matéria.

Os satélites artificiais podem ser de comunicação, meteorológicos, astronômicos, de sensoriamento ativo e/ou passivo, de navegação e de reconhecimento.

O lançamento é feito por meio de um foguete, mas no ano 1970 foi registrado o primeiro lançamento de um satélite ao espaço em seu próprio foguete feito pela China: tratava-se do Dong Fang Hong 1. Até esse momento, não se tinha registrado um lançamento por meio de um veículo próprio que não fosse através de um foguete de outro país.

No ano de 1985, foi lançado o primeiro satélite latino americano pelo Brasil, o BrasilSat A 1, que foi feito para durar oito anos, mas permaneceu em serviço por dezessete. Ele foi feito para fins de telecomunicações de emprego no meio civil.



Figura 20: BrasilSat A 1

Fonte: Site <http://t1.gstatic.com/images>

Devido à possibilidade dos satélites fornecerem comunicação global, tornaram-se uma ferramenta essencial para qualquer força armada. Grande parte dos países já possui esse tipo de satélite em órbita, fazendo que a utilização já não seja mais exclusividade das principais potências mundiais. A evolução maior foi criar uma rede de satélites que permitam cobrir o planeta Terra todo em tempo rápido e com precisão, além de impossibilitar o emprego dos satélites de outros países em operações militares.

2.7 SARP (SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS).

É todo e qualquer tipo de aeronave que não necessita de pilotos embarcados para ser guiada. São classificados em duas categorias: Os RPV (*Remotely Piloted Vehicles*): todos os seus movimentos são controlados a partir de uma estação de terra. Os UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*) são programados para realizarem uma determinada trajetória, sem receber interferência de terra.

Têm como missões: operações militares, reconhecimento terrestre e marítimo, vigilância aérea, monitoramento e espionagem, entre os principais, sendo muito eficiente em missões nas quais se deve manter o máximo de discrição possível durante a observação aérea.



Figura 21: MQ-1 Predator
Fonte: Site <http://t2.gstatic.com/images>

Recentemente, este tipo de sistema foi usado para operações de ataque em combate real. O MQ-1 Predator americano introduzido em 1995, junto ao MQ-9 Reaper, seu descendente mais potente, introduzido a partir do ano 2001, demonstraram capacidades operacionais neste tipo de missões.



Figura 22: MQ-9 Reaper
Fonte: Site <http://t3.gstatic.com/images>

O Brasil tem desenvolvido esta tecnologia com o emprego, no meio civil, do Carcará, para coletar imagens de uma área de interesse e transmiti-la em tempo real para uma base remota. Há uma nova versão, o Carcará II, que, desde o ano 2009, tem sido operado pelo Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil. O alcance de seu *datalink* chega a 15 km.

Finalmente e ainda em desenvolvimento, encontra-se o Falcão sendo a sua plataforma feita em fibra de carbono, que permite maior leveza e aumenta o espaço para carregar mais combustível e sensores.

A tendência mundial é que, com maior frequência e dentro das possibilidades, as missões tripuladas estão sendo substituídas por aeronaves de controle remoto cada vez mais sofisticadas. Além disso, sua construção permite obter aeronaves bem menores com relação às tripuladas, possuindo como vantagem não depender do erro humano. Embora o SARP também seja tripulado por uma pessoa, esta não está exposta à fadiga e ao estresse do combate.

Um avanço importante é a obtenção da informação em tempo real, que, antigamente, era necessário planejar com antecedência, decolar, voar e, depois, processar os dados.

Em relação ao desenvolvimento do SARP como ameaça aérea, a tendência é construir aeronaves com maior alcance, capacidade de transporte de armamento e que seja capaz de se furta da detecção inimiga, como se fosse o caso de uma aeronave convencional, mas sem necessidade de um piloto no seu interior, evitando, assim, perdas humanas.

3. DEFESA ANTIAÉREA

Neste capítulo, será explicada a definição de defesa antiaérea, os sistemas de armas compreendidos no período e tendências de características e empregos.

3.1 DEFINIÇÕES.

A defesa antiaérea consiste em empregar um sistema de armas para a defesa de pontos e zonas sensíveis de superfície, forças terrestres ou navais, de ataques executados por uma ameaça aérea.

As ações da defesa antiaérea encontram-se dentro do sistema de defesa aeroespacial, que abrange o emprego de meios heterogêneos, subordinados a diversas organizações, a fim de prover a defesa aeroespacial como um todo, com um mínimo de dispêndio e o máximo de eficiência e eficácia.

A defesa aeroespacial pode ser ativa ou passiva.

A defesa ativa consiste na somatória do emprego da defesa aérea e a defesa antiaérea, com a finalidade de atacar uma ameaça aérea no momento em que ela executa uma ação hostil, para impedir, anular ou reduzi-lo.

A defesa passiva consiste em todo tipo de ações realizadas antes, durante e depois de um ataque para reduzir seus efeitos, mas sem atacar a ameaça aérea que o executa.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA DA Ae QUANTO AO TETO DE EMPREGO.

A defesa antiaérea, tal qual as diferentes ameaças aéreas, também se divide em faixas de emprego de acordo com seu alcance em altura. Na continuação, será explicado, por meio de uma tabela, o que facilitará a rápida interpretação.

FAIXA	ALTITUDE	CARACTERÍSTICAS DO EMPREGO	OBSERVAÇÕES
GRANDE ALTURA	Acima de 15000 m	Caracteriza-se pelo emprego de sistemas de armas lançadores de mísseis.	
MÉDIA ALTURA	De 3000 m até 15000 m		Deve engajar alvos a pelo menos 9000 m para ser considerado dessa faixa.
BAIXA ALTURA	De 0 m Até 3000 m	Caracteriza-se pelo emprego de canhões.	Deve engajar alvos a pelo menos 1500 m para ser considerado dessa faixa.

3.3 SISTEMAS DE MÉDIA E GRANDE ALTURA.

Por meio de uma tabela, serão apresentadas uma variedade de sistemas de defesa antiaérea, compreendidas dentro da faixa da média e grande altura. Nesta faixa, os sistemas de armas empregados são os mísseis, devido à precisão que esses sistemas oferecem. A tecnologia desenvolvida nesse tipo de sistema, ou seja, o emprego de radares de busca e tiro para detectar e fazer a pontaria do míssil e os sistemas de controle e guiamento, evita que as condições meteorológicas influenciem de forma grave, permitindo uma maior precisão para atingir um alvo.

É importante salientar que, quando se desenvolve um combate, os sistemas de armas de defesa antiaérea, sejam eles canhões ou mísseis, complementam-se para oferecer uma cobertura eficaz. Os mísseis são empregados para atingir um alvo mais afastado do que os canhões.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 23: S - 300

Fonte: Site <http://1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1978
- País: Rússia
- Míssil empregado: 9M82M e 9M83M
- Características gerais: Sistema transportável de míssil solo – ar e antibalísticos.
- Velocidade máxima: 1.7 km/seg
- Espoleta: proximidade.
- Carga útil: 70-100 kg
- Sistema de guiamento: Radio guiado/ Semiativo.
- Alt máx engajamento: alvos convencionais 25 km/ alvos balísticos 30 km.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 24: Patriot

Fonte: Site <http://t0.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1981
- País: EUA
- Míssil empregado: primeira versão MIM-104A
- Características gerais: Sistema de míssil solo – ar (Versões de atualização: PAC 1/PAC 2 (GEM)/PAC 3)
- Características gerais: de cada versão (PAC 1/PAC 2 (GEM)/PAC 3)
- Vel máx: PAC 1 e 2 mach 5. PAC 3 mach 5+.
- Espoleta: PAC 1 e 2 proximidade. PAC 3 impacto.
- Carga útil: 84 – 91 kg de AE fragmentária.
- Sistema de guiamento: PAC 1 e 2 TVM. PAC 3 inercial/ ativo por radar.
- Alt máx engajamento: 24,240 km / (3)15 km.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 25: Tor (SA-15 “Gauklet”)
Fonte: <http://t3.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1986
- País: Rússia
- Míssil empregado: 9M330 ou 9M331
- Características gerais: Sistema autopulsado sobre lagartas. Permite engajamento de alvos de pequenas dimensões e controle simultâneo de mísseis (Algumas versões de atualização: Tor M 1 e Tor M 2)
- Características gerais: de cada versão (Tor M 1 e Tor M 2)
- Velocidade máxima: 25 m / s
- Espoleta: proximidade.
- Carga útil: 70-100 kg de
- Sistema de guiamento: Radio guiado/Semiativo.
- Altura máxima de engajamento: 10 km.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 26: Sistema Buk M2 (SA 17 “Grizzly”)
Fonte: <http://t2.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1995
- País: Rússia
- Míssil empregado: 9M317
- Características gerais: blindado sobre lagartas. Pode realizar quatro engajamentos simultâneos.
- Velocidade máxima: mach 3.7
- Espoleta: impacto e proximidade.
- Carga útil: 50-70 kg AE de fragmentação
- Sistema de guiamento: Inercial inicial/semiativo final.
- Altura máxima de engajamento: 25 km.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 27: NASAMS (*Norwegian Advanced Surface-to-Air Missile System*)

Fonte: Site <http://1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1998
- País: Noruega
- Míssil empregado: AIM-120
- Características gerais: autorrebocado com capacidade para seis mísseis.
- Velocidade máxima: mach 2.0 – 3.0
- Espoleta: proximidade ou impacto.
- Carga útil: AE de fragmentação 20,4 Kg.
- Sistema de guiamento: inicial, inercial, e final, ativo por radar.
- Altura máxima de engajamento: não menos de 20 km.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 28: PANTSIR-S1

Fonte: Site <http://t2.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 2004
- País: Rússia
- Características gerais: modular adaptado a outras plataformas. Combina canhões e mísseis de média altura.

Canhões

- Quantidade: dois tubos de 30 mm.
- Munição: 1400 disparos.
- Vel disparo: 2500 tiros/min por canhão.

Mísseis

- Quantidade: doze mísseis 57E6-E. (Guiamento comandado).
- Espoleta: impacto e proximidade.
- Altura máxima de engajamento: Canhões 3000 m / míssil 57E6-E 15000m.

Percebe-se que o desenvolvimento de cada sistema é permanente e rápido. Muitos dos sistemas apresentados não se projetavam sem que fossem atualizados com, pelos menos, mais

uma versão. Isso demonstra a necessidade de evoluir de acordo com os avanços das ameaças aéreas.

As principais evoluções têm sido a melhora da precisão e rapidez dos radares para detectar um alvo e permitirem o acionamento do míssil. O aumento da velocidade e precisão do sistema de guiamento do míssil, além de aumentar a sua capacidade para ignorar medidas evasivas da aeronave, e continuar na procura do alvo até atingi-lo. Possibilitam o guiamento de mais de um míssil simultaneamente.

A tendência da evolução é o desenvolvimento de sistemas integrados entre canhões e mísseis, permitindo dar resposta tanto na baixa altura quanto na média, tornando o sistema ainda mais eficaz.

3.4 SISTEMAS DE BAIXA ALTURA.

Por meio de uma tabela, serão apresentadas uma variedade de sistemas de defesa antiaérea, compreendidas dentro da faixa da baixa altura. Nesta faixa, os sistemas de armas empregados são os mísseis, podendo ser portáteis ou motorizados, e sistemas de canhões antiaéreos. Os sistemas de mísseis portáteis não dependem de um radar para a pontaria, ou seja, a pontaria e disparo do sistema ficam sob o controle absoluto de um atirador.

Os canhões antiaéreos possuem radares integrados ao sistema de armas. No entanto, caso fosse preciso, esse sistema pode ser acionado manualmente, situação que normalmente ocorre quando o radar fica fora de serviço no momento do sistema ser acionado.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 29: FIM – 92 Stinger
Fonte: Site <http://t3.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1981
- País: EUA
- Míssil empregado: FIM - 92
- Características gerais: Sistema portátil solo – ar. Pode ser montado sobre outras plataformas, ou seja, terrestres ou aéreas.
- Velocidade máxima: mach 2.2
- Espoleta: impacto.
- Carga útil: 1 kg AE fragmentária
- Sistema de guiamento: passivo U V/ I V
- Altura máxima de engajamento: 3000m.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 30: Mistral

Fonte: Site <http://t2.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1988
 - País: França
 - Míssil empregado: FIM - 92
 - Características gerais: Sistema portátil solo– ar. Pode ser montado sobre outras plataformas, ou seja, terrestres ou aéreas.
 - Velocidade máxima: Mistral 1 mach 2.5/ Mistral 2 mach 2.6 +.
 - Espoleta: impacto e proximidade.
 - Carga útil: 1.1 kg AE fragmentária
 - Sistema de guiamento: passivo I V
- Altura máxima de engajamento: 3000m.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 31: 9K338 Igla-S
Fonte: <http://t1.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 2009
- País: Rússia
- Míssil empregado: 9M342
- Características gerais: Sistema portátil solo – ar. Pode ser montado sobre viaturas.
- Velocidade máxima: 1440 km/h.
- Espoleta: impacto e proximidade.
- Carga útil: 2.5 kg AE
- Sistema de guiamento: passivo I V
- Altura máxima de engajamento: 3500m.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 32: Roland I

Fonte: <http://t2.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1977
- País: França
- Míssil empregado: Roland
- Características gerais: míssil solo – ar. Pode ser autorrebocado ou autopropulsado.
- Velocidade máxima: 500 m/seg.
- Espoleta: proximidade.
- Carga útil: 65 kg AE
- Sistema de guiamento: SACLOS ou CLOS
- Altura máxima de engajamento: 6000m.

SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA



Figura 33: Gepard
Fonte: Site <http://t3.gstatic.com/images>

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Introdução: 1977
- País: Alemanha
- Características gerais: blindado de defesa antiaérea. DA Ae de colunas blindadas.
- Canhões: dois tubos de 35 mm.
- Munição: 3000 disparos.
- Arma secundaria: míssil stinger.
- Velocidade disparo: 750 tiros/min.
- Tripulação: três.
- Altura máxima de engajamento: 5500m.

Apenas com os exemplos apresentados, percebe-se a rápida evolução de cada tipo de armamento. A necessidade de integrar sistemas de armas contribui na manutenção de defesas antiaéreas eficazes.

No caso dos mísseis portáteis, uma evolução inteligente é a operação em conjunto com radares de busca. No míssil 9K338 Igla-S, por exemplo, o alerta antecipado ocorre por meio de dados de aproximação de incursão aérea ofertados pelo radar de busca SABER M60. Embora a pontaria e o disparo ainda estejam sob responsabilidade do atirador, isso permite reduzir o tempo de reação, tornando o sistema mais eficiente. Além disso, o aumento do alcance máximo de 5000 m para 6000 m, também é uma mudança importante.

Os canhões antiaéreos são uma ferramenta muito útil nesta faixa de emprego, não importando que sejam autorrebocados ou autopropulsados.

4. CONFLITOS RELEVANTES

Neste capítulo, serão apresentados, de forma breve, fatos históricos que aconteceram durante os conflitos relevantes compreendidos no período em estudo, os quais tiveram atividades tanto aérea, quanto antiaérea, permitindo, assim, ver o emprego das ameaças aéreas e os meios de defesa antiaérea que já foram apresentados nos capítulos anteriores.

4.1 VIETNÃ (1955 – 1975).

Cabe ressaltar que, embora este conflito tivesse começado antes do período em estudo, grande parte se desenvolveu a partir da década de 1970. É importante abranger a parte final, já que muitos fatos históricos mudaram as tendências de emprego de meios aéreos e antiaéreos.

O emprego dos mísseis terra-ar tipo SAM (*surface to air missile*) foi intenso e muito útil para as tropas no solo. Isso marcaria a entrada no conflito de mísseis guiados e, embora a sua precisão não fosse boa, forçaram as aeronaves americanas a reconsiderar e a alterar suas táticas de combate.

Os dispositivos eletrônicos CME (contramedidas eletrônicas) em aeronaves foram melhorados, permitindo aos pilotos manter segurança maior durante o voo, já que possuíam equipamentos eletrônicos que os alertaria se eles fossem atacados por um SAM.

Neste conflito, as aeronaves de asa rotativa passaram a ser mais amplamente empregadas pelos americanos. Os helicópteros, mesmo sendo versáteis, eram altamente vulneráveis à artilharia antiaérea. Por exemplo, durante a invasão de Laos, em 1971, perderam-se por volta de 600 helicópteros graças à diversidade de armas antiaéreas e à tenacidade dos vietnamitas do norte. Isso demonstrou a fraqueza destes dispositivos face à defesa antiaérea.

Finalmente, o emprego dos manpads (*man-portable air-defense system*), sistema portátil de defesa antiaérea para combater as aeronaves inimigas, foi um fator que fez diferença a favor dos vietnamitas do norte, permitindo a um só homem a capacidade de derrubar um avião de um valor de milhões de dólares. Estes mísseis eram relativamente fáceis de serem evitados pela

aviação americana, quando voavam em alta altitude, realizando manobras evasivas bruscas, ou pelo do uso de flares (fonte de calor que atrai míssil de guiamento infravermelho).

4.2 GUERRA DO YOM KIPPUR (1973)

No início do conflito, a soma das forças de defesa antiaérea árabes era igual a um quarto do Exército total. Eles tentaram combinar uma defesa antiaérea maciça, moderna, misturada e móvel. Curiosamente, os egípcios e sírios não procuraram nenhuma superioridade aérea local com a aviação, mas sim com a AAe, proporcionando, assim, para as forças terrestres, um guarda-chuva antiaéreo permanente. Para executar essa tática de emprego, os árabes usaram mísseis com sistemas de guiamento misto, isto é, o guiamento inicial com um radar que realizava mudança contínua e rápida de frequência e, em seguida, continuava seu destino usando sensores infravermelhos. Isso limitou ao uso de Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) por parte das aeronaves americanas empregadas pelos israelenses. Eles tiveram que se esforçar para lidar contra os mísseis russos, redefinindo a natureza do combate moderno. Para fazer isso, os israelenses utilizaram todas as táticas empregadas pelos EUA no Vietnã. Isso reduziu as perdas, mas não as impediu, já que na tentativa de voar a baixa altitude, a força aérea israelense era atingida pelos canhões antiaéreos árabes.

Um fato em destaque neste conflito é o primeiro uso de mísseis Scud registrado em combate, quando um pequeno número foi usado pelo Egito contra o Israel.

4.3 CONFLITO NO VALE DO BEKAA (1982).

Em junho de 1982, os israelenses invadiram o Líbano, na denominada, por Israel, como “Operação Paz para Galilea” (Galilea: cidade de Israel) ou “Primeira Guerra do Líbano”, motivados pela tentativa de assassinato do embaixador israelense Shlomo Argov no Reino Unido, pelo grupo terrorista palestino Abu Nidal, a fim de dar fim aos ataques terroristas e bombardeiros acontecidos na sua fronteira e em Galilea por parte dos sírios. Estes últimos, após a Guerra do Yom Kippur, triplicaram seus sistemas antiaéreos, mas manteve as mesmas táticas da década passada. A diferença desse novo conflito deve-se ao fato dos israelenses terem desenvolvido

novas táticas para combater a AAe. Em primeiro lugar, utilizaram SARP para incitar os radares sírios a adquiri-los e, assim, permitir a localização e frequência desses sensores e disseminar informações de forma rápida para caças-bombardeiros, que foram responsáveis por destruí-los.

Finalmente, o emprego de novas armas aperfeiçoadas e utilizadas anteriormente como bombas de fragmentação e mísseis antirradiação, em conjunto com uma operação detalhada e bem planejada, deram aos israelenses uma vitória decisiva sobre os sírios, repetindo-se a história. Para isso, é preciso acrescentar a localização inadequada dos radares árabes, o que facilitou muito a manobra dos israelenses.



Figura 34: Manobra da Primeira Guerra do Líbano
 Fonte: Site <http://www.mediterraneosur.es/fondo/img/conlibano.jpg>

4.4 GUERRA DAS MALVINAS (1982).

A defesa antiaérea oferecida pelos argentinos consistiu numa forte defesa concentrada num ponto central, materializado pela defesa do porto argentino nas ilhas, com a missão de dar cobertura às posições de Art Cmp, A Ap Log e PC. Isso poderia se definir como uma típica defesa antiaérea convencional.

Os meios antiaéreos argentinos empregados foram de baixa altura. Meios como, por exemplo, o míssil Roland, que causou muitos problemas para a Força Aérea Inglesa, mas não conseguiu detê-la totalmente, já que a superioridade aérea era dos ingleses, sendo facilitada pelo emprego de porta aviões nas proximidades do TO nas ilhas.

No combate aéreo, a Força Aérea Argentina conseguiu cumprir missões de combate com sucesso, sobre objetivos marítimos na maioria dos casos, mesmo que decolando desde o continente, precisando de REVO para cumprir a missão. A tática de ataque caracterizou-se pela forte e veloz investida sobre os objetivos, sucedida de fuga imediata. Devido ao fato de os ingleses não conseguirem detectar a aproximação das aeronaves inimigas, graças à destreza dos pilotos para se manterem em voo rasante até atingir o alvo, a luta entre aeronaves começava logo no combate aéreo, mas, já nesse momento, o piloto argentino dependia só da destreza para voar, ou seja, já não tinha armas para se defender durante a perseguição.

4.5 GUERRA RÚSSIA - AFEGANISTÃO (1978 – 1992)

Neste conflito, o importante é resgatar o forte emprego dos MANPADS. Essa arma foi o Stinger, que, mesmo criticada por seu peso e complexidade, desencadeou a retirada completa das forças russas dos céus afegãos, promovido pelo abate de várias aeronaves russas. A precisão e versatilidade desse sistema ofereceu uma ótima resposta para as tropas no solo, que, como mencionado acima, começou a ser utilizada, de forma eficaz, na Guerra do Vietnã, e que seria utilizada pela maioria dos exércitos e guerrilhas em todo o mundo.

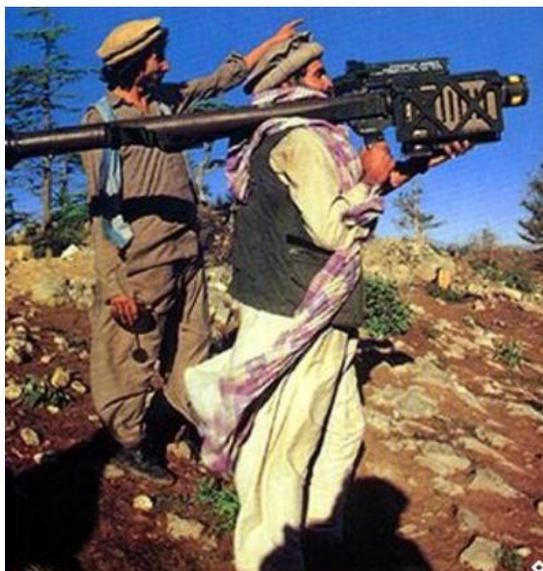


Figura 35: o FIM-92 Stinger operado por soldados afegãos

Fonte: Site <http://aquellasarmasdeguerra.files.wordpress.com/2012/05/stinger-afganistc3a1n.jpg>

4.6 GUERRA DO GOLFO (1990 – 1991).

Este conflito caracterizou-se pelo grande desenvolvimento da tecnologia furtiva (mais conhecido como *discrição*, na palavra original em Inglês) utilizada, de forma eficiente, por parte das forças da coalizão. Aviões B 2 e F 117 tiveram um desempenho importante durante este conflito. Esse tipo de tecnologia nas aeronaves tornou-as, praticamente, invisíveis aos radares iraquianos. Com o intuito de esclarecer, cabe ressaltar que esse projeto reduz, principalmente, as fontes de emissão de calor das turbinas, e a aviônica empregada faz que sua área total seja reduzida em mais da metade do seu tamanho normal quando observada por um radar.

Outro fato interessante é o emprego de mísseis de cruzeiro e mísseis antirradiação. Esse tipo de sistema foi usado para destruir a rede elétrica do Iraque, postos de comando e de defesa e radares de alerta. Isso quase paralisou completamente o exército iraquiano. Em relação aos mísseis de cruzeiro, o mais utilizado foi o AGM-86C ALCM (*Air-Launched Cruise Missile*) míssil de cruzeiro lançado desde o ar, com ogiva convencional, contra alvos no sul do Iraque, empregando alguns bombardeiros B-52G da USAF (*United States Air Force*), que voaram desde

os EUA, realizaram REVO, até atingirem os seus objetivos. Esse fato é conhecido como a maior operação de bombardeio da História (35 horas).



Figura 36: o F-117A "Black Sheep" descarregando suas bombas
Fonte: Site [http://cssbl.com/aire/f117\(2\).htm](http://cssbl.com/aire/f117(2).htm)

4.7 GUERRA DO IRAQUE (2003-2011)

Este conflito consistiu no emprego de mísseis solo-ar sem suporte de radar por parte dos iraquianos. Durante o conflito armado, em 2003, ocorreram, entre as forças da coalizão e do Iraque, mais de 1.500 lançamentos de mísseis pelos árabes. As baixas aliadas foram poucas. Isso aconteceu porque os americanos neutralizaram, novamente desde o início, as defesas antiaéreas iraquianas. As tropas iraquianas operaram seus sistemas de mísseis por meios ópticos, evitando o uso de radar. O número de vítimas foi reduzido, mas as forças da coalizão eram enormes, com quase 2.000 aviões de combate.

Finalmente, poder-se-ia dizer que, nesse conflito, surgiu como uma ótima possibilidade o emprego dos SARP. No ano 2009, a Força Aérea dos EUA já tinha por volta de 195 SARP, entre os quais o MQ-1 Predator e o MQ-9 Reaper, com o emprego de mísseis em missões de combate. Foi demonstrado o emprego do SARP não só como aeronaves passivas, como também ofensivas. Foi tão notório o emprego desse tipo de equipamento que, no ano 2005, o Departamento de Defesa dos EUA recomendou trocar os F-16 Fighting Falcon da 147ª Bda Ae de Ellington Field por 12 MQ-1 Predator, mantendo, ainda, o seu poder de combate sem alteração.



Figura 37: o MQ-1 Predator sobrevoando Iraque

Fonte: Site <http://www.vorticeonline.com/2010/01/18/fuerzas-insurgentes-en-irak-hackean-la-vision-de-los-drones/>

5. CONCLUSÃO

O estudo da história militar compreendida no período escolhido, permite obter experiências de fatos certos e errados que materializam o desenvolvimento dos meios aéreos e antiaéreos. A tendência é que os meios aéreos e antiaéreos evoluam rapidamente de acordo com as necessidades. Mas, na última década, viu-se que essa evolução tão rápida e tecnológica tornou-se dificultada pelos custos de fabricação, sendo de um nível tão elevado, que atingiu até os países mais desenvolvidos.

O presente estudo teve por objetivo principal identificar a evolução da ameaça aérea e seus reflexos para a defesa antiaérea, assim também como os procedimentos de emprego que foram executados em diferentes conflitos importantes durante o período compreendido entre as décadas de 1970 e 2000, permitindo, assim, observar a rápida e permanente evolução desses meios e raciocinar se há a possibilidade de se dar resposta, com os próprios meios, a esses novos tipos de ameaças aéreas empregadas em conflito, além das novas táticas de emprego desenvolvidas.

O segundo e terceiro capítulo mostraram as melhoras técnicas que foram desenvolvidas tanto nas ameaças aéreas, quanto nos meios de defesa antiaérea, sendo de um ritmo muito rápido que gera surpresa. Isso permite perceber que a corrida pela evolução requer um trabalho permanente e sem pausa, para ficar em condições de acompanhar os avanços que possibilitem estar no nível de competência bélica eficiente.

O quarto capítulo mostrou como foram empregados os meios analisados e os avanços nas táticas de execução. Embora as melhoras técnicas dos meios, normalmente, favoreçam as táticas de emprego, nem sempre é assim, já que, no estudo dos conflitos relevantes, há muitas situações em que forças armadas com meios menos desenvolvidos conseguiram dar uma resposta eficaz de acordo com o seu objetivo procurado. Isso determina que a técnica e a tática estão sempre ligadas na hora de cumprir uma missão.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército. Estado-Maior. C 21-30: abreviaturas, símbolos e convenções cartográficas. 4. ed. Brasília, DF, 2002.

_____. Exército. Estado-Maior. C 44-1: emprego da artilharia antiaérea. 4. ed. Brasília, DF, 2001.

_____. Exército. Estado-Maior. C 44-62: serviço da peça do míssil igla, 1. ed. Brasília, DF, 2000.

ARGENTINA. Ejército. Estado Mayor. ROD 03 – 61: Conducción de la Artillería Antiaérea. Departamento Doctrina, Buenos Aires, 2001.

_____. Ejército. Estado Mayor. RFP 03 – 61 – I: Tiro de Artillería Antiaérea, Tomo I. Departamento Doctrina, Buenos Aires, 1998.

_____. Ejército. Estado Mayor. RFP 03 – 61 – II: Tiro de Artillería Antiaérea, Tomo II. Departamento Doctrina, Buenos Aires, 1998.

_____. Ejército. Estado Mayor. ROP 03 – 61: EL GRUPO DE ARTILLERIA ANTIAÉREA Y LA BATERIA DE ANTILLERIA ANTIAÉREA. Departamento Doctrina, Buenos Aires, 2001.

Ten Art FELIPE BISPO ARRAIAS DE SOUZA, A EVOLUÇÃO DA AMEAÇA AÉREA APÓS A II GUERRA MUNDIAL E A SUA INFLUÊNCIA NA CONCEPÇÃO ATUAL DOS SISTEMAS DE ARMAS E DE CONTROLE E ALERTA, Trabalho de Conclusão de Curso, ACosAAe, Rio de Janeiro, Ano 2009.

1º Ten ACOSTA, Ariel Anibal. Monografia de A Artilharia Antiaérea Argentina na Guerra das Malvinas: Ensinaamentos. Exército Brasileiro, Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2011.

BIBLIOTECA DEL OFICIAL. Malvinas, 20 años, héroes. Editora Círculo Militar. Buenos Aires, 2003.

Vietnam: A History, Autor: Karnow, Stanley, The Viking Press, New York, 1983.

A guerra do Iraque, autor: Keegan, John, Biblioteca do Exército Brasileiro, rio de janeiro, 2005.

Iraque: um conflito polêmico, Michael R. Gordon e Bernard E. Trainor, Biblioteca do Exército Brasileiro, rio de janeiro, 2010.

Conflito das Malvinas, autor: General Paulo de Queiroz Duarte, Biblioteca do Exército Brasileiro, rio de janeiro, 1986.

Revista segurança e defesa, Exército Brasileiro, Ed 16, Contec editora Ltda., RJ, 1987.

Revista segurança e defesa, Exército Brasileiro, Ed 18, Contec editora Ltda., RJ, 1988.

Revista segurança e defesa, Exército Brasileiro, Ed 69, Aviação em revista editora Ltda., SP, 2001.

Aviación militar, http://es.wikipedia.org/wiki/Aviaci%C3%B3n_militar

Aeronaves de Combate..Aviones de guerra, <http://www.taringa.net/posts/info/9741591/Aeronaves-de-Combate-Aviones-de-guerra.html#>

Maquinas de Combate, <http://maquina-de-combate.com/blog/?tag=helicopteros-de-ataque>

Artillería antiaérea, http://es.wikipedia.org/wiki/Artiller%C3%ADa_antia%C3%A9rea

Nueva generación de misiles antiaéreos rusos sorprende a Occidente, <http://www.voltairenet.org/article179036.html>

Guerra del Líbano de 1982, http://es.wikipedia.org/wiki/Guerra_del_L%C3%ADbano_de_1982

La superioridad militar de Israel y la presencia occidental en Oriente Medio, <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nomadas/4/cshdz1.htm>

Guerra de Afganistán (1978-1992), [http://es.wikipedia.org/wiki/Guerra_de_Afganist%C3%A1n_\(1978-1992\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Guerra_de_Afganist%C3%A1n_(1978-1992))

Guerra del Golfo Pérsico (1990-1991), <http://gbotd.blogspot.com.br/2012/11/guerra-del-golfo-persico-1990-1991.html>

Doble estreno: Panamá e Irak, [http://cssbl.com/aire/f117\(2\).htm](http://cssbl.com/aire/f117(2).htm)

Fuerzas insurgentes en Irak hackean la visión de los drones, <http://www.vorticeonline.com/2010/01/18/fuerzas-insurgentes-en-irak-hackean-la-vision-de-los-drones/>