



# **ACADEMIA MILITAR**

## **Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea: Atualidade e Prospetiva.**

**Autor**

**Aspirante a Oficial Aluno de Artilharia Ricardo Jorge Alves Mainha**

**Orientador: Tenente-Coronel de Artilharia José Carlos Alves Peralta Patronilho**

**Coorientador: Capitão de Artilharia Rui César Sequeira Heleno**

**Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada**

**Lisboa, julho de 2013**



# **ACADEMIA MILITAR**

## **Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea: Atualidade e Prospetiva.**

**Autor**

**Aspirante a Oficial Aluno de Artilharia Ricardo Jorge Alves Mainha**

**Orientador: Tenente-Coronel de Artilharia José Carlos Alves Peralta Patronilho**

**Coorientador: Capitão de Artilharia Rui César Sequeira Heleno**

**Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada**

**Lisboa, julho de 2013**

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais e irmã  
pelo constante apoio e pelas palavras de alento  
proferidas ao longo destes últimos 5 anos.

## **Agradecimentos**

Durante a realização deste Trabalho de Investigação Aplicada, vários foram as pessoas que me auxiliaram, contribuindo para a execução do mesmo. Desta forma, quero expressar a minha profunda gratidão e apreço, pela valiosa ajuda por tornarem esta investigação possível.

Ao meu Orientador, Tenente-Coronel José Patronilho, o meu sincero agradecimento pelos conselhos que me deu e apoio que prestou ao longo do período de realização deste trabalho.

Ao meu Coorientador, Capitão Rui Heleno, expresso o meu mais sincero agradecimento e apreço pela disponibilidade, apoio e orientação permanente que prestou ao longo do período de realização deste trabalho.

Ao meu Diretor do Curso de Artilharia, Tenente-Coronel Élio Santos, o meu sincero agradecimento e apreço pela sua constante preocupação e pela forma sempre atenciosa e prestável que sempre demonstrou para ajudar na resolução de problemas que foram ocorrendo ao longo da realização deste trabalho.

Ao Comandante do Regimento de Artilharia Antiaérea Nº1, Coronel Carlos Fonseca, expresso a minha gratidão do modo como fui acolhido na sua Unidade e pela oportunidade de ter permitido que eu tenha elaborado o meu trabalho na mesma.

Ao Major Carlos Mimoso, Major Norberto Vaz, Capitão Carlos Almeida, Capitão António Almeida e Tenente Alexandre Casinha quero endereçar o meu muito obrigado pela disponibilidade que demonstraram para a realização das entrevistas, bem como para os contributos dados para o trabalho em si.

À Secção de Formação do Regimento de Artilharia Antiaérea Nº1, quero expressar o meu profundo agradecimento pela forma como me acolheram no vosso local de trabalho e pela constante disponibilidade que demonstraram em apoiar este trabalho ao longo da sua elaboração.

A todos os militares do Regimento de Artilharia Antiaérea Nº1, o meu muito obrigado pela disponibilidade que sempre demonstraram às minhas solicitações.

Sem vós não teria conseguido concluir este trabalho, a todos o meu muito obrigado!

## Resumo

Neste trabalho iremos apurar se os sistemas de armas de Artilharia Antiaérea, na sua função de proteção, estão preparados para combater as novas ameaças aéreas.

Após os acontecimentos ocorridos a 11 de setembro, surgiu uma nova tipologia de ameaça aérea. O aparecimento de novas ameaças aéreas, colocou um desafio aos sistemas de armas de Artilharia Antiaérea. Esse desafio significava o desenvolvimento de novas capacidades, com o intuito de combater a ameaça aérea no seu todo.

O método científico utilizado neste trabalho é o método dedutivo. Este método parte inicialmente de uma análise geral dos factos para chegar a uma análise particular. O intuito destas análises é termos factos que nos levem a chegar às conclusões. Esta investigação é baseada em documentos do Exército Português, Norte-americano, Organização do Tratado do Atlântico Norte, revistas militares nacionais e internacionais e em entrevistas.

Da análise dos dados recolhidos, conclui-se que as novas ameaças aéreas requerem atualmente uma maior preocupação por parte das forças terrestres. Ao nível dos sistemas de armas de Artilharia Antiaérea, apenas quando existe combinação entre sistemas de defesa aérea de baixa altitude e de alta e média altitude, é possível fornecer uma proteção eficaz contra as ameaças aéreas. As capacidades existentes nos sistemas de armas em uso levam a que, atualmente, a Artilharia Antiaérea tenha um papel chave na proteção do Campo de Batalha. As capacidades essenciais para os sistemas de armas de Artilharia Antiaérea baseiam-se na interoperabilidade, modularidade e mobilidade. A importância dos sistemas de armas de Artilharia Antiaérea, é demonstrada na sua capacidade de proteção contra foguetes, artilharia e morteiros e nas novas defesas antimíssil balístico.

**Palavras-Chave:** Artilharia Antiaérea, Sistemas de Armas, Ameaças aéreas.

## **Abstract**

In this work we will find out if the Air Defence weapon systems, in their function of protection, are ready to combat the new air threats.

After the events of September 11 appeared a new type of air threat. The appearance of new air threats, posed a challenge to the Air Defence weapons systems. This challenge meant the development of new capabilities in order to combat the aerial threat as a whole.

The scientific method chosen to be used in this work is the deductive method. This method starts with a general analysis of the facts to reach a particular analysis. The purpose of these analyzes is to have facts that lead us to reach the conclusions. This research is mainly based in documents of Portuguese and United States Army, and of the Organization of the North Atlantic Treaty, national and international military magazines and interviews.

From the analysis of the data it is concluded that the new air threats are currently a greater concern for the ground forces. In terms of weapon systems, only when combined short range air defence and high and medium air defence systems it is possible to provide effective protection against them. Through the updates of the systems in use, lead to that currently the Air Defence Artillery has a key role in protecting the battlefield against the air threats. The essential capabilities for the Air Defence Artillery weapon systems are based on interoperability, modularity and mobility. The importance of the AAA weapon systems is demonstrated in the capability of protection against rockets, artillery and mortars and in the new ballistic missile defenses.

**Key-words:** Air Defence Artillery, Weapons Systems, Air threats.

## Índice Geral

<b>Dedicatória</b> .....	<b>i</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>ii</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>iii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice Geral</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>viii</b>
<b>Índice de Quadros</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de Apêndices</b> .....	<b>x</b>
<b>Lista de Anexos</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos</b> .....	<b>xii</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>1</b>
Enquadramento .....	1
Importância e Justificação do Tema .....	2
Definição do objetivo da investigação .....	3
Delimitação do estudo .....	3
Metodologia .....	3
Estrutura do trabalho.....	5
<b>Capítulo 1 Revisão de Literatura</b> .....	<b>6</b>
1.1 O atual ambiente operacional.....	6
1.2 As novas ameaças aéreas .....	7
1.3 Defesa Aérea.....	11
1.4 Sistema de Defesa AA .....	12
1.5 Síntese Conclusiva.....	13
<b>Capítulo 2 O subsistema de armas de AAA como um dos componentes do Sistema de AAA</b> .....	<b>15</b>
2.1 Generalidades.....	15
2.2 Sistema de armas de AAA <i>SHORAD</i> .....	15

2.2.1	Sistemas Canhão.....	16
2.2.2	Sistema Míssil Ligeiro <i>Avenger</i> .....	19
2.2.3	Sistemas Míssil <i>MANPAD</i> .....	20
2.3	Sistema de armas de AAA <i>HIMAD</i> .....	22
2.3.1	<i>Aster SAMP/T30</i> .....	22
2.3.2	<i>NASAMS II</i> .....	24
2.3.3	<i>Patriot-PAC3</i> .....	25
2.3.4	<i>THAAD</i> .....	27
2.4	Situação Portuguesa.....	29
2.5	Síntese Conclusiva.....	32
<b>Capítulo 3 AAA, Transformações em curso .....</b>		<b>33</b>
3.1	Generalidades.....	33
3.2	Situação dos EUA .....	33
3.2.1	<i>MEADS</i> .....	34
3.2.2	<i>SLAMRAAM</i> .....	36
3.3	Defesas Antimíssil Balístico .....	38
3.4	Síntese Conclusiva.....	40
<b>Capítulo 4 Prospetivas de Futuro .....</b>		<b>41</b>
4.1	Generalidades.....	41
4.2	Sistemas de armas de AAA <i>SHORAD</i> .....	41
4.3	Sistemas de armas de AAA <i>HIMAD</i> .....	42
4.4	A tecnologia laser nos novos sistemas de armas de AAA .....	43
4.4.1	<i>MTHHEL</i> .....	44
4.5	Síntese Conclusiva.....	45
<b>Conclusões e Propostas .....</b>		<b>47</b>
	Introdução .....	47
	Verificação das hipóteses, das questões derivadas e questão central .....	47
	Recomendações .....	50
	Limitações da Investigação.....	51
	Investigações Futuras.....	51

<b>Bibliografia.....</b>	<b>52</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>60</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>69</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Funcionamento do <i>SLAMRAAM</i> .....	67
Figura 2 – Ameaças Aéreas do século XXI.....	70
Figura 3 – <i>Centurion Phalanx B</i> .....	71
Figura 4 – <i>NBS C-RAM</i> .....	71
Figura 5 – Sistema Míssil Ligeiro <i>Avenger</i> .....	72
Figura 6 – Sistema Míssil <i>Manpad RBS70 NG</i> .....	72
Figura 7 – <i>Aster SAMP/T30</i> .....	73
Figura 8 – <i>NASAMS II</i> .....	73
Figura 9 – <i>Patriot-PAC3/MSE</i> .....	74
Figura 10 – Funcionamento do <i>Patriot PAC-3</i> .....	74
Figura 11 – <i>THAAD</i> .....	75
Figura 12 – Funcionamento do <i>THAAD</i> .....	75
Figura 13 – Sistema Canhão Bitubo AA 20mm M/81 .....	76
Figura 14 – Sistema Míssil Ligeiro Chaparral M48 A2 .....	76
Figura 15 – Sistema Míssil Portátil Fim-92a <i>Stinger</i> .....	77
Figura 16 – NATO <i>Capabilities/Statements</i> .....	78
Figura 17 – Organigrama do GAAA .....	79
Figura 18 – Organigrama da ADATF .....	82
Figura 19 – <i>MEADS</i> .....	82
Figura 20 – Vantagens do <i>MEADS</i> .....	83
Figura 21 – <i>SLAMRAAM</i> .....	83
Figura 22 – ALTBMD da NATO .....	84
Figura 23 – BMDS .....	85
Figura 24 – MTHEL.....	86

## Índice de Quadros

Quadro 1 – Relação entre questões derivadas e questões das entrevistas .....	63
Quadro 2 – Relação entre as questões derivadas e as respostas dos entrevistados .....	64
Quadro 3 – Características dos sistemas de armas de AAA <i>SHORAD</i> dos EUA .....	65
Quadro 4 – Características dos sistemas de armas de AAA <i>HIMAD</i> dos EUA .....	66
Quadro 5 – Ameaça aérea e distribuição dos meios.....	68
Quadro 6 - Ciclo de renovação de materiais e equipamentos 2013- 2020/25 .....	80

## Lista de Apêndices

Apêndice A – Guião de entrevista .....	61
Apêndice B – Guião de entrevista .....	62
Apêndice C – Ameaça aérea e distribuição dos meios .....	63
Apêndice D – Características dos sistemas de armas de AAA dos EUA.....	65
Apêndice E – Funcionamento do SLAMRAAM .....	67
Apêndice F – Ameaça aérea e distribuição dos meios .....	68

## Lista de Anexos

Anexo A – Ameaças aéreas .....	70
Anexo B – Sistemas de armas de AAA Canhão <i>SHORAD</i> .....	71
Anexo C – Sistemas de armas de AAA Míssil <i>SHORAD</i> .....	72
Anexo D – Sistemas de armas de AAA <i>HIMAD</i> .....	73
Anexo E – Sistemas de armas de AAA do Exército Português.....	76
Anexo F – NATO <i>Capabilities/Statements</i> .....	78
Anexo G – Organigrama do GAAA .....	79
Anexo H – Prioridades de reequipamento .....	80
Anexo I – Transformações da AAA em curso nos EUA.....	82
Anexo J – Defesas antimíssil balístico .....	84
Anexo K – Tecnologia laser nos sistemas de armas de AAA .....	86

## Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

### A

AA	Antiaérea
AAA	Artilharia Antiaérea
ADATF	<i>Air Defense Artillery Task Force</i>
ADM	Armas de Destruição Massiva
ALTBMD	<i>Active Layer Theatre Ballistic Missile Defence</i>
AHEAD	<i>Advanced Hit Efficiency and Destruction</i>
AMD	<i>Air and Missile Defense</i>
AMRAAM	<i>Advanced Medium Range Air-to-Air Missile</i>
AUSA	<i>Association of United States Army</i>

### B

BM-C3I	<i>Battle Management Command, Control, Communications, and Intelligence</i>
BMC4I	<i>Battle Management Command, Control, Communications, Computers and Intelligence</i>
BMD	<i>Ballistic Missile Defense</i>
BrigInt	Brigada de Intervenção
BrigMec	Brigada Mecanizada
BrigRR	Brigada de Reação Rápida
BtrAAA	Bateria de Artilharia Antiaérea

### C

C2	Comando e Controlo
C2BMC	<i>Command and Control, Battle Management and Communications</i>
CEMGFA	Chefe de Estado-Maior General das Forças Armadas
CM	<i>Cruise Missile</i>
C-RAM	<i>Counter – Rocket, Artillery and Mortars</i>

**D**

DoD	<i>Department of Defense</i>
DSB	<i>Defense Science Board</i>
DTIC	<i>Defense Technical Information Center</i>

**E**

ECS	<i>Engagement Control Station</i>
EME	Estado-Maior do Exército
EUA	Estados Unidos da América

**F**

FApGer	Forças de Apoio Geral
FAS	<i>Federation of American Scientists</i>
FDC	<i>Fire Direction Center</i>
FLIR	<i>Forward Looking Infrared</i>
FND	Forças Nacionais Destacadas
FMTV	<i>Family of Medium Tactical Vehicles</i>

**G**

GAAA	Grupo de Artilharia Antiaérea
GBAD	<i>Ground Based Air Defense</i>
GEM-T	<i>Guidance Enhanced Missile-Tactical</i>

**H**

HEL	<i>High Energy Laser</i>
HIMAD	<i>High and Medium Altitude Air Defense</i>
HMMWV	<i>High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle</i>

**I**

IESM	Instituto de Estudos Superiores Militares
IFF	<i>Identification Friend or Foe</i>
IV	Infravermelhos

**L**

LPM	Lei de Programação Militar
LRF	<i>Laser Range Finder</i>

**M**

MANPADS	<i>Man Portable Air Defense System</i>
MDA	<i>Missile Defense Agency</i>

MEADS	<i>Medium Extended Air Defense System</i>
MFCR	<i>Multifunction Fire Control Radar</i>
MRBMs	<i>Medium Range Ballistic Missiles</i>
MSE	<i>Missile Segment Enhancement</i>
MTHEL	<i>Mobile Tactical High Energy Laser</i>
<b>N</b>	
NASAMS	<i>Norwegian Advanced Surface-to-Air Missile System</i>
NATINADS	<i>NATO Integrated Air Defense System</i>
NATINAMDS	<i>NATO Air and Missile Defence System</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NBS	<i>National Barracks Shield</i>
NBQ	Nuclear, Biológico e Químico
NCIA	<i>NATO Communications and Information Agency</i>
<b>P</b>	
PDE	Publicação Doutrinária do Exército
<b>R</b>	
RAAA1	Regimento de Artilharia Antiaérea Nº 1
RAM	<i>Rocket, Artillery and Mortars</i>
<b>S</b>	
SAMP	<i>Surface-to-Air Missile Platform</i>
SEAD	<i>Suppression of Enemy Air Defense</i>
SHORAD	<i>Short Range Air Defense</i>
SLAMRAAM	<i>Surfaced-Launched Advanced Medium Range Air-to-Air Missile</i>
SRBMs	<i>Short Range Ballistic Missiles</i>
<b>T</b>	
TBM	<i>Tactical Ballistic Missile</i>
TIA	Trabalho de Investigação Aplicada
TPOA	Tirocínio Para Oficial de Artilharia
TO	Teatro de Operações
THAAD	<i>Terminal High Altitude Air Defense</i>
THEL	<i>Tactical High Energy Laser</i>

**U**

UAV

*Unmanned Aerial Vehicle*

UCAV

*Unmanned Combat Aerial Vehicle*

UT

Unidade de Tiro

**V**

VSHORAD

*Very Short Range Air Defense*

## Introdução

### Enquadramento

Este Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) insere-se no âmbito do Tirocínio Para Oficiais de Artilharia (TPOA) e tem como tema, “Sistema de Armas de Artilharia Antiaérea: Atualidade e Prospetiva”.

Neste trabalho iremos apurar se os sistemas de armas de Artilharia Antiaérea (AAA), ao nível dos países membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO), na sua função de proteção, estão preparados para combater as novas ameaças aéreas. Para avaliar esse nível de preparação, irá efetuar-se um levantamento das capacidades existentes nos atuais sistemas de armas AAA e das que, irão constar nos sistemas que estão em desenvolvimento.

Em qualquer conflito armado “quando aparece uma nova arma, procura-se logo a sua antítese, ou seja, a contra-arma” (Salvado, Alvarinho, & Geraldês, 2005, p. 43), uma arma que iniba os efeitos da arma criada. Foi deste modo que, em 1794, surgiu a AAA “quando os exércitos Austríacos procuravam, sem sucesso, abater a salva de tiros de canhão de um balão<sup>1</sup> militar francês” (Dias, 2010, p. 170).

No entanto, só a partir da 1ª Guerra Mundial, paralelamente ao desenvolvimento da aviação militar, ocorreu o verdadeiro progresso das armas de AAA. Até ao final do conflito os canhões de AAA eram transportados em camiões “para que se movessem com rapidez até às posições ameaçadas por um ataque aéreo” (Silva, J., 1997, p. 165). No espaço temporal que ocorreu entre as duas grandes guerras, pouca evolução se constatou nos sistemas de armas de AAA, “excepto no que respeita ao reconhecimento por parte de muitos exércitos de que a eficácia da AAA poderia ser consideravelmente melhorada” (Silva, J., 1997, p. 165).

Durante a 2ª Guerra Mundial surge então o conceito mais atual de AAA, associando “as armas de AAA aos radares de deteção e localização de alvo aéreos” (Salvado, Alvarinho, & Geraldês, 2005, p. 43). Após o fim da guerra, constatada a real importância

---

<sup>1</sup> O primeiro balão de observação militar do mundo “foi construído em 1793 em França” (Dias, 2010, p. 171).

da AAA, os países de uma forma generalizada procuraram dotar os seus exércitos com sistemas de armas de AAA eficazes.

Na sequência do enorme desenvolvimento das aeronaves ao longo dos tempos, aliado aos grandes avanços tecnológicos, a AAA conseguiu manter um equilíbrio na luta contra as novas aeronaves que iam surgindo. Até à 1ª Guerra do Golfo, a ameaça aérea esteve sempre associada a aeronaves de asa fixa e helicópteros. No entanto, nesta guerra, ocorreu o grande ponto de viragem, quando o Iraque lançou mísseis balísticos táticos (*Tactical Ballistic Missiles – TBM*) *Scud*<sup>2</sup> contra Israel e o Kuwait. “É aqui que se começa a pensar na AAA como arma que terá de ter capacidade de se empenhar contra alvos aéreos que não só os tradicionais aviões e helicópteros” (Salvado, Alvarinho, & Geraldês, 2005, p. 43). À ameaça aérea convencional, já conhecida (aeronaves de asa fixa e helicópteros), e para além dos TBM juntaram-se ainda os veículos aéreos não-tripulados (*Unmanned Aerial Vehicles - UAV*), mísseis cruzeiro (*Cruise Missiles – CM*) e granadas de artilharia, morteiro e foguetes (*Rocket, Artillery and Mortars - RAM*).

### **Importância e Justificação do Tema**

A AAA, através dos seus subsistemas de Detecção e Alerta, Comando e Controlo (C2) e Armas, é o principal elemento que compõe as forças terrestres, em que a função principal passa pelo combate das ameaças aéreas que assolam o campo de batalha, protegendo as forças terrestres, meios e pontos sensíveis.

Atualmente e mais que nunca, a preocupação relativamente às novas ameaças aéreas (UAV, CM, TBM e RAM) é exponencial. Esta preocupação, no entanto, não se coloca só às chefias militares mas também cada vez mais ao poder político, devido aos efeitos que as ameaças aéreas possam provocar nas populações. O conhecimento das potencialidades e limitações dos sistemas de armas de AAA, para fazer face a estas novas ameaças aéreas, é fulcral, para que a sua função de proteção possa ser executada eficazmente.

---

<sup>2</sup> Míssil balístico de fabrico soviético.

## **Definição do objetivo da investigação**

Esta investigação tem como objetivo apurar se os sistemas de armas de AAA ainda são indispensáveis para fazer face às novas ameaças aéreas. O Comandante da força, tem a responsabilidade de decidir onde os sistemas de armas devem ser posicionados, para que possam cumprir a sua missão. Para isso, é necessário saber as capacidades e limitações dos sistemas de armas de AAA que impulsionam e condicionam o seu emprego nos atuais Teatros de Operações (TO).

No caso português, pretende-se verificar que capacidades os nossos sistemas de armas de AAA possuem para fazerem face às novas ameaças aéreas. Devido aos Estados Unidos da América (EUA), um dos países de referência na NATO, estarem a proceder a transformações ao nível dos seus sistemas de armas de AAA, é de interesse perceber a razão dessas transformações para poder tirar ilações. Importa também, efetuar uma prospetivação dos futuros sistemas de armas de AAA, nomeadamente nas capacidades que terão incorporadas, para que assim se possa justificar o seu emprego no combate às novas ameaças aéreas.

## **Delimitação do estudo**

Este trabalho abrange os sistemas de armas de AAA que equipam os países-membros da NATO a partir de 2001, bem como os que estão em uso operacional no exército norte-americano, com capacidade de empenhamento contra as novas ameaças aéreas. No caso português, apesar de não terem sido adquiridos sistemas de armas de AAA dentro desta delimitação temporal, importa fazer uma caracterização da atual situação dos mesmos, por forma a verificar as suas capacidades e limitações na deteção, seguimento e empenhamento contra as novas ameaças aéreas.

## **Metodologia**

Para a realização deste trabalho, foi necessário seguir uma metodologia científica de investigação, para que, segundo Gil (1999), um determinado conhecimento possa ser

considerado científico. Para que isso aconteça, é necessário utilizar mecanismos que possibilitem a sua verificação, recorrendo a um método que nos permita chegar a esse conhecimento. Esse mesmo método, “reúne um conjunto de determinadas normas que devem ser satisfeitas na condução da pesquisa para a obtenção de conclusões válidas” (Reis, 2010, p. 7). O método científico utilizado neste trabalho é o método dedutivo, que segundo Sarmiento (2008), recorre a um raciocínio de ordem descendente, partindo de uma análise geral para chegar a uma particular, permitindo-nos obter conclusões.

A bibliografia utilizada para a realização desta investigação é baseada em manuais doutrinários do Exército Português e Norte-Americano, boletins anuais da Artilharia Antiaérea do Exército Português, Revistas de Artilharia nacionais e internacionais, documentos NATO, revistas de assuntos militares e outros artigos e documentos alusivos ao tema publicados por autores nacionais e internacionais. Toda a pesquisa bibliográfica, efetuada para esta investigação foi realizada na biblioteca do RAAA1.

Foram também efetuadas entrevistas no Estado-Maior do Exército (EME)<sup>3</sup>, Instituto de Estudos Superiores Militares (IESM)<sup>4</sup> e no RAAA1<sup>5</sup>. A partir das questões derivadas explanadas de seguida, estabeleceu-se uma ligação com as perguntas dos guiões das entrevistas com um intuito de recolher mais informação sobre o tema deste trabalho<sup>6</sup>.

Após uma revisão de literatura, esta investigação visa responder à questão central: **“Face às ameaças aéreas da atualidade serão os sistemas de armas de AAA necessários para a proteção do campo de batalha?”**.

Para se obter uma resposta à questão central é necessário, responder a outras questões, designadas por derivadas, para se chegar a uma conclusão. Assim, para este trabalho, seguem-se as seguintes questões derivadas:

1. **Deverão as novas ameaças aéreas ser objeto de maior preocupação face às ameaças aéreas convencionais?**
2. **Serão as capacidades presentes nos atuais sistemas de armas de AAA suficientes para fazer face às novas ameaças aéreas?**
3. **Continuará a ser ideal a combinação dos vários sistemas de armas de AAA SHORAD e HIMAD para o combate das novas ameaças aéreas?”**

Para esta investigação, com a pesquisa e análises dos dados, foram formuladas várias hipóteses, que Quivy e Campenhoudt (2008) afirmam ser a melhor forma de

<sup>3</sup> Apêndice A – Guião de Entrevista ao Major Norberto Vaz.

<sup>4</sup> Apêndice A – Guião de Entrevista ao Major Carlos Mimoso.

<sup>5</sup> Apêndice B – Guião de Entrevista aos Comandantes das Baterias de Artilharia Antiaérea do RAAA1.

<sup>6</sup> Apêndice C – Relação Entrevistas e Questões do trabalho.

conduzir uma investigação com ordem e rigor. Estas hipóteses são “proposições conjecturais que constituem respostas possíveis às questões da investigação” (Sarmiento, 2008, p. 9).

Assim sendo, de seguida, são enumeradas as hipóteses deste trabalho:

**H1. As novas ameaças aéreas deverão ser objeto de maior preocupação face às ameaças aéreas convencionais.**

**H2. Atualmente os sistemas de armas têm capacidade para fazer face às novas ameaças aéreas.**

**H3. A criação de unidades mistas com vários sistemas de armas de AAA *SHORAD* e *HIMAD* é o ideal para o combate das ameaças aéreas.**

## **Estrutura do trabalho**

Neste trabalho é inicialmente caracterizado o atual ambiente operacional, a nova ameaça aérea, a Defesa Aérea e a Defesa AA.

Segue-se a caracterização dos sistemas de armas de AAA que estão ao serviço dos países-membros da NATO, incluindo os que estão em uso no Exército Português, a fim de se analisarem as suas capacidades e limitações para o combate às novas ameaças aéreas.

Posteriormente, é retratada a transformação que está a ocorrer no exército norte-americano, cujo objetivo visa substituir ou incrementar as capacidades dos seus meios que atualmente estão em uso operacional. Inserido nas transformações que estão a ocorrer na AAA, importa também realçar o papel dos sistemas de armas de AAA nas defesas contra mísseis balísticos que, quer os EUA quer os países membros da NATO, têm vindo a desenvolver com o intuito de se protegerem contra a proliferação e emprego deste tipo de ameaça.

Após retratadas as transformações da AAA nos EUA, procede-se a uma perspetivação do futuro, baseada nas capacidades e limitações encontradas nos atuais sistemas de armas de AAA. É referido também, o desenvolvimento da tecnologia laser nos sistemas de armas de AAA, por ser considerada como o futuro dos mesmos, referindo as potencialidades e limitações desta tecnologia, já que foram desenvolvidos ou estão em fase de testes alguns sistemas de armas equipados com esta tecnologia.

# Capítulo 1

## Revisão de Literatura

### 1.1 O atual ambiente operacional

De acordo com o EME, através da Publicação Doutrinária do Exército (PDE) 3-00 de Operações de 2012, o atual ambiente operacional caracteriza-se por ser um conjunto de condições, circunstâncias e fatores que influenciam as decisões do comandante, afetando assim o emprego de forças. Nesse conjunto de itens que influenciam a decisão do comandante também se insere o entendimento do ambiente físico, a tecnologia, e a cultura da população onde se desenrola o conflito. É fundamental a análise e o estudo deste ambiente operacional, devendo ser uma “preocupação permanente dos líderes políticos e militares, sob pena de se reduzirem drasticamente as possibilidades de êxito, independentemente das capacidades e do potencial das forças empenhadas” (EME, 2012, p. 1-1).

O novo ambiente operacional “privilegia a ameaça assimétrica, transnacional, imprevisível e desproporcionada, relativamente à dimensão da destruição ou número de baixas causado” (Ramalho, 2011, p. 113), que pode ser ligada à globalização, através do reaparecimento de vários fatores de instabilidade tais como “os nacionalismos, rivalidades étnicas e religiosas, a que se lhe adicionaram ameaças como o terrorismo, o crime organizado transnacional e a proliferação de armas de destruição maciça” (Coimbra, 2011, p. 334).

A tendência atual do inimigo se misturar “no seio da população e num espaço de batalha predominantemente urbano” (Coimbra, 2011, p. 334), visa também a “necessidade de degradar a rendibilidade dos sistemas de alta tecnologia usados pelos exércitos ocidentais...maximizando o impacto das suas ações” (Ramalho, 2011, p. 115). A degradação da rendibilidade, não é só conseguida através do acesso fácil à compra de armamento como é o caso dos *manpads*<sup>7</sup> empregues contra a aviação comercial. A outra maneira de conseguir essa degradação é, de acordo com Ramalho (2011), a possibilidade

---

<sup>7</sup> *Man Portable Air Defense Systems.*

de através da internet, conseguirmos por nós mesmos construir explosivos, bombas improvisadas e, até mesmo armas de destruição massiva (ADM).

O ambiente operacional é condicionado e determinado por vários fatores que englobam: objetivos nacionais, objetivos militares, a ameaça, a área de operações, a informação, tecnologia e unidade de esforço. Esses mesmos fatores, “terão um grande impacto no ambiente operacional, tomando-o muito complexo mas extremamente fluído, levando a que as operações militares se desenrolem em toda a dimensão do espectro do conflito, incluindo o ciberespaço” (EME, 2012, p. 1-5).

É vital que os sistemas de armas de AAA e as forças terrestres em geral, se consigam adaptar de imediato ao ambiente operacional visto que “também é expectável que as ameaças rapidamente se adaptem às condições do ambiente operacional, tirando dele o máximo proveito” (EME, 2012, p. 1-7).

## **1.2 As novas ameaças aéreas**

Antes de serem referidas que ameaças aéreas existem atualmente importa, numa parte inicial, apresentar a definição do conceito de ameaça.

Para as Nações Unidas (UN) é considerada como uma ameaça para a segurança internacional “qualquer acontecimento ou processo que cause mortes em grande escala ou uma redução maciça das expectativas de vida e que enfraqueça o papel do Estado como unidade básica do sistema internacional” (UN, 2004, p. 23). A ameaça pode ainda ser definida como “qualquer acontecimento ou ação, de variada natureza (militar, económica, ambiental, etc.) que contraria a consecução de um objectivo e que, normalmente, é causador de danos, materiais ou morais” (Couto, 1988, p. 329). Partindo desta definição, Escorrega (2011) define que uma situação só gera ameaça se o seu agente causador tiver condições para a sua concretização ou até mesmo se revelar apenas a intenção de a concretizar. Estas ameaças traduzem-se por serem “ações conduzidas por atores, estados, quase estados, ou não estados” (Ramalho, 2011, p. 153) que, como refere Davis (2011), utilizam armas de baixa e alta tecnologia que originam um clima de terror e que acaba por resultar em pesadas baixas civis.

Após ter sido abordada a ameaça num contexto genérico, interessa agora para esta investigação caraterizar as ameaças aéreas atuais.

“A ameaça aérea assume e poderá materializar-se de uma forma não convencional e com carisma assimétrico, no âmbito das ameaças emergentes que despontam no início deste séc. XXI” (Coimbra, 2005, p. 3). De acordo com Theiler (2011) o dia 11 de setembro de 2001 marcou uma nova era, em que a percepção tradicional das ameaças entrou em colapso, deixando a ameaça de ter um remetente nacional claro. A utilização de aviões civis como meio para desencadear ataques terroristas<sup>8</sup> demonstrou que praticamente qualquer coisa poderia ser transformada numa arma. Os efeitos das aeronaves *Renegade*, associados ao emprego de outros vetores aéreos, de que se destacam os mísseis e os UAV, “por forças desestabilizadoras é uma realidade nos nossos dias que tenderá a agravar-se e que obriga a ter um dissuasor mínimo credível” (Coimbra, 2005, p. 3). Para o combate deste tipo de ameaça, segundo Coimbra (2006), a Europa começou a tomar medidas com vista à aquisição, para a AAA, de sistemas antimíssil, sistemas de vigilância e de comando e controlo. Atualmente a ameaça aérea já não é constituída apenas por aeronaves de asa fixa e helicópteros, considerados como ameaça aérea convencional, mas integra atualmente “outros meios passíveis de atacarem as forças e utilizando de igual modo o espaço aéreo. Como são o caso dos UAV, mísseis cruzeiro, mísseis balísticos táticos, *foguetes*, munições de artilharia e morteiros” (Paradelo, 2010, p. 374). Interessa assim, caracterizar a nova ameaça aérea, nomeadamente os TBM, CM, UAV e RAM, devido a apresentarem características distintas da ameaça aérea convencional como é o caso da “poupança de custos<sup>9</sup>, facilidade de utilização, factor surpresa, poder de destruição e de precisão, e não exposição aos danos infligidos” (Casinha, 2011, p. 14).

Os TBM “são muitas vezes lançados de plataformas altamente móveis, difíceis de detetar, altamente precisos possuem uma elevada velocidade terminal com a capacidade de transportar Armas de Destruição Massiva” (Perdigão, 2005, p. 29). Segundo Benrós (2005) foram os TBM responsáveis pelo clima de tensão vivido no período da guerra fria, destacando-se após esse período, na 1ª Guerra do Golfo com a utilização de mísseis *Scud*. Desde então “a capacidade de defesa antimíssil demonstrou ser essencial para qualquer força que se projete num teatro de operações que se encontre dentro do alcance dos mísseis táticos balísticos” (Benrós, 2005, p. 19). A NATO afirma que há mais de trinta países que dispõem de mísseis balísticos ou que estão a desenvolver tecnologia para consegui-los, sendo que, “o perigo de que algum destes mísseis caia nas mãos de grupos terroristas,

---

<sup>8</sup> “Ao conjunto de aeronaves comerciais, ultraleves e UAV para fins terroristas deu-se o nome de código *Renegade*.” (Benrós, 2005, p. 18).

<sup>9</sup> Anexo A – As ameaças aéreas do século XXI (Figura 2).

confirma a grande ameaça e é do interesse dispor das capacidades necessárias para combatê-la” (Férrandez, 2012, p. 21). Esta ameaça tornou-se, atualmente, num grande foco de preocupação ao nível internacional devido ao clima de tensão vivido na península da Coreia. Vários países, como é o caso da Coreia do Sul, EUA e Japão estão a colocar as suas defesas com capacidade de combate contra este tipo de ameaça em posição para a eventualidade do emprego de mísseis balísticos por parte da Coreia do Norte.

Os CM são “veículos não-tripulados e autoguiados cujo voo é sustentado pela sua superfície aerodinâmica em altitudes pré-determinadas que transportam uma ogiva ou uma carga letal” (Department of the U.S. Army, 2000, p. A-7). Podem ser lançados “a partir de distâncias desde os 150 aos 3000 km, a sua precisão permite-lhes o ataque a alvos aéreos de dimensões muito reduzidas, independentemente da sua natureza” (Rodrigues, 2007, p. 7). A proliferação deste tipo de mísseis, segundo Benrós (2005), é mais difícil de controlar em comparação com os mísseis balísticos. Enquanto nos mísseis balísticos a tecnologia que incorporam, não estando ao alcance de todos os países, é quase toda derivada da propulsão, a tecnologia incorporada nos CM é de múltipla utilização. No entanto, segundo Rodrigues (2007), os custos de produção destes mísseis, devido ao seu desenvolvimento tecnológico, irá levar à sua proliferação.

A ameaça RAM começou a ser alvo de estudo por parte da NATO a partir de 2005, sendo que a sua interceção é uma “missão que competirá à AAA resolver” (Benrós, 2005, p. 22). Esta ameaça inclui “munições de artilharia de campanha (de dimensões difíceis de detectar através dos Radares AAA) ou de morteiros lançados de forma pouco convencional e expedita, sem recorrer aos respetivos sistemas de lançamento tradicionais” (Casinha, 2011, p. 14). Os *foguetes*, são de igual modo lançados de forma artesanal como os morteiros, “caraterizam-se por serem colocados sobre múltiplas plataformas como é o caso de veículos de caixa aberta” (Vaz, 2013)<sup>10</sup>. Comparativamente à tecnologia presente nos TBM e CM, a ameaça RAM apresenta muito pouca tecnologia. Refere Paradelo (2010) que a utilização desta ameaça nos TO contra forças e instalações é uma constante, o que se deve a um conjunto de vários fatores. Entre eles, a existência destes meios em abundância, a facilidade da sua utilização e o seu baixo custo. Apesar da pouca precisão, permite que a ameaça RAM seja altamente remuneradora por parte de quem a utiliza.

Os UAV caraterizam-se pela capacidade de serem manobrados por controlo remoto em tempo real ou operar através de uma rota previamente estabelecida. Possuem grande

---

<sup>10</sup> Apêndice A – Guião de Entrevista.

autonomia, fraca assinatura térmica, ótica e eletromagnética o que dificulta a sua deteção. Podem desempenhar missões de vigilância e reconhecimento independentemente das condições atmosféricas, passando também pela “aquisição e designação de objetivos e, particularmente, pelas missões de combate” (Rodrigues, 2007, p. 7). Dentro dos UAV ainda se inserem os UAV de combate (*Unmanned Combat Aerial Vehicles* - UCAV), que segundo Vaz (2013) possuem as mesmas características dos UAV normais mas que incluem um fator bastante importante que é o transporte de armamento. As missões dos UCAV vão desde “ataque a sistemas radar e de comunicações à (SEAD) *Suppression Enemy Air Defense*<sup>11</sup>” (Rodrigues, 2007, p. 7). De acordo com o guia de planeamento de defesa aérea de 2007 da NATO, a tecnologia presente nos UAV é cada vez mais moderna e barata o que origina uma grande proliferação desta ameaça. Essa tecnologia, inserida nomeadamente nos UCAV, capacita esta ameaça de disseminar cargas letais, como é o caso de agentes biológicos ou químicos.

A ameaça aérea, em suma, é considerada como dominante, possuindo grandes velocidades e uma elevada manobrabilidade, sendo capaz de voar a altitudes muito baixas. Possui ainda uma superfície radar muito diminuta, podendo “caracterizar-se, de uma forma muito sintética, como extremamente difícil de detetar obrigando a tempos de resposta muito curtos” (Rodrigues, 2007, p. 8). Estas ameaças que, para além de realçarem a “necessidade dum sistema integrado de defesa aérea com os meios existentes, projetam as capacidades para novos e mais eficazes sistemas de defesa antiaérea *SHORAD* e para a necessidade de novos sistemas *HIMAD*” (Borges, 2005, p. 15). Fazendo uma comparação entre a ameaça aérea convencional e a tipologia da nova ameaça aérea, Vaz (2013) refere que não é expectável que nos conflitos atuais e nos futuros não haja supremacia aérea. Essa supremacia significa que o risco das forças terrestres serem alvo de ataques por parte de ameaça aérea convencional é nula.

Para fazer face a esta nova tipologia de ameaças, por exemplo em Portugal, o Chefe de Estado-Maior General das Forças Armadas (CEMGFA) emanou diretivas operacionais de Defesa Aérea com a finalidade de identificar as competências e as responsabilidades das Forças Armadas, no que diz respeito a ameaças terroristas<sup>12</sup>, em tempo de paz e na defesa de pontos sensíveis<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> Supressão de Defesa Aérea Inimiga.

<sup>12</sup> Diretiva Operacional de Defesa Aérea Contra a Ameaça Terrorista foi emanada em outubro de 2007.

<sup>13</sup> Diretivas Operacionais de Defesa Aérea em Tempo de Paz e de Defesa de Pontos Sensíveis emanadas janeiro de 2010.

### 1.3 Defesa Aérea

A doutrina portuguesa, plasmada nomeadamente na PDE 03-00, define e caracteriza 6 funções de combate, entre as quais a Proteção, onde se insere a Defesa Aérea. As suas funções são a proteção a muito baixa, baixa e média altitude, cobertura que engloba a defesa próxima e a defesa de área e outras tarefas.

O objetivo da Defesa Aérea visa contribuir para um dispositivo de dissuasão. No caso de a dissuasão falhar, “as forças com capacidade de defesa aérea devem garantir, como principal objetivo, a sobrevivência de um país como nação através da contenção dos danos sofridos pelos elementos vitais de defesa nacional” (EME, 1997, p. 3-1).

De acordo com a NATO, através da sua Agência de Normalização (*NATO Standardization Agency – NSA*), a missão da Defesa Aérea compreende “todas as medidas e meios destinados a anular ou reduzir a eficácia dos ataques hostis a um nível que permita liberdade de ação das forças amigas” (NSA, 2013, p. 2-A-8). Estas medidas podem ser classificadas como ativas ou passivas. As medidas ativas, “têm como finalidade destruir ou reduzir a eficácia de um ataque aéreo inimigo e incluem a detecção, identificação, interceção e ataques aos vetores aéreos inimigos” (Santos, E. & Gouveia, H., 2013). As medidas passivas compreendem o conjunto de medidas que podem ser tomadas para “minimizar ou evitar os efeitos da ação aérea inimiga tais como os cobertos e abrigos, a decepção, a camuflagem, a dispersão, a construção de proteções e a defesa nuclear, biológica e química (NBQ)” (Heleno, 2012).

Na Defesa Aérea “os diversos países europeus têm vindo individualmente a modernizar e adaptar os seus sistemas às novas ameaças” (Rocha, Martins, & Gonçalves, 2007, p. 64). De acordo com a NATO (2013), devido ao acréscimo da preocupação com as novas ameaças aéreas, esta irá tornar o seu sistema integrado de Defesa Aérea (*NATO Integrated Air Defense System - NATINADS*) num sistema que possua também defesa míssil, e que se designará por *NATO Air and Missile Defence System* (NATINAMDS). O NATINAMDS<sup>14</sup>, de acordo com a NATO (2013), será composto por sensores, órgãos de C2 e sistemas de armas, com meios terrestres de Defesa Aérea (*Ground Based Air Defence*

---

<sup>14</sup> O NATINAMDS engloba uma rede de sistemas interligados para detectar, seguir, classificar, identificar e monitorar objetos aéreos, e se necessário para interceptá-los utilizando meios terrestres ou aéreos.

- GBAD) e caças<sup>15</sup>. Segundo Nilsen (2012), esta GBAD pode ser comparada como um porco-espinho revestido de espinhos pontiagudos utilizados para se proteger das ameaças externas. Enquanto os espinhos são eficazes a curtas distâncias, essa mesma eficácia não é demonstrada a longas distâncias. O mesmo se passa com a GBAD, embora alguns sistemas sejam considerados de longo alcance, o alcance do sistema é a sua maior desvantagem. Em comparação com os caças e até mesmo com caças-bombardeiros, os alcances das GBAD continuam a ser limitados. Para a NATO, a Defesa Aérea é importante, bastando apenas recordar alguns momentos na história de como a GBAD forneceu uma linha de defesa contra o poder aéreo<sup>16</sup>. A melhor opção para se estabelecer uma Defesa Aérea passa por “fornecer uma boa defesa que tenha capacidade de infligir danos significativos às forças atacantes” (Nilsen, 2012, p. 139).

A Autodefesa Antiaérea (AA), Defesa AA e Operações Defensivas de Luta Aérea são os três níveis de atuação de Defesa Aérea. Para cumprir as funções da Defesa Aérea, já anteriormente referidas, nomeadamente a proteção a muito baixa, baixa, média e alta altitude, existem uma variedade de meios, diferentes de país para país. No caso português, a AAA, inserida na Defesa AA, contribui para a Defesa Aérea através dos seus subsistemas de deteção e alerta, sistemas de C2 e de armas.

#### **1.4 Sistema de Defesa AA**

A preocupação com a defesa AA não é recente, pois já na Primeira Guerra Mundial, desde que “um piloto teve a oportunidade de soltar da fuselagem do seu avião uma pequena bomba de vários quilogramas, os militares tiveram que enfrentar o problema da defesa antiaérea” (Pestana, 1990, p. 407).

A missão genérica da AAA, no caso português<sup>17</sup>, visa “garantir a liberdade de ação das forças terrestres para conduzir e manter as operações militares necessárias ao cumprimento da missão” (EME, 1997, p. 4-2) através da sua proteção AA, como também de instalações e equipamentos. Já no exército norte-americano esta missão consiste em “proteger a força e as vulnerabilidades geopolíticas selecionadas, de ataques aéreos, de

---

<sup>15</sup> (NATO, 2013).

<sup>16</sup> Segundo Nielsen (2012) esses momentos materializaram-se na Guerra de Yom Kippur entre Israel e Egito (1973); Guerra das Malvinas, entre o Reino Unido e a Argentina (1982); Conflito no Kosovo, nomeadamente entre as forças da NATO e da Sérvia (1999); e o Conflito entre a Rússia e a Geórgia (2008).

<sup>17</sup> De acordo com RC 18-100 Regulamento de Tática de Artilharia Antiaérea.

ataques de mísseis e de vigilância” (Department of the U.S. Army, 2009, p. 1-1), “o que parece ser menos redutor que a missão genérica consignada no nosso Regulamento” (Benrós, 2002a, p. 11).

Integrada no sistema de defesa AA, a AAA deve possuir um conjunto de capacidades, nomeadamente no seu conceito de emprego, que segundo Perdigão (2005) devem passar pelas capacidades de operar 24 horas por dia, autoproteção, ações não-letais, evitar danos colaterais e fogo fratricida, lutar contra ações terroristas, agir em zonas urbanizadas, onde é altamente provável que os combates no futuro virão a ocorrer, e com o desenvolvimento de modularidade tendo em conta o TO, a ameaça e a missão.

A AAA está dividida em três subsistemas, que no entanto não funcionam autonomamente, já que para se proceder ao empenhamento contra a ameaça aérea com sucesso, a deteção e alerta, o C2 e os sistemas de armas têm que funcionar interligados/integrados. A deteção e alerta garante a deteção, localização e identificação das aeronaves, bem como a difusão oportuna do alerta a todas as Unidades/Órgãos e armas de AAA, através de radares de vigilância, aviso local e perseguição e condução do tiro e de postos de observação de Grupo e Bateria. O subsistema, através do qual os comandantes exercem a sua ação através de postos de comando, centros de direção do tiro e meios de comunicação, designa-se por C2. O subsistema de armas divide-se em duas famílias de armas, dependendo do material ou da altura de intervenção. De acordo com a família de material, os sistemas dividem-se em sistemas canhão ou sistemas míssil, nesta última subdividem-se ainda por sistema míssil portátil, ligeiro, médio ou pesado. Pela família de altura de intervenção, dividem-se em *Short Range Air Defense (SHORAD)*, subdividindo-se em baixa e muito baixa altitude, e *High to Medium Air Defense (HIMAD)* em que se subdivide em média, alta e muito alta altitude.

## 1.5 Síntese Conclusiva

O novo ambiente operacional engloba muito mais do que as forças que se confrontam, mas também a compreensão de outros fatores como a tecnologia, os recursos existentes e a cultura das populações. Estes fatores requerem cada vez mais atenção e preocupação a ter em conta, não apenas para os líderes militares, mas também para os líderes políticos para que as operações militares tenham sucesso.

A ameaça, por si só, também é um fator que influencia e por vezes determina o ambiente operacional. Nos dias de hoje, a ameaça aérea que conhecemos é mais do que a ameaça aérea convencional. A ameaça por parte das aeronaves de asa fixa e de helicópteros deixou de ser o maior motivo de preocupação já que surgiu uma nova vertente da ameaça aérea, a assimétrica, onde se inserem os CM, TBM, UAV e RAM. Cada uma com as suas especificidades, mas no global a ameaça caracteriza-se por ser extremamente versátil e cada vez mais difícil de detetar. Para se fazer face a estas novas ameaças aéreas, são necessários meios de Defesa Aérea cada vez mais eficientes e com um modo de emprego mais flexível, sendo exemplo disso o sistema NATINAMDS.

A AAA, inserida na Defesa AA, através dos seus subsistemas deteção e alerta, C2 e armas, deve ter capacidade para proteger forças terrestres e pontos sensíveis contra as novas ameaças aéreas, independentemente das suas características.

## Capítulo 2

# O subsistema de armas de AAA como um dos componentes do Sistema de AAA

### 2.1 Generalidades

Este capítulo pretende analisar os sistemas de armas de AAA que estão em uso operacional nos EUA e os que foram adquiridos por outros países-membros da NATO, a partir de 2001. Os sistemas de armas serão caracterizados através das suas capacidades, estando subdivididos pela sua família de altura de intervenção.

### 2.2 Sistema de armas de AAA SHORAD

Os sistemas de armas *SHORAD* são normalmente empregues na proteção AA das unidades de manobra e dos seus órgãos críticos. No entanto, em exércitos de outros países NATO, como é o caso do exército norte-americano, os sistemas *SHORAD* também conferem proteção AA aos sistemas *HIMAD*. De acordo com Huntchings e Street (2001), os sistemas de armas de AAA *SHORAD* fornecem uma capacidade de defesa essencial para as unidades de manobra. No entanto, atualmente, estes sistemas enfrentam uma ameaça aérea incerta e amplamente diversificada. Com a evolução dessa mesma ameaça, os sistemas de armas *SHORAD* devem ter capacidade de detetar e combater UAV, CM, RAM e “vetores aéreos que utilizem tecnologia *stealth*<sup>18</sup>, capacidade de empenhamento fora do alcance visual e capacidade para destruir aeronaves que empreguem técnicas de ataque *standoff*<sup>19</sup>” (Salvador, 2006, p. 7).

Estes sistemas dividem-se em três famílias de tipo de material: sistema canhão, sistemas míssil ligeiro e sistemas míssil portátil *MANPAD*. Para esta investigação a

---

<sup>18</sup> O objetivo da tecnologia *stealth* visa tornar um avião invisível ao radar.

<sup>19</sup> Munições que são lançadas ainda fora do alcance dos sistemas de armas de AAA.

categoria sistema canhão só compreende sistemas com capacidade contra RAM (*Counter – Foguetes, Artillery and Mortars – C-RAM*), já que as restantes não permitem fazer face às novas ameaças aéreas.

### 2.2.1 Sistemas Canhão

Os sistemas com a capacidade C-RAM “encontram-se no mais baixo patamar das altitudes a defender”, “garantindo a não existência de baixas em ataques a instalações militares onde tropas estão aquarteladas” (Paradelo, 2010, p. 377).

Como já foi referido anteriormente, esta ameaça é de baixo custo, no entanto pode traduzir-se em ganhos elevados (*payoff*). Refere Paradelo (2009) que, desde a entrada dos EUA nos TO do Afeganistão e Iraque, verificaram-se de imediato ataques a instalações utilizando munições RAM. Para além de provocar baixas e danos materiais, a ameaça RAM afeta o moral e sobretudo a credibilidade da força. Assim, para fazer rapidamente face a estas ameaças, os EUA tiveram de recorrer a sistemas de armas já existentes, adaptando-os para que fossem rapidamente utilizados nos TO.

#### *Centurion Phalanx B*<sup>20</sup>

Com o aumento de ataques em ambientes urbanos, surgiu uma lacuna nas capacidades dos sistemas de defesa contra ataques de RAM. Para colmatar esta lacuna o exército norte-americano necessitava de um sistema C-RAM, que não só desse o alerta de ataques eminentes, mas também que localizasse a sua origem, e mais importante que isso, destruísse as ameaças que pudessem provocar danos quer humanos quer materiais. De acordo com Paradelo (2009), a necessidade de obter um sistema que fizesse face a este tipo de ameaça, era urgente. Sem perder tempo, na pesquisa e no desenvolvimento de um sistema totalmente novo, a solução passaria por adaptar sistemas e equipamentos existentes para esta nova missão.

Efetuadaos testes em Novembro de 2004, surgiu o *Centurion Phalanx*, tendo por base “o canhão MK-15 *Phalanx* utilizado na proteção AA de diversos navios de guerra<sup>21</sup>”

---

<sup>20</sup> Anexo C – Sistemas de armas de AAA Canhão *SHORAD* (Figura 3).

(Salvador, 2006, p. 14). Desde logo, este sistema demonstrou com sucesso a sua capacidade de identificar e empenhar-se contra este tipo de ameaça, destruindo “entre a 70 a 80% de *foguetes* e granadas de morteiro dentro do alcance do canhão” (Strategy Page, 2009). O sucesso nos testes de fogos reais, permitiu que o primeiro sistema fosse enviado para o Iraque em finais de 2006 para proteger as forças terrestres e pontos sensíveis, contra a ameaça RAM.

Este sistema, “possui um canhão 20mm M61A1 *Gatling* de seis canos, com cadências de tiro que oscilam dos 3000 aos 4500 tiros por minuto e um sensor *Forward Looking Infrared (FLIR)*<sup>22</sup>” (Raytheon, 2006). As munições de 20 mm detonam perto do alvo aéreo reduzindo-o, independentemente da natureza da ameaça, em fragmentos. Quando disparado, este sistema emite um som característico, dando alerta às pessoas em redor que um ataque com munições RAM está para acontecer, permitindo uma redução significativa na probabilidade de haver baixas.

O canhão é combinado com um “radar avançado de pesquisa e seguimento com banda Ku<sup>23</sup> que fornece a deteção autónoma de ameaças aéreas e o respetivo empenhamento” (Raytheon, 2006). A versão utilizada atualmente, *Block IB*, possui um FLIR que fornece a capacidade de detetar, avaliar, seguir, priorizar e empenhar-se contra as ameaças, sendo igualmente eficaz quer de dia quer de noite.

Em termos globais, o recurso a equipamentos já existentes permitiu ainda que o preço final fosse substancialmente mais reduzido do que seria qualquer outro sistema novo. O fato de ser “bastante fiável e tremendamente eficaz, viu a sua produção aumentada para fazer face uma ameaça RAM crescente” (Paradelo, 2010, p.378).

### ***NBS C-RAM***<sup>24</sup>

O NBS<sup>25</sup> C-RAM surgiu da necessidade do exército alemão possuir um sistema de armas, com capacidade de intercetar a ameaça RAM nas suas bases no Afeganistão. De

---

<sup>21</sup> A versão naval deste sistema encontra-se atualmente a equipar os navios da Classe Vasco da Gama da Marinha Portuguesa.

<sup>22</sup> O FLIR fornece uma capacidade de aquisição melhorada em vários ambientes: noite, fumo, chuva e neblina, possuindo ainda um detetador automático que fornece o auto seguimento das ameaças aéreas detetadas.

<sup>23</sup> Este radar tem como banda entre os 12 e os 18 giga hertz “permitindo detetar o voo das ameaças aéreas mais cedo ativando o modo de seguimento só quando esses alvos aéreos ameaçam a área a proteger pelo próprio sistema” (Raytheon, 2006).

<sup>24</sup> Anexo C – Sistemas de armas de AAA Canhão *SHORAD* (Figura 4).

acordo com Paradelo (2009), este sistema foi baseado na experiência de utilização do sistema canhão *Skyguard* e no desenvolvimento de todas as componentes do sistema *Skyshield* também produzido pela empresa *Rheinmetall*. Em 2007 foi assinado um acordo, com a mesma empresa, para a construção de um sistema que combatesse as ameaças RAM. Apenas passado um ano, foram feitos fogos reais com sucesso, em condições de operação em tempo real.

Este sistema, segundo Paradelo (2009), tem como principais melhoramentos relativamente ao *Skyguard* e ao *Skyshield*: aumento da capacidade de discriminação dos meios radar permitindo a deteção da ameaça RAM; um módulo de C2 totalmente novo e com capacidade de determinar a totalidade da trajetória das ameaças RAM; e um canhão com 6 canos de 35mm com capacidade de disparar munições de fragmentação, cuja cadência de tiro pode chegar aos 1000 tiros por minuto. O NBS C-RAM caracteriza-se por ser totalmente automático, com capacidade de funcionar a todo o tempo. Para além do canhão, este sistema é composto por “um radar de vigilância, um radar de direção do tiro e um módulo de comando e controlo, podendo proteger uma área de 1500x500m” (Paradelo, 2010, p. 379). O processo automático permite que as armas disparem contra a ameaça instantaneamente, sem que seja preciso ser utilizado um militar como apontador. Sobre o ponto de interseção com as ameaças são disparadas rajadas de 24 munições *Advanced Hit Efficiency and Destruction (AHEAD)*<sup>26</sup>.

O sistema de sensores é composto por “um radar e sensores eletro-óticos instalados no perímetro base, em que o radar reconhece mísseis disparados a uma distância de cerca de três quilómetros” (Army-technology, 2012c). “O tempo de resposta para este sistema, no período compreendido entre detetar a localização da ameaça como também a trajetória e o ponto de impacto e disparar contra a ameaça aérea, é de 4,5 segundos” (Army-technology, 2012c).

---

<sup>25</sup> *National Barracks Shield*.

<sup>26</sup> A tecnologia AHEAD permite que as armas de defesa aérea tenham capacidade de seguir e destruir as ameaças aéreas.

### 2.2.2 Sistema Míssil Ligeiro *Avenger*<sup>27</sup>

Em 1987 foi assinado o contrato de produção deste sistema míssil ligeiro para o exército norte-americano. Este sistema é o conjunto de uma torre equipada com mísseis *Stinger* e um veículo todo o terreno multifunções de grande mobilidade (*High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle* – HMMWV). O sistema é “operado por uma guarnição de dois elementos (um condutor e um apontador) e tem a possibilidade de executar tiro em movimento” (Ladeiro, 2009, p. 33).

O sistema míssil ligeiro *Avenger*<sup>28</sup>, segundo a *U.S. Army Air Defense Artillery School* (2008), foi criado para fazer face a aeronaves não tripuladas, aeronaves de asa fixa, helicópteros, CM, e ao reconhecimento, vigilância e aquisição de objetivos inimigos. É um sistema todo-o-tempo, altamente móvel, ligeiro e pode operar 24 horas por dia. Como outra capacidade importante, segundo Salvador (2006), pode ser aerotransportado em C-130 e helitransportado. Este sistema “integra 8 mísseis *Stinger* em duas rampas numa torre giro-estabilizada<sup>29</sup>” (Salvador, 2006, p. 9) que é a responsável por este sistema poder fazer tiro em movimento. O *Avenger*, pode ainda ser operado por “controlo remoto a uma distância até 50 metros com capacidade “*slew-to-cue*”<sup>30</sup>, quando interligado ao Radar *Sentinel*” (Ladeiro, 2009, p. 33). Como outras componentes, segundo Salvador (2006) possui ainda um FLIR; telémetro LRF (*LASER Range Finder*)<sup>31</sup> para determinar o alcance ideal para o sistema se empenhar; Identificador de Amigo ou Desconhecido (*Identification Friend or Foe* - IFF) e uma metralhadora 12,7mm montada e operada na torre pelo apontador, para tiro terrestre e antiaéreo (*Very Short Range Air Defense* - VSHORAD).

A sequência de fogo do *Avenger* é inteiramente autónoma após ser dado o disparo, já que o míssil que equipa este sistema de armas do tipo *fire-and-forget*<sup>32</sup>.

De acordo com a *U.S. Army Air Defense Artillery School* (2008), uma Bateria equipada com este sistema é composta por 12 sistemas *Avenger* e 2 radares *Sentinel*. Quando são constituídas 3 Baterias é formado um Grupo de Artilharia Antiaérea (GAAA)

<sup>27</sup> Anexo C – Sistemas de armas de AAA Míssil *SHORAD* (Figura 5).

<sup>28</sup> Apêndice C – Características dos sistemas de armas de AAA dos EUA (Quadro 3).

<sup>29</sup> A torre tem capacidade de rodar em 360 graus e incorpora uma unidade de controlo ambiental, proteção contra perigos de ataques biológicos e químicos e campos de tiro desobstruídos.

<sup>30</sup> Esta potencialidade consiste na capacidade da torre rodar automaticamente para um alvo aéreo detectado pelo radar, sem intervenção do apontador, melhorando e aumentando a probabilidade de impacto contra a ameaça aérea.

<sup>31</sup> “O LRF fornece informações precisas sobre os alcances, determinando se a ameaça aérea está dentro do alcance do míssil intercetor” (U.S. Army Air Defense Artillery School, 2008a, p. 29).

<sup>32</sup> Após ser dado o disparo o apontador já não tem qualquer controlo no míssil.

*SHORAD*. É utilizada uma Bateria *Avenger*, para juntamente com 4 Baterias *Patriot* ser criada uma unidade de escalão Grupo “com sistemas de armas mistos para se proceder à Defesa Aérea e Míssil (*Air and Missile Defense – AMD*)” (Department of the U.S. Army, 2007, p. 4-1). No entanto, nesta unidade mista, de acordo com a *U.S. Army Air Defense Artillery School* (2008), cada Bateria *Avenger* passa a ter 16 sistemas disponíveis.

Os mísseis *Stinger*<sup>33</sup>, utilizados neste sistema, são também operados em versão *MANPAD*, como acontece no Exército Português.

### 2.2.3 Sistemas Míssil Portátil *MANPAD*

De acordo com Wilson (2012), é previsível que os meios capazes de fornecer defesa aérea continuem a ter a maior quota de mercado, no comércio de mísseis em todo o mundo. No entanto, desde a entrada para o século XXI, o comércio legal de *MANPADS* tem sentido uma descida acentuada de procura. O decréscimo da procura não resulta nem da falta de procura nem da substituição de tecnologia, mas sim da saturação do mercado com os sistemas *MANPAD* existentes. Essa saturação é constatada pela *Federation of American Scientists* (FAS), a qual afirma que existam mais de meio milhão de sistemas *MANPAD* no mundo. A procura por sistemas *MANPAD* foi tão grande porque, segundo Chankin-Gould e Schroeder (2004), são sistemas altamente portáteis de baixo peso; letais, pois podem infligir danos consideráveis a aeronaves comerciais; e são de baixo custo, promovendo a sua proliferação.

Apesar destes sistemas serem tecnicamente capazes de intercepar aeronaves de asa fixa e helicópteros, “o fator humano restringe o seu uso a curto alcance” (Eshel, 2011). Apesar disso, os sistemas *MANPAD*, como por exemplo o *Stinger* ou o *Mistral*, de acordo com Wilson (2012) estiveram nas últimas três décadas entre os mais procurados por exércitos nacionais a revolucionários, bem como a insurgentes e terroristas. Os sistemas *MANPAD* permitem tirar partido do ambiente urbano, como é o caso de coberturas de edifícios e terraços para “missões de proteção de eventos ou entidades” (Paradelo, 2010, p. 379).

---

<sup>33</sup> Apêndice C - Características dos sistemas de armas de AAA dos EUA (Quadro 3).

### **RBS<sup>34</sup> 70NG<sup>35</sup>**

Este sistema míssil, produzido na Suécia<sup>36</sup> pela *Saab*, é uma versão melhorada do sistema RBS70<sup>37</sup> utilizado em 21 países<sup>38</sup>. De acordo com o *Defense Management* (2011), a versão NG integra um módulo de mira térmica integrada, de alta resolução com capacidade de atuar 24 horas por dia e auto-seguimento. Esta última característica ajuda o apontador durante o empenhamento, aumentando assim a precisão do impacto na ameaça aérea, independentemente da sua dimensão, até ao alcance máximo do sistema. A versão anterior só podia ser utilizada em tempo claro, em que o apontador tinha que manter a mira laser bloqueada na ameaça aérea até ocorrer o impacto do míssil. Como outros melhoramentos, possui ainda um guia laser não empastelável, possui maior alcance e maior precisão e permite fazer gravações vídeo das missões de tiro para se fazer análises pós ação.

Para além de possuir a versão *MANPAD*, que é transportada por 3 militares, pode ainda ser montado em veículos ou ser operado por controlo remoto, tal como acontece com o sistema *Avenger*. A construção modular deste sistema permite utilizar desde os mísseis das versões anteriores do RBS70 até aos mísseis *Bolide*. Com este mesmo míssil, o RBS70 NG está destinado a fazer face a um vasto leque de ameaças aéreas, “desde aeronaves de asa fixa e helicópteros até ameaças aéreas mais pequenas como CM e UAV” (Military Technology, 2011). De acordo com o *Defense Management* (2011), o alcance máximo deste sistema são 8 km com uma altitude de cobertura de 5 km. Em suma, a modularidade deste sistema faz com que seja bastante adequado para defesa estática de pontos fixos ou para proteção de unidades móveis.

---

<sup>34</sup> *Robotsystem*.

<sup>35</sup> Anexo C – Sistemas de armas de AAA Míssil *SHORAD* (Figura 6).

<sup>36</sup> Apesar de este sistema ser produzido num país não membro da NATO, mas que no entanto é um dos parceiros da organização, este sistema é utilizado na República Checa, Letónia, Lituânia e Noruega. Este sistema apresenta grandes melhorias ao nível de sistemas míssil portátil, o que é uma mais valia ser referido neste trabalho.

<sup>37</sup> Esta versão foi utilizada pelo Irão na Guerra Irão-Iraque entre 1980 e 1988.

<sup>38</sup> (Páscoa, 2009, p. 20).

## 2.3 Sistema de armas de AAA *HIMAD*

Os sistemas de armas *HIMAD* caracterizam-se por serem bastante avançados tecnologicamente, e por possuírem grandes alcances com os seus sensores a detetarem ameaças até aos “1000km, e mísseis interceptores com capacidade para se empenharem a altitudes que poderão ir aos 150 km e alcances na ordem dos 200 km” (Salvado, 2006, p. 36). Além de colmatar as limitações dos meios *SHORAD*, nomeadamente o seu alcance, “os Sistemas Míssil *HIMAD* são os que conferem maior alcance de proteção e os únicos a atuar de modo eficaz contra mísseis.” (Mouta, 2011, p. 32).

### 2.3.1 *Aster SAMP/T30*<sup>39</sup>

Este sistema foi criado numa parceria entre as empresas MBDA e *Thales*. Segundo Mouta (2011) o *Aster SAMP*<sup>40</sup>/*T30* é um sistema de defesa AA de médio alcance, com elevada mobilidade e com capacidade projeção, que foi criado para substituir o sistema de armas míssil *Hawk* das Forças Armadas da França e da Itália.

O *Aster* destina-se a “proteger pontos e áreas vitais de um território, podendo interceptar mísseis balísticos, CM, UAV e UCAV e aeronaves pilotadas que revelem intenções hostis contra instalações ou forças expedicionárias no exterior do território” (Mouta, 2011, p. 34). Segundo Peruzzi (2012), para ir de encontro às necessidades quer táticas quer estratégicas de mobilidade, todos os módulos deste sistema de armas são transportados por veículos todo o terreno, o que permite que o sistema seja aerotransportado a bordo de aviões da categoria do C-130.

De acordo com o *site Army-technology* (2012), o *Aster* tem a capacidade de intercepar ameaças aéreas num intervalo de altitudes compreendido entre os 50 m e os 20 km, dependendo da altura de voo das aeronaves. Se voar a uma altitude abaixo dos 3km, o alcance máximo são 100 km, se a aeronave estiver a voar acima dos 3km, o seu alcance reduz-se para metade, ou seja, 50 km. O míssil presente neste sistema de armas incorpora tecnologia *hit-to-kill*, com capacidade de selecionar o melhor momento para efetuar a interceção da ameaça aérea na sua fase final de voo. Com esta capacidade, este sistema de

---

<sup>39</sup> Anexo D – Sistemas de Armas de AAA *HIMAD* (Figura 7).

<sup>40</sup> *Surface-to-Air Missile Platform / Terrain*.

armas é capaz de intercetar mísseis balísticos com alcance inferior a 600 km. Existe já uma versão melhorada do míssil, designada por *Block 2*, destinada a “empenhar-se contra mísseis balísticos de grande alcance, com vista a ser integrado no NATO *Active Layer Theatre Ballistic Missile Defence* (ALTBMD)<sup>41</sup>” (Mouta, 2011, p. 34). No entanto, apesar de se conseguir empenhar contra mísseis balísticos, o Radar *Arabel* orgânico deste sistema, necessita de um radar de aviso prévio de TBM externo que o complementa. Este mesmo radar externo de aviso prévio “apesar de não fazer parte do programa *Aster*, ainda não foi desenvolvido por nenhum país” (Peruzzi, 2012, p. 13).

A configuração de uma Bateria genérica equipada com este sistema de armas inclui, segundo Peruzzi (2012), uma estação de controlo de tiro, um radar *Arabel* de aquisição e seguimento de alvos com o seu módulo gerador, um módulo de controlo de empenhamentos, quatro secções de lançamento (cada um contendo oito mísseis prontos a disparar, embora o sistema consiga gerir até seis veículos de lançamento) e até dois veículos de reabastecimento de mísseis. Segundo Mouta (2011), as Estações de Controlo de Tiro (*Fire Control Station* - FCS) permitem realizar automaticamente a pesquisa do objetivo e a sua identificação, permitindo controlar até 100 alvos em simultâneo e coordenar até 16 mísseis no ar. O Radar *Arabel* do SAMP/T30 destina-se a fazer vigilância a 360 graus, seguimento e guiamento dos mísseis, tendo capacidade de conseguir operar em ambiente de guerra eletrónica.

Em termos de recursos humanos, a configuração base requer uma guarnição pequena. “O módulo de controlo de empenhamentos pode ser operado por apenas dois oficiais, sendo que o sistema completo requer apenas 16 homens (com quatro veículos de lançamento) não estando incluída a secção de manutenção” (Peruzzi, 2012, p. 12).

Segundo a *NATO Communications and Information Agency* (NCIA), a 6 de março de 2013, durante um exercício de fogos reais, este sistema destruiu com sucesso um míssil balístico de teatro. Neste exercício, este sistema de armas estabeleceu com sucesso ligação com a cadeia de comando da defesa contra mísseis balísticos da NATO.

---

<sup>41</sup> Capítulo 3 – AAA, Transformações em curso (Defesa antimíssil balístico).

### 2.3.2 NASAMS<sup>42</sup> II<sup>43</sup>

Este sistema de Defesa Aérea de médias altitudes é uma atualização do sistema NASAMS, produzido numa parceria das empresas *Kongsberg e Raytheon*. Desde a sua utilização pelas forças armadas Norueguesas, o sistema NASAMS foi adquirido por mais seis países membros da NATO<sup>44</sup>, pela Finlândia e Suécia.

O NASAMS II, segundo Mouta (2011), caracteriza-se por combinar um elevado poder de fogo AA integrado numa estrutura de rede interna, com capacidade de empenhamento sobre vários alvos aéreos em simultâneo, sem a necessidade de se ter estabelecido contato visual com o mesmo.

Este sistema está juntamente ligado com uma rede de comunicações, “criada para funcionar em tempos reais difíceis (*hard-real-time*), para assegurar uma menor latência a grandes distâncias” (Kongsberg, 2013). “O empenhamento pode ainda ocorrer, sem que nenhum radar esteja a funcionar, utilizando fontes de dados externas para fazer o seguimento do posicionamento do alvo aéreo” (Defense Industry Daily, 2013). Para estabelecer a localização da ameaça e verificar a sua identidade antes de disparar, são utilizados sensores eletro-óticos MSP-500 de modo passivo para bom tempo.

O míssil AMRAAM<sup>45</sup> utilizado é do tipo *fire-and-forget* que se destina a destruir CM, UAV e aeronaves que revelem intenções hostis contra forças estacionadas ou pontos e áreas de elevado interesse estratégico, com elevada precisão e profundidade.

O alcance máximo do míssil do sistema NASAMS é de 25 km. Comparado com o sistema *Aster-30 SAMP/T30* já analisado anteriormente, cujo alcance chega aos 100 km, pode-se considerar como um sistema com pouco alcance. No entanto, de acordo com o Defense Industry Daily (2013), essa desvantagem é compensada com a capacidade de usar um padrão de defesa disperso, o que possibilita uma extensão de cobertura e uma rede existente de radares com ligação de dados por via rádio. Esta valência permite “retirar a sombra radar criando uma imagem aérea em tempo real que pode ser partilhada com outros sistemas” (Defense Industry Daily, 2013).

O C2 neste sistema é efetuado pelo “FDC<sup>46</sup> de montagem veicular, que permite fazer automaticamente o seguimento, identificação, avaliação da ameaça e a atribuição de

---

<sup>42</sup> *Norwegian Advanced Surface-to-Air Missile System*.

<sup>43</sup> Anexo D – Sistemas de Armas de AAA HIMAD (Figura 8).

<sup>44</sup> Holanda, Espanha, EUA, Grécia, Polónia e Turquia.

<sup>45</sup> *Advanced Medium Range Air-to-Air Missile*.

<sup>46</sup> *Fire Distribution Center*.

armas” (Defense Industry Daily, 2013). Este sistema é interoperável, pois oferece uma perfeita integração com uma variedade de sistemas míssil desde o *Patriot* a sistemas *MANPAD V-SHORAD* e capacidade de utilizar vários tipos de sensores, o que aumenta o seu poder de fogo em comparação com outros sistemas. No entanto, tem como inconveniente “não ter capacidade de empenhamento sobre TBM, o que representa uma grande lacuna, pois a necessidade de aquisição de um sistema *HIMAD* baseia-se também em garantir protecção contra este tipo de ameaças” (Ferreira, 2011, p. 312).

Segundo Mouta (2011) uma Bateria é composta por até 4 Centros de Controlo de Tiro (FDC), até 4 radares AN/MPQ64FI *Sentinel*<sup>47</sup>, sensores passivos eletro-óticos e de IV e por até 12 plataformas de lançamento de mísseis (cada uma com 6 mísseis), e outras viaturas ligeiras e pesadas de transporte com uma guarnição de 22 homens. Esta configuração permite que uma Bateria equipada com este sistema se empenhe, de acordo com o fabricante, contra 72 alvos aéreos simultaneamente em poucos segundos. As plataformas de lançamento podem estar localizadas até 25km de distância dos FDC, permitindo assim uma expansão da cobertura de Defesa Aérea por parte deste sistema.

### 2.3.3 *Patriot-PAC3*<sup>48</sup>

É um sistema de defesa AA de média e alta altitude todo-o-tempo com alcance máximo de 40 km, e que está atualmente equipado com a última versão, PAC3. No entanto, “decorrente da evolução tecnológica possível para sistemas tipo PATRIOT encontra-se a ser desenvolvido o PATRIOT PAC-3/MSE<sup>49</sup> (*Missile Segment Enhancement*) que irá integrar o sistema MEADS” (Mouta, 2011, p. 35).

Este sistema caracteriza-se por ser eficaz contra mísseis balísticos, CM, UAV e aeronaves pilotadas que revelem intenções hostis. O *Patriot* desempenha a função de “defesa aérea na fronteira entre a baixa e alta altitude devido ao ser poder de fogo, alcance

---

<sup>47</sup> O radar é do tipo 3D, com médio alcance, modular, de elevada precisão e capaz de sobreviver ao emprego de medidas de guerra electrónica e efetua a vigilância, aquisição e identificação na banda X.

<sup>48</sup> Anexo D – Sistemas de Armas de AAA *HIMAD* (Figura 9 e 10).

<sup>49</sup> A atualização MSE melhora a performance do míssil através de um melhor motor de propulsão, uma melhor fuselagem e uma atualização do *software* de guiamento. Estes melhoramentos fornecem um míssil interceptor mais ágil e letal o que permite que tenha um melhoramento de performance de mais de 50 por cento em altitude e que consiga atingir alcances maiores.

e altitude.” (Department of the U.S. Army, 2007, p. 2-1). Devido a estas características<sup>50</sup> este sistema foi exportado, estando para além dos EUA, ativo em mais 13 países.<sup>51</sup>

O *Patriot* PAC-3 é o primeiro a utilizar a tecnologia *hit-to-kill* capaz de garantir maior letalidade contra TBM e ADM. É ainda possível “cada plataforma de lançamento conter 16 mísseis PAC-3, aumentando assim o poder de fogo e a sua capacidade de defesa antimíssil” (AUSA, 2009, p. 335). Esta versão PAC-3 possui melhoramentos bastante significativos, relativamente às anteriores. De acordo com a *U.S. Army Air Defense Artillery School* (2008b), aos radares foi melhorada a sua capacidade multifunções; o alcance de deteção aumentou, bem como o seu setor de pesquisa; foram melhoradas as comunicações da ECS e foi instalado um computador melhor; as plataformas de lançamento podem ser controladas à distância; e relativamente à tecnologia dos mísseis, essa foi melhorada, tornando a sua letalidade maior, bem como o leque de ameaças contra as quais visa combater. Apesar de o míssil que atualmente equipa o *Patriot* ser maioritariamente desta versão, o míssil da versão anterior (PAC-2) continua a ser alvo de atualizações. Segundo Peruzzi (2012), o PAC-2 foi atualizado para uma versão que melhora o guiamento do míssil (*Guidance Enhanced Missile-Tactical - GEM-T*), através de uma nova espoleta que aumenta a sensibilidade do *seeker*. A versão PAC-2 GEM-T permite aumentar a capacidade de empenhamento contra CM e TBM, complementando o míssil PAC-3.

Os componentes do *Patriot* são interoperáveis e podem ser integrados em sistemas de Defesa Aérea e de C2 já existentes, podendo fazer parte de uma maior e integrada defesa aérea e míssil com o objetivo de fazer face às várias ameaças aéreas.

Cada Bateria consiste em 5 grandes elementos, incluindo um Centro de Controlo de Empenhamento (*Engagement Control Station – ECS*), um Radar, uma viatura de fornecimento de energia, um centro de comunicações e até 6 plataformas de lançamento. Sendo que uma Bateria poderá ter “uma guarnição superior a 45 militares.” (Mouta, 2011, pp. 35-36). O Radar de Controlo do Tiro “fornece vigilância do espaço aéreo, deteção e seguimento da ameaça, guiamento ao míssil intercetor e apoio ao empenhamento” (AUSA, 2009, p. 334) e, segundo Mouta (2011), pode estar localizado até 30km das plataformas de lançamento, o que permite ainda, dependendo do alcance, controlar o míssil intercetor.

---

<sup>50</sup> Apêndice C - Características dos sistemas de armas de AAA dos EUA (Quadro 4).

<sup>51</sup> Este sistema com a versão PAC-3 equipa os EUA, Holanda, Alemanha, Japão, Taiwan, Coreia do Sul, Kuwait, Israel e Arábia Saudita. Com a versão anterior, PAC-2, está em funcionamento em Espanha, Dinamarca, Qatar, Emiratos Árabes Unidos e Polónia.

Caso o alcance seja médio, “o controlo é feito a partir da ECS<sup>52</sup> com o *Track Via Missile*, e para elevados alcances o controlo é feito através de um radar integrado no míssil intercetor, que ao operar na banda *Ka*, permite adquirir o alvo aéreo na fase final da sua trajetória.” (Mouta, 2011, p. 36)

O Departamento de Defesa dos EUA (*United States Department of Defense – U.S. DoD*) “está a tentar incrementar as tecnologias e os componentes que irão estar inseridos no novo sistema de armas *MEADS*<sup>53</sup>, particularmente a capacidade de defesa aérea e míssil de 360 graus” (Peruzzi, 2012, p. 9). O objetivo visa testar essas atualizações, bem como aumentar as capacidades do sistema, até que o programa MEADS esteja concluído.

### 2.3.4 *THAAD*<sup>54</sup>

O *Terminal High-Altitude Area Defence* denominado por *THAAD*, é um elemento vital para o Sistema de Defesa Antimíssil Balístico (*Ballistic Missile Defense System – BMDS*)<sup>55</sup>, pois fornece componentes que são rapidamente projetados para ser criada uma defesa antimíssil. Tem a característica<sup>56</sup> de “aprofundar, ampliar e complementar o BMDS para que qualquer Comandante tenha capacidade de eliminar mísseis balísticos de todos os tipos e de todos os alcances bem como em todas as fases de voo” (AUSA, 2009, p. 335). É um sistema que está inserido nas últimas linhas de defesa contra mísseis balísticos, fornecendo a “defesa da camada superior em consonância com os sistemas de defesa da camada inferior, nomeadamente os mísseis *Patriot*” (Almeida & Vaz, 2000, p. 275). Esta consonância permite um aumento substancial dos níveis de eficácia do empenhamento contra as ameaças aéreas.

O *THAAD* caracteriza-se por ser um “sistema móvel, terrestre de defesa míssil destinando-se à proteção de forças militares, centros populacionais e pontos vitais, contra ataques de mísseis balísticos táticos” (Almeida & Vaz, 2000, p. 274). Este sistema tem a capacidade de intercetar mísseis balísticos “até um alcance de 200 km e até a uma altitude de 150 km” (Iglesias, 2012, p. 55), o que torna difícil a tarefa à ameaça míssil de lançar

---

<sup>52</sup> Centro de Controlo de Empenhamento (*Engagement Control Station – ECS*) fornece a interface humana para o C2 das operações.

<sup>53</sup> *Medium Extended Air Defense System*.

<sup>54</sup> Anexo D – Sistemas de Armas de AAA *HIMAD* (Figura 11 e 12).

<sup>55</sup> O Sistema de Defesa contra Mísseis Balísticos (BMDS) é um projeto criado pelos EUA, para fazer frente à atual ameaça da proliferação de mísseis balísticos e ADM.

<sup>56</sup> Apêndice C - Características dos sistemas de armas de AAA dos EUA (Quadro 4).

contra medidas para enganar os mísseis interceptores do *THAAD*. Além disso, estes mísseis são capazes de atenuar os efeitos das ADM, antes de chegar ao solo. De acordo com a AUSA (2009), o *THAAD* tem a capacidade de negar os efeitos das ADM a um alcance de interceção muito além da área defendida, através da combinação da grande altitude de intervenção com o longo alcance e a letalidade através de *hit-to-kill*. Esta combinação aliada à “capacidade de interceptar ameaças dentro e fora da atmosfera, aumentam o campo de batalha permitindo o aumento das oportunidades de interceção de mísseis balísticos durante as várias fases da sua trajetória” (AUSA, 2009, p. 335).

Uma Bateria *THAAD* divide-se em quatro componentes principais: plataformas de lançamento móveis (cada uma com 8 mísseis), mísseis, radares de vigilância (AN/TPY-2)<sup>57</sup> e pelo sistema de Controlo de Tiro. Este último, é a espinha dorsal das comunicações e da gestão de dados. Para além de ligar todos os componentes do *THAAD*, pode também ser ligado a módulos externos de C2 e a todo o Sistema de Defesa Antimíssil Balístico (*Ballistic Missile Defense System - BMDS*), sendo o “responsável por planear e executar o empenhamento contra as ameaças aéreas” (MDA, 2013a). Segundo Fargo (2012) uma Bateria *THAAD*, se for fornecida com informações vindas de outros radares de aviso prévio, pode proteger uma área aproximada de 98400km<sup>2</sup><sup>58</sup>. Tal significaria que, cerca de trinta a quarenta Baterias *THAAD*, deveriam chegar para defender os maiores centros populacionais do grande risco que são os mísseis balísticos de curto alcance (*Short Range Ballistic Missiles – SRBMs*). O Exército Norte-americano antecipou a implantação da sua quinta Bateria *THAAD* para 2015, no entanto, a “implantação destas Baterias apresentará um grande desafio logístico e financeiro, já que cada uma, custa quase 820 milhões de dólares<sup>59</sup>” (Fargo, 2012).

De acordo com o *Missilethreat.com* (2012), num típico cenário de combate, com capacidade de detetar ameaças num alcance de 1000 km, o radar procura, ao longo do horizonte, mísseis hostis. Quando um míssil é detetado o radar envia as informações ao sistema de Controlo de Tiro, que não é nada mais do que um posto de comando móvel instalado numa viatura *Humvee*. A seguir ao lançamento, o míssil recebe a informação da ameaça do radar de banda X, sendo que um detetor de IV localizado na ogiva do míssil o guiará até a essa ameaça. No ponto de impacto, o míssil atinge a ameaça causando a destruição completa da ogiva, incluindo qualquer agente nuclear, biológico ou químico.

---

<sup>57</sup> Atualmente é o maior radar de banda X do mundo com capacidade de ser aerotransportado (MDA, 2013a).

<sup>58</sup> Esta área é superior à área terrestre de Portugal que é 92212 km<sup>2</sup> (INE, 2010, p.5).

<sup>59</sup> Cerca de 600 milhões de euros.

## 2.4 Situação Portuguesa<sup>60</sup>

A AAA Portuguesa baseia-se apenas em sistemas de armas de AAA canhão, míssil ligeiro e míssil portátil *MANPAD* da família *SHORAD*.

O Exército Português, em 1981, adquiriu as primeiras unidades do sistema canhão Bitubo AA 20mm de origem alemã, que atualmente equipa, para efeitos de instrução, a Bateria de Artilharia Antiaérea das Forças de Apoio Geral (BtrAAA/FApGer) sediada no RAAA1 em Queluz e está em uso operacional nas BtrAAA do Regimento de Guarnição N°2 nos Açores e do Regimento de Guarnição N°3 na Madeira. No entanto, pondera-se o *downgrade* das BtrAAA presentes nos Açores e na Madeira, para escalão Pelotão de AAA “preconizando, simultaneamente, a substituição do material, a médio prazo por sistemas *MANPAD*” (EME, 2013, p.21). Em 1990 foi adquirido o Sistema Míssil Ligeiro Chaparral, sendo o último sistema recebido em 1999, que equipa a BtrAAA/BrigMec e BtrAAA/BrigInt<sup>61</sup>. O último sistema a ser adquirido em 1994 foi o FIM-92A *Stinger*, versão *MANPAD*, que atualmente equipa atualmente as BtrAAA/FApGer, BtrAAA/BrigRR<sup>62</sup>, BtrAAA/BrigInt e BtrAAA/BrigMec.

De acordo com a delimitação temporal desta investigação, denota-se que a AAA portuguesa não adquiriu qualquer tipo de sistema de armas. Prospetiva-se aliás que, nos próximos anos, não haverá possibilidade de se proceder à aquisição de novos sistemas de armas de AAA. No entanto, pelos sistemas de armas que atualmente equipam a AAA portuguesa apresentarem já alguma idade e por serem de várias origens, vão surgindo “dificuldades na substituição de componentes logísticos e na integração entre os sistemas de armas e os meios de deteção e alerta” (Dias, 2010, p. 190). No caso do sistema Chaparral, os sobressalentes têm de vir dos EUA. No entanto, “este sistema foi extinto do Exército norte-americano há mais de uma década e começa a escassear a capacidade de fornecerem os meios que requisitamos” (Casinha, 2013)<sup>63</sup>. A escassez dos sobressalentes pode pôr em causa a operacionalidade do próprio sistema “comprometendo as acções de treino operacional, a execução de fogos reais e, de um modo crítico, os níveis de

---

<sup>60</sup> Anexo E - Sistemas de armas de AAA do Exército Português (Figura 13, 14 e 15).

<sup>61</sup> Bateria de Artilharia de Antiaérea da Brigada Mecanizada e Bateria de Artilharia Antiaérea da Brigada de Intervenção.

<sup>62</sup> Brigada de Reação Rápida.

<sup>63</sup> Apêndice B – Guião de Entrevista.

operacionalidade para o cumprimento da sua missão de protecção antiaérea” (Silva N. , 2011, p. 27). Relativamente ao sistema canhão Bitubo, tendo em conta que “já não reúne as características que a torne num sistema apto a fazer face às altas velocidades das aeronaves” (Dias, 2010, p. 190), é necessário mantê-lo ao serviço para “fazer face a missões e ameaças que implicam a existência de um sistema canhão em complemento do sistema míssil ligeiro ou portátil” (Folgado, 2011, p. 19), nomeadamente em missões de protecção de pontos e áreas sensíveis e infraestruturas críticas. Ao nível da sua manutenção e sobressalentes, com o intuito de substituir os sistemas canhão que atualmente equipam a BtrAAA/FApGer, “estão a ser estabelecidos contactos com a Força Aérea para que possam fornecer sistemas canhão Bitubo novos, os quais nunca saíram do depósito” (Almeida A., 2013). Em termos do sistema de míssil portátil *Stinger*, de acordo com Almeida C. (2013)<sup>64</sup>, para as várias BtrAAA do Exército Português apenas se encontram disponíveis 14 sistemas, armazenados em Santa Margarida devido às suas especificidades. No entanto, comparado com os sistemas Chaparral e Bitubo, o *Stinger* é tido “como um consumível que após disparado já não pode ser utilizado, à exceção do punho que pode ser utilizado em quatro disparos no máximo” (Casinha, 2013), o que leva assim a que não surjam problemas de manutenção. Apesar de se encontrarem poucos sistemas disponíveis para todas as BtrAAA, as que se encontram sediadas no RAAA1 têm à disposição simuladores que permitem efetuar treino já que “funcionam de modo muito semelhante a um míssil real, através de um processo de arrefecimento da cabeça do míssil, por meio do gás árgon” (Casinha, 2013).

Segundo Vaz (2013), os sistemas de armas de AAA portuguesa estão vocacionados apenas para combate de aeronaves que voam a baixa e muito baixa altitude, não sendo eficazes contra a ameaça RAM e mísseis. Para Mimoso (2013), na entrevista realizada ao próprio<sup>65</sup>, refere que os nossos sistemas de armas de AAA míssil *SHORAD* só são eficazes contra ameaças que tenham uma grande assinatura eletromagnética, derivado ao guiamento dos mísseis ser efetuado através de IV. Comparativamente às novas ameaças aéreas (RAM, TBM, CM e UAV), essa assinatura eletromagnética é bastante reduzida. “A ausência de AAA adequada a este tipo de ameaça, pode vir a criar uma forte vulnerabilidade ao nível da criação de capacidades” (EME, 2013, p.10). De acordo com Paradelo (2010), no caso português a probabilidade da ameaça convencional ser empregue contra objetivos em território nacional ou contra as Forças Nacionais Destacadas (FND) é baixa. No entanto, o

---

<sup>64</sup> Apêndice B – Guião de Entrevista.

<sup>65</sup> Apêndice A – Guião de Entrevista.

emprego da ameaça RAM em Teatros de Operações (TO) em que Portugal possui FND, nomeadamente no Afeganistão, é algo que acontece com frequência e de modo quase permanente. Assim, segundo o EME (2013), o Exército deve ponderar a aquisição de sistemas C-RAM ou em alternativa integrar um projeto de desenvolvimento da valência C-RAM, no âmbito da NATO.

Em suma, o modelo de AAA portuguesa “baseado em sistemas SHORAD, responde ao necessário reajustamento da estrutura de Defesa Aérea garantindo o respeito pelas bases doutrinárias de emprego da AAA” (EME, 2013, p.21) quer seja estabelecido pelo nível de ambição do Exército quer sejam requisitos propostos que nos NATO *Capability Statements*<sup>66</sup>. Devido à falta de efetivos e de meios materiais, por exemplo, no caso da BtrAAA/BrigRR, a mesma só “consegue garantir 1 Secção de Míssil Portátil composta por 5 a 6 Esquadras” (Almeida C. , 2013).

Através da aprovação do Quadro Orgânico (QO) do GAAA em 29 de Junho 2009<sup>67</sup>, a BtrAAA/FapGer já está dotada de dois pelotões C-RAM e encontra-se também previsto o levantamento de uma BtrAAA *HIMAD*. No entanto, “até à concretização dos subprojectos, associados ao reequipamento da AAA, inscritos em LPM, os Pelotões de Sistemas de Armas, das BtrAAA, terão de ser guarnecidos com os atuais sistemas” (EME, 2013, p.22).

De acordo com o EME (2013), através de um ciclo de renovação de materiais e equipamentos a partir de 2013 até 2020/25<sup>68</sup> proposto e inserido numa reflexão sobre o futuro Sistema de Forças Nacional ao nível da Artilharia, neste caso concretamente da AAA, refere que a primeira prioridade são os sistemas de armas *SHORAD*. É necessário, a curto prazo, proceder ao abate do Sistema Míssil Ligeiro Chaparral e proceder à aquisição de “novos sistemas de armas, montados em viaturas que garantam mobilidade e proteção idênticas às das unidades de manobra da BrigInt” (EME, 2013, p.25), bem como a aquisição de sistemas canhão de 30mm e também de novos sistemas míssil portátil *MANPAD* com características mais apropriadas às novas necessidades. Já a longo prazo, o EME (2013) refere que as missões atribuídas aos sistemas de curto alcance, que conseguem lidar com as ameaças presentes no novo ambiente operacional, conduziram ao aparecimento do *SLAMRAAM*<sup>69</sup> que, como hipótese, poderia equipar a BtrAAA/BrigInt. A aquisição de uma unidade *HIMAD* só aparece como terceira prioridade mas também é tida

---

<sup>66</sup> Anexo F – NATO *Capabilities/Statements* (Figura 16).

<sup>67</sup> Anexo G – Organigrama do GAAA (Figura 17).

<sup>68</sup> Anexo H – Prioridades de Reequipamento (Quadro 6).

<sup>69</sup> *Surfaced-Launched Advanced Medium Range Air-to-Air Missile*.

em consideração, tendo em conta as necessidades e as características geográficas e morfológicas do nosso País. Essa unidade deverá cobrir totalmente o território nacional, incluindo os Arquipélagos dos Açores e da Madeira “para a garantia da integridade territorial contra qualquer ameaça externa<sup>70</sup>” (Calhaço, 2009, p. 25).

## 2.5 Síntese Conclusiva

Na família de sistemas de armas de AAA *SHORAD*, nomeadamente o sistema míssil ligeiro e *MANPAD*, são cada vez mais considerados como sistemas modulares, atualmente indispensáveis para se proceder à proteção AA eficaz nos TO atuais. Os melhoramentos nos sistemas míssil *SHORAD* com guiamento por IV, visam tornar os sistemas cada vez mais eficazes contra as novas ameaças aéreas com uma assinatura eletromagnética mais reduzida do que a ameaça convencional. Os sistemas canhão caracterizam-se por serem sistemas automáticos, o que agiliza bastante o processo de empenhamento contra a ameaça RAM.

Os sistemas de armas de AAA *HIMAD* caracterizam-se por serem vocacionados para a interceção de mísseis balísticos. Para uma melhor eficácia, recorre-se à tecnologia *hit-to-kill* para contrariar com sucesso o propósito das ameaças aéreas, como é o caso das ADM.

Apesar de ambos os atuais sistemas *SHORAD* e *HIMAD* possuírem grandes valências, é notório que o seu emprego tem de ser combinado permitindo que as limitações de um sistema sejam colmatadas pelas possibilidades do outro, o que garante assim, uma proteção eficaz.

No caso português, a idade dos materiais agrava, cada vez mais, os problemas logísticos que tendem a limitar a sua capacidade operacional pelo que, num curto espaço de tempo, é de extrema importância proceder-se ao reequipamento de novos sistemas de armas. Ao nível operacional, os sistemas de armas da AAA Portuguesa não possuem as características necessárias que lhes permitam ser empregues contra as novas ameaças aéreas. No entanto, com a aprovação do Quadro Orgânico (24.0.55) do GAAA que contempla dois pelotões C-RAM e uma BtrAAA *HIMAD*, e com o relatório elaborado pelo EME já em 2013, nota-se já a preocupação de tomar medidas que levem à atualização da nossa AAA em comparação com outros países-membros da NATO.

---

<sup>70</sup> Caso da “proliferação dos mísseis balísticos pelos países do Norte de África” (Leão, Mimoso, Ferreira, & Grilo, 2009).

## **Capítulo 3**

### **AAA, Transformações em curso**

#### **3.1 Generalidades**

Neste capítulo, pretende-se analisar as transformações que estão a ocorrer na AAA dos EUA. Atualmente, os EUA são um dos países-membros da NATO com mais expressão ao nível do desenvolvimento de novos sistemas de armas de AAA, estabelecendo também com outros países europeus, parcerias para esse fim. Nesta parte do trabalho é referida também a implantação de defesas antimíssil balístico e o papel que os sistemas de armas de AAA estão a desempenhar nas mesmas atualmente.

#### **3.2 Situação dos EUA**

As forças armadas dos países-membros da NATO têm feito um esforço no sentido de “desenvolver forças modulares, flexíveis, projectáveis, sustentáveis e com elevados índices de prontidão para serem empregues em ambientes conjuntos e combinados” (Leão, Mimoso, Ferreira, & Grilo, 2009). A essa transformação, a AAA não foge à regra, como acontece com um dos países de referência a nível NATO, os EUA. “Os conceitos de emprego de unidades *SHORAD* e *HIMAD*, anteriormente eram perfeitamente distintos. No entanto, actualmente esta distinção está a desaparecer” (Leão, Mimoso, Ferreira, & Grilo, 2009), pois os EUA procederam à criação de unidades mistas, de escalão Grupo de Artilharia Antiaérea, constituídas pelos dois tipos de sistemas.

Nos TO em que as ameaças aéreas incluem mísseis balísticos e aeronaves, os EUA, de acordo com o manual de referência de AAA norte-americano (FM 3-01.11 - *Air Defense Artillery Reference Handbook*), desenvolveram uma Força Tarefa de Artilharia Antiaérea (*Air Defense Artillery Task Force – ADATF*)<sup>71</sup> para fornecer proteção das forças

---

<sup>71</sup> Anexo I – Transformações da AAA em curso nos EUA (Figura 18).

terrestres e pontos e áreas sensíveis. Uma ADATF compreende uma Bateria *THAAD*, um GAAA com unidades mistas e outras Baterias de sistemas *Avenger* e *Patriot*. A principal vantagem da ADATF consiste em fornecer um maior nível de proteção, em comparação com a utilização de um único sistema de armas. Os sistemas de armas *THAAD* e *Patriot* fornecem uma defesa de dois níveis para pontos ou áreas sensíveis localizados dentro do seu raio de ação, para que seja negado a possibilidade de ataque. O *THAAD* fornece a defesa no nível superior contra mísseis balísticos de médio alcance (*Medium Range Ballistic Missiles* – MRBMs), enquanto o *Patriot* fornece a defesa no nível inferior contra os SRBMs, CM e aeronaves. O seguimento de TBM é efetuado pelo *THAAD* para que o *Patriot* se possa empenhar num alcance e altitude considerado ótimo. Por ótimo, quer-se dizer que a interceção deve ser efetuada acima de uma altitude estipulada para que se minimizem os efeitos das ADM. As unidades *Avenger* complementam a defesa ao nível inferior, fornecendo proteção adicional contra aeronaves de asa fixa e helicópteros, aeronaves não tripuladas e CM. Para implementar esta ADATF, o p<sup>o</sup>çlaneamento deverá ser detalhado, referindo todas as ameaças aéreas que podemos ser confrontados. É necessário assim conhecer as capacidades e limitações de todos os sistemas que se inserem na *Task Force*, bem como o *software* e as comunicações de todos os sistemas de armas.

A transformação da AAA também ocorre ao nível de sistemas de armas e não só na organização das unidades. Estão já em fase de testes dois sistemas de armas, *MEADS* e *SLAMRAAM*, que visam a substituição do *Patriot* e do *Avenger* respetivamente.

### 3.2.1 *MEADS*<sup>72</sup>

O *Medium Extended Air Defense System* (MEADS) é um programa de cooperação e desenvolvimento, concebido em meados da década de 90 e gerido pela NATO “para desenvolver capacidades terrestres de defesa aérea e balística para substituir os sistemas *Patriot* nos EUA e Alemanha e o *Nike Hércules* em Itália” (Peruzzi, 2012, p. 14). Por ser um sistema desenvolvido por mais do que um país, “a sua natureza internacional dá ao programa um elevado potencial de desenvolvimento, permitindo ainda, promover a interoperabilidade entre nações” (Benrós, 2002b, p. 51). Embora este sistema, tenha o propósito de substituir o sistema *Patriot*, enquanto estiver a ser desenvolvido, o *Patriot*

---

<sup>72</sup> Anexo I – Transformações da AAA em curso nos EUA (Figura 19).

será alvo de melhoramentos nas suas capacidades chave. No entanto, em dezembro de 2012 o Congresso dos EUA cortou os fundos para este programa, devido a um reajustamento de prioridades na defesa.

O *MEADS* é constituído por “um radar 3D<sup>73</sup> multifunções, um radar de vigilância, um centro de BM-C3I<sup>74</sup>, várias plataformas lançadoras PATRIOT PAC-3 MSE com as suas viaturas de reabastecimento de mísseis” (Mouta, 2011, p. 36). Estes componentes estão interligados por uma arquitetura de rede de comunicações, permitindo que as unidades possam ser organizadas de acordo com tarefas específicas. Segundo Kee (2013), ao contrário do *Patriot*, este não é um sistema isolado, ou seja, cada componente seu funciona como um módulo em rede. Esta arquitetura de rede, permite a flexibilidade do sistema de armas, podendo o mesmo ser empenhado num grande leque de missões, tais como proteção das forças de manobra e pontos fixos contra “todo o espectro de TBM, CM, UAV e aeronaves de asa fixa e helicópteros” (AUSA, 2009, p. 334).

São várias as características<sup>75</sup> deste sistema, que não estão incorporadas no sistema *Patriot* e que, são fulcrais para um sistemas de armas de AAA atual possuir. O radar multifunções de controlo de tiro de banda X (*Multifunction Fire Control Radar - MFCR*)<sup>76</sup> e o radar de vigilância UHF<sup>77</sup>, fornecem cobertura em todas as direções para conseguir fornecer proteção total. Ao contrário do *Patriot*, o *MEADS* não tem zonas mortas e pode intercepar qualquer ameaça em qualquer direção. Segundo Kee (2013), uma única unidade *MEADS* poderá proteger quaisquer interesses nacionais em qualquer parte do globo. Uma Bateria equipada com o *MEADS* “pode proteger uma área até oito vezes maior à do *Patriot*, utilizando menos componentes e custaria, em termos monetários, menos do que fazer uma atualização ao *Patriot*” (Kee, 2013, p.2).

Enquanto no sistema *Patriot* o C2 residia no ECS e no posto de comando da Bateria, no *MEADS* os dois componentes combinam-se no sistema de comando, controlo, comunicações, computadores, informações e gestão das operações (*Battle Management Command, Control, Communications, Computers and Intelligence - BMC4I*). Com o BMC4I foi melhorada a “perceção operacional, as comunicações, a interoperabilidade<sup>78</sup>, a

---

<sup>73</sup> Três Dimensões.

<sup>74</sup> *Battle Management Command, Control, Communications, and Intelligence*.

<sup>75</sup> Anexo I – Transformações da AAA em curso nos EUA (Figura 20).

<sup>76</sup> Este radar “foi criado para fornecer cobertura a 360 graus, transmissão de dados com alta precisão para o míssil interceptador em pleno voo e detecção de ameaças aéreas a curto alcance” (Peruzzi, 2012, p. 15).

<sup>77</sup> *Ultra High Frequency*.

<sup>78</sup> A interoperabilidade significa que todos os meios são compatíveis o que permite a ligação entre eles, através da comunicação e partilha de informação. Essa informação está relacionada com: “o aviso prévio da

sua própria proteção, capacidade de vigilância, cobertura em 360 graus e foi incluído um sistema de manutenção integrado” (U.S. Army Air Defense Artillery School, 2007b, p. 5).

O sistema possuirá também “características que reduzam significativamente os problemas logísticos relacionados com o transporte<sup>79</sup>” (Benrós, 2002b, p. 51) e não só. Este sistema, comparativamente ao *Patriot*, foi criado para “fornecer poupanças significativas enquanto está a ser operado e também em custos de apoio, pois utiliza menos de metade de pessoal e requer menos de 80% de manutenção” (Kee, 2013, p.2), maximizando assim o seu poder de fogo e minimizando o peso logístico. A capacidade de transporte e de mobilidade tática será melhorada para este sistema defesa aérea e míssil. Quando pronto, o MEADS será o único sistema deste género a poder ser transportado por aeronaves de transporte táticas<sup>80</sup> em conjunto com as forças que visa proteger para que, quando chegar ao terreno, comece quase de imediato a operar. Essa grande capacidade de mobilidade permite que o sistema seja “facilmente colocado num TO com capacidade de acompanhar as rápidas movimentações das forças terrestres” (Rocha, Martins e Gonçalves, 2007, p.61).

### 3.2.2 *SLAMRAAM*<sup>81</sup>

Este sistema foi apresentado em 2005, no entanto ainda está em aperfeiçoamento e testes, muitos dos quais efetuados com elevada taxa de sucesso. A designação *Surfaced-Launched Advanced Medium Range Air-to-Air Missile (SLAMRAAM)* denomina uma plataforma de lançamento com 6 mísseis AMRAAM<sup>82</sup> montada numa viatura da família de viaturas médias táticas<sup>83</sup> (FMTV). Este sistema “é o escolhido pelo exército norte-americano como o próximo sistema *SHORAD*” (U.S. Army Air Defense Artillery School,

---

ameaça; transmissão de ordens de empenhamento; imagem radar comum e medidas de C2” (Leão, Mimoso, Ferreira, & Grilo, 2009).

<sup>79</sup> “Graças à poupança com os dois níveis de manutenção, alta confiabilidade, e deteção automática de falhas e prognósticos, menos pessoal, equipamento e exigências de transporte aéreo” (Peruzzi, 2012, p. 14).

<sup>80</sup> Exemplo destas aeronaves poderá ser o Hércules C-130, que está em uso operacional na Força Aérea Portuguesa.

<sup>81</sup> Anexo I – Transformações da AAA em curso nos EUA (Figura 21).

<sup>82</sup> O míssil AMRAAM é uma arma particularmente eficaz no combate ar-ar, com alcances que variam entre 50km e 165km, dependendo da versão e velocidade do avião lançador, ou 10 a 30km contra aviões em fuga. “Este míssil equipa já algumas aeronaves F-16 da Força Aérea Portuguesa, substituindo o míssil *Sidewinder*, da família do MIM-72 que equipa o sistema Chaparral” (Silva N. , 2011, p. 25).

<sup>83</sup> A proposta inicial visava utilizar veículos tipo *Humvee*, mas com a experiência no TO do Afeganistão, o Exército norte-americano considerou que a blindagem desses veículos não conferia proteção suficiente à guarnição.

2007d, p. 7), sendo considerado o substituto dos sistemas de armas que empreguem mísseis *Stinger*, nomeadamente o sistema de armas *Avenger*. O *SLAMRAAM* pretende dar ao exército norte-americano a capacidade de se empenhar contra “ameaças aéreas para além da linha de vista a maiores alcances do que os sistemas baseados nos mísseis *Stinger*” (Pike, 2011). O míssil que equipa este sistema tem como alcance máximo 33km e um teto de 15km, e visa combater a ameaça aérea convencional bem como UAV e CM.

Este sistema oferece cobertura em 360 graus, no entanto, “está apontado para o sector que lhe está atribuído ou área de responsabilidade” (Army-technology, 2012d). O *SLAMRAAM* também incorpora um sistema BMC4I através de um FDC, tal como o sistema *MEADS*, que inclui “radares, postos de comando, e sistemas de comunicações necessários para enviar os dados das ameaças aéreas às unidades de tiro” (Pike, 2011). De acordo com a *United States Air Defense Artillery School* (2008):

- O Radar AN/MPQ-64 *Sentinel*, considerado como os olhos do sistema, leva a cabo a vigilância bem como as funções de aquisição, identificação e seguimento das ameaças aéreas;
- O FDC é o seu sistema de C2 “escolhido do exército norte-americano como base da futura arquitetura do sistema BMC4I”;
- O míssil incorporado neste sistema é o míssil ar-ar eleito pelos EUA para os seus caças, tendo já dado provas em combate.

Segundo a *U.S. Army Air Defense Artillery School* (2008f), pretende-se que o *SLAMRAAM* venha a funcionar da mesma forma que uma aeronave de asa fixa<sup>84</sup>. O sistema utiliza o radar para adquirir a ameaça aérea e envia a informação ao centro de C2 (FDC), onde é processada para se proceder ao empenhamento. Depois de processada, a informação através da plataforma de lançamento, é enviada ao míssil para se conduzir o empenhamento. No entanto, enquanto todo este processo se realiza dentro da aeronave. No caso do *SLAMRAAM* o radar, o C2 e a plataforma de lançamento podem estar dispersos pelo campo de batalha estando ligados por transmissão de dados via rádio.

De acordo com Pike (2011), o Diretor da Avaliação e Teste Operacional (*Director, Operational Test & Evaluation*)<sup>85</sup>, aponta dois fatores que são essenciais para o empenhamento deste sistema. O primeiro refere-se às capacidades reais do míssil

---

<sup>84</sup> Apêndice E – Funcionamento do *SLAMRAAM* (Figura 1).

<sup>85</sup> A pessoa nomeada para este cargo é o principal assistente e conselheiro do secretário da defesa norte-americano em matéria de avaliação e teste operacional dos meios militares.

AMRAAM se empenhar contra UAV e CM. Em segundo, para este sistema ter sucesso, é crucial a integração do BMC4I.

Ao contrário do que acontece com os sistemas baseados no míssil *Stinger*, o *SLAMRAAM* apresenta também desvantagens. Segundo Pike (2011), este sistema não poder ser autonomamente empregue contra as ameaças aéreas, pois uma UT tem que receber primeiro a informação da ameaça aérea a partir do sistema BMC4I, incluindo mais informações vindas de outros sensores. O sistema BMC4I também identifica como uma ameaça aeronaves amigas, o que se torna bastante crítico já que o *SLAMRAAM* tem a capacidade de empenhamento para além da linha de vista. Esta capacidade não pode ser confiada em meios de identificação visual para distinguir aeronaves amigas de ameaças inimigas.

### **3.3 Defesas Antimíssil Balístico**

As forças armadas mais modernas, atualmente, estão à procura de sistemas antimíssil que possam ser projetáveis para proteger as suas forças ou até mesmo a população civil, contra as ameaças aéreas convencionais e também de UAV, CM, e mísseis balísticos. “Estudos mostram que esta ameaça está cada vez mais flexível, móvel, com maior grau de sobrevivência, confiabilidade e precisão” (DTIC, 2012, p. E-1). A necessidade dos vários países quererem desenvolver a capacidade de defesa antimíssil, para proteger o seu território, advém das “duas Guerras do Golfo como também as crises atuais nas várias regiões, como é o caso das duas Coreias, Índia e Paquistão, e Irão e Israel” (Peruzzi, 2012, p. 6). Estas defesas antimíssil cada vez requerem mais importância, visto que os países intervenientes nas crises anteriormente referidas possuem mísseis balísticos. Como a NATO prevê que 30 países já têm ou pensam adquirir tecnologia para a produção destes mísseis, muitos países como o caso dos EUA, Rússia, Emirados Árabes Unidos, e vários países europeus estão a olhar para o modo de atuação da NATO no que diz respeito à utilização de tipos de defesa contra esta ameaça. No caso da NATO, entre os países-membros que fornecem sistemas de armas, “o *Patriot* de fabrico norte-americano é o sistema mais utilizado globalmente, mas que será substituído pelo programa transatlântico MEADS. Ambos são confrontados pelo sistema de defesa aérea europeu *Aster SAMP/T*” (Peruzzi, 2012, p. 6).

A BMD da NATO foi estabelecida em setembro de 2005, tendo sido designada por Programa ALTBMD<sup>86</sup>, para proteção das forças destacadas da Aliança em TO. A arquitetura deste programa fornece ao Comandante da NATO a capacidade de defender as forças da NATO “que estejam localizadas dentro ou fora da Área de Responsabilidade da organização contra a ameaça representada pelos TBM com alcances que podem chegar aos 3000 km.” (Kiefer, 2011). Após a criação deste programa, vários estudos referentes à fiabilidade do mesmo foram efetuados por vários países-membros. Como consequência, e após as Cimeiras da NATO de Lisboa em novembro de 2010 e de Chicago em maio de 2012, o programa foi expandido para incluir também a proteção do território europeu e da população dos países membros da Aliança. À capacidade interina<sup>87</sup> de defesa contra mísseis balísticos de teatro, criada em 2010, seguiu-se a capacidade interina de defesa territorial em maio de 2012.

Os EUA, ao longo de vários anos, têm desenvolvido, testado e ao mesmo tempo implementado uma BMD<sup>88</sup> própria. O objetivo desta BMD visa a defesa contra mísseis balísticos de todos os alcances. “Como os mísseis balísticos possuem diferentes, alcances, velocidades, tamanhos e características de performance, a BMD norte-americana possui uma arquitetura integrada por camadas que fornece múltiplas oportunidades para destruir os mísseis e as suas ogivas antes que alcancem o seu objetivo” (MDA: U.S. DoD, s/d). Uma BMD genérica, de acordo com a *Missile Defense Agency* (MDA) do Departamento de Defesa (*Department of Defense – DoD*) dos EUA, tem a seguinte composição:

- Sensores, localizados em terra, no mar e inclusive no espaço para deteção e seguimento da ameaça;
- Mísseis intercetores baseados quer em terra quer no mar para destruir os mísseis balísticos utilizando a tecnologia “*hit-to-kill*”;
- Rede de *Command and Control, Battle Management, and Communications* (C2BMC) “que recolhe as informações dos vários sensores fornecendo a capacidade de planeamento para operações de defesa antimíssil e torna disponível a perceção da situação para todos os níveis do processo de decisão” (DoD, 2010, p. 21).

---

<sup>86</sup> Anexo J - Defesas Antimíssil Balístico (Figura 22).

<sup>87</sup> A capacidade interina deste sistema foi fornecida, através de diversos equipamentos fornecidos, pelos EUA. Esta capacidade inicial que oferece a máxima cobertura com os meios disponíveis para defender as populações, o território e as forças armadas dos países do sul da Europa, membros da NATO, contra ataques de mísseis balísticos. (NATO, 2012)

<sup>88</sup> Anexo J - Defesas Antimíssil Balístico (Figura 23).

A AAA continua a desempenhar um papel bastante importante nestes novos sistemas de BMD. Quer se esteja a falar na BMD da NATO ou dos EUA, os sistemas de armas de AAA<sup>89</sup> fornecem os mísseis interceptores terrestres. Ainda assim, o seu papel restringe-se ao empenhamento na defesa durante a fase terminal do voo dos mísseis balísticos.

### 3.4 Síntese Conclusiva

No caso norte-americano, o MEADS, foi o escolhido para ser o sucessor do já bastante reconhecido e mundialmente utilizado *Patriot*. Este sistema tem, como principais vantagens o colmatar das várias limitações do sistema *Patriot*, como é o caso do fluxo logístico e da mobilidade tática. Através das suas capacidades de cobertura a 360 graus e interoperabilidade, são aumentadas exponencialmente as capacidades da AAA na sua principal função de combate às ameaças aéreas.

O *SLAMRAAM* vem acrescentar a capacidade de empenhamento eficaz contra as novas ameaças aéreas com baixa assinatura eletromagnética, ao invés dos sistemas equipados com mísseis *Stinger*. Possui ainda a capacidade de se empenhar contra ameaças fora da linha de vista, o que permite um empenhamento mais prematuro. No entanto, este sistema não se empenha autonomamente perante uma ameaça aérea, pois necessita de receber informação do BMC4I inicialmente, e também tem a desvantagem de considerar como ameaças aeronaves amigas, o que torna crítico o seu empenhamento.

Com a proliferação da ameaça dos mísseis balísticos quer a NATO, englobando todos os seus países membros, quer os EUA estão a desenvolver BMD que os permitam obter proteção perante tal ameaça. A AAA não foi deixada de lado destes sistemas, onde está inserida na defesa durante a fase terminal de voo dos mísseis balísticos, fornecendo vários sistemas de armas *HIMAD*. Estes sistemas, partindo do solo, fornecem os mísseis interceptores que se irão empenhar contra as ameaças.

---

<sup>89</sup> *Aster SAMP/T30, MEADS, Patriot-PAC3 e THAAD.*

## Capítulo 4

### Prospetivas de Futuro

#### 4.1 Generalidades

Neste capítulo analisam-se as características atualmente necessárias para os sistemas de armas de AAA desempenharem eficazmente a sua missão. Atualmente, encontram-se em fase de testes vários sistemas de armas que não utilizam uma arma convencional mas sim tecnologia laser. Importa saber, no âmbito da AAA, que novas capacidades trará esta tecnologia para os sistemas de armas, e também que vantagens e desvantagens possui comparativamente às armas convencionais.

#### 4.2 Sistemas de armas de AAA *SHORAD*

O conceito de emprego dos futuros sistemas de armas de AAA *SHORAD* deverá ser alterado, como resultado da alteração das características das ameaças aéreas com que se podem vir a confrontar<sup>90</sup>. Dependendo do que se deseja proteger, as características dos sistemas de armas de AAA *SHORAD* serão diferentes.

Os sistemas de armas de AAA *SHORAD* deverão continuar a basear-se em sistemas modulares. Esta modularidade, visa permitir grande flexibilidade na sua utilização, bem como “igualar ou até mesmo exceder a capacidade de manobra das forças a proteger” (Hutchings & Street, 2001, p. 18). No entanto, apesar da modularidade, “o operador que lida com o sistema de armas tem de ter à mesma o controlo sobre o mesmo” (Veen, 2001, p. 2).

Os sistemas de armas de AAA *SHORAD*, de acordo com Hutchings e Street (2001), como características fundamentais, deverão:

---

<sup>90</sup> Apêndice F - Ameaça aérea e distribuição dos meios (Quadro 5).

- ser sistemas de todo-o-tempo, não sendo uma limitação por exemplo quando anoitece ou há nevoeiro;
- possuir uma letalidade maior contra ameaças aéreas pequenas, que voem a baixa altitude e com grande velocidade, comparado com os sistemas atuais devido à previsão da ameaça aérea ser maior;
- ter maior alcance de empenhamento, contra ameaças ágeis;
- fornecer fogos múltiplos e simultâneos, a partir de um único sistema, o que aumentará em muito a proteção AA contra mísseis *standoff*;
- poder ser empregues contra ameaças aéreas que não estejam em linha de vista (*Non Line Of Site* – NLOS), o que será essencial para abater helicópteros de ataque e para melhorar no global a eficácia dos sistemas de armas contra as ameaças aéreas;
- ser posicionados a uma maior distância dos radares, por forma a aumentar o desempenho do sistema e o espaço a proteger, contra ameaças a muito baixa altitude, permitindo um maior grau de flexibilidade e sobrevivência.

### **4.3 Sistemas de armas de AAA *HIMAD***

Os atuais sistemas de armas de AAA *HIMAD* têm capacidade de destruir as ameaças aéreas na sua fase terminal de voo. “A integração dos futuros sistemas de armas de AAA *HIMAD* com os subsistemas de C2 e deteção e alerta, será crucial para permitir a monitorização das trajetórias das ameaças aéreas, logo após o seu lançamento” (Mimoso, 2013). Um seguimento mais prematuro, segundo Mimoso (2013), permitirá aos futuros sistemas de armas de AAA *HIMAD* serem empenhados logo após o lançamento da ameaça aérea, para que a possibilidade de danos colaterais seja a mais ínfima possível.

Para o empenhamento ser mais prematuro, os sistemas *HIMAD* deverão possuir um maior alcance comparativamente aos que existem atualmente. A mobilidade é um fator cada vez mais a ter em conta visto que, caso o alcance dos sistemas não consiga ser aumentado, a necessidade de movimentar meios o mais rapidamente possível será de extrema importância. A capacidade de conseguir fornecer proteção a 360 graus também se apresenta como uma das condições necessárias aos novos sistemas *HIMAD*, permitindo assim um empenhamento contra qualquer ameaça aérea em qualquer direção, não dando

oportunidade a essas ameaças de explorarem as zonas não cobertas pelos sistemas de armas para infligir ataques.

#### 4.4 A tecnologia laser nos novos sistemas de armas de AAA

A ideia de implementar a tecnologia laser em sistemas de armas já não é recente. Segundo Garner (2002), essa ideia já era anunciada no auge do programa da Guerra nas Estrelas<sup>91</sup> na década de 80 pelo Presidente Reagan. Atualmente essa ideia está a ser posta em prática, chegando assim à “realidade de utilizar lasers de alta energia<sup>92</sup> em sistemas mortíferos” (Garner, 2002, p. 67). No entanto, o emprego generalizado desta tecnologia em operações “é ainda inviabilizado, devido à necessidade da existência de geradores de grandes dimensões, necessários ao fornecimento da muita energia consumida por estes meios” (Paradelo, 2009, p. 15), sendo que, ainda é considerada como uma “hipótese muito improvável que os sistemas de armas de AAA míssil sejam substituídos como o principal mecanismo letal pelos novos sistemas de armas que utilizam laser” (Hutchings & Street, 2001, p. 10). Apesar da tecnologia laser ainda “não possuir qualidade suficiente para ser utilizada na defesa aérea” (Ochsner, 2012, p.3), há a necessidade de evoluir nesta vertente. No entanto, segundo Ochsner (2012), será necessário também continuar a desenvolver a tecnologia que já exista atualmente, para permitir uma maior flexibilidade. Essa mesma flexibilidade é demonstrada na possibilidade de se poder escolher uma das várias tecnologias, sabendo de antemão que todas elas têm vantagens e desvantagens.

É provável que, nos próximos 10 a 15 anos, ocorrerão melhoramentos significativos nas tecnologias laser, “para que as mesmas possam ser integradas no ambiente de defesa aérea da NATO” (NATO, 2007, p. 5). Os avanços futuros contra ameaças aéreas de dimensões reduzidas, poderiam fornecer uma vantagem significativa, sobre um potencial adversário. Pelo fato de o laser propagar-se à velocidade da luz e a sua precisão a longo alcance resultar num impacto quase imediato na ameaça aérea, torna qualquer sistema equipado com esta tecnologia superior à maior parte das munições e aos sistemas de armas convencionais.” Como o seu tempo de voo é nulo, significa que pode ser empenhado

---

<sup>91</sup> Este programa visava a criação de um escudo de defesa contra mísseis nucleares.

<sup>92</sup> HEL – *High Energy Lasers*.

contra muitas mais ameaças aéreas comparado com uma arma convencional num certo período do tempo” (Angell, 2012, p. 117).

Em 2008, o exército norte-americano reconheceu o potencial da tecnologia dos HEL para futuros sistemas de armas. O contrato para o desenvolvimento de um demonstrador desta mesma tecnologia foi concedido à empresa *Boeing*. Especificamente na parte ligada à AAA, como justificação de tal contrato, encontra-se a possibilidade desta tecnologia poder ser empregue eficazmente contra a ameaça RAM. Essa capacidade AA móvel, poderá ser bastante útil para a proteção de pontos e áreas sensíveis e até mesmo de forças em deslocamento.

Apesar de esta tecnologia apresentar grandes vantagens, é também importante realçar alguns contras da utilização da mesma. Não deixariam de existir danos colaterais por se adotar esta tecnologia. A utilização de material refletor que dissipe ou reflita totalmente a energia vinda do laser, podendo causar “cegueira intencional temporária ou permanente” (Angell, 2012, p. 120), seria à primeira vista uma perfeita contra-arma para diminuir os efeitos desta tecnologia. Para que isso não aconteça, tem de haver esforços durante a pesquisa e desenvolvimento deste tipo de tecnologia para prever e colmatar os danos temporários ou permanentes que essa mesma tecnologia possa causar às nossas forças e, até mesmo, à população civil.

Quando se quer implementar tecnologia em algo, a própria tem custos financeiros associados que, apesar de nos HEL serem elevados, “a certa altura valerá a pena para a proteção da força”, já que o valor que essa tecnologia representa “é mínimo comparado à perda de um navio da marinha, de uma aeronave, de uma infraestrutura importante, de forças militares e até mesmo de população civil”(Angell, 2012, p. 120). Várias indústrias de defesa já testaram sistemas de defesa laser, entre as quais a *Northrop Grumman*, que através do seu laser tático de alta energia (*Tactical High Energy Laser - THEL*), conseguiu empenhar-se com eficácia contra ameaças RAM a um alcance de 5 km.

#### 4.4.1 MTHEL<sup>93</sup>

O laser tático móvel de alta energia (*Mobile Tactical High Energy Laser - MTHEL*) foi um projeto conjunto dos EUA e Israel, criado em apenas quatro anos. Ambos os países,

---

<sup>93</sup> Anexo K - Tecnologia Laser nos Sistemas de Armas de AAA (Figura 24).

no entanto, decidiram abandonar este projeto como resultado dos altos encargos financeiros e dos baixos resultados fornecidos no campo de batalha. Apesar de este projeto ter sido abandonado, e pela “relação entre o preço de custo e a eficácia dos mesmos ainda ser baixa” (Vaz, 2013), é essencial perceber o seu modo de funcionamento já que “o futuro da AAA passa por sistemas de armas laser” (Mimoso, 2013).

O MTHEL era um sistema baseado num contentor instalado num semi-reboque, que seria utilizado pelo exército norte-americano na defesa aérea, nomeadamente contra a ameaça RAM. No entanto, “outros estudos estavam em curso para verificar a possibilidade de UAV e aeronaves de asa fixa e de helicópteros poderem entrar no conjunto de ameaças a que este sistema podia fazer face.” (Garner, 2002, p. 68) Durante os testes efetuados com este sistema, foram destruídos “28 foguetes *Katyusha*, várias granadas de artilharia, sendo também empenhado com sucesso contra uma salva de granadas de morteiro” (Angell, 2012, p. 118).

O objetivo do programa THEL, segundo DSB (2001), visava demonstrar e testar a integração de um subsistema laser que geraria um raio laser de grande potência; um subsistema de pontaria e seguimento (*pointer-tracker*) para que o sistema seguisse opticamente as ameaças aéreas e direcionasse o laser ao encontro das mesmas; e um subsistema de comando, controlo, comunicações, e informações (C3I) que controlaria e monitorizaria o sistema MTHEL como um todo fornecendo, entre outros elementos, a aquisição de alvos aéreos através do radar de controlo de tiro, gestão de empenhamentos e controlo de danos.

#### **4.5 Síntese Conclusiva**

Apesar dos grandes desenvolvimentos que se têm verificado na indústria de defesa, no que se refere ao combate às ameaças aéreas, nota-se que continuará a assistir-se a uma complementaridade no emprego dos sistemas de armas de AAA. A combinação de meios *SHORAD* e *HIMAD* continuará a ser uma realidade já que, por mais sistemas de armas que se criem não possuem, cada um deles por si só, a capacidade de conseguir combater todas as ameaças aéreas com sucesso. Para além do mais, esta combinação visa colmatar as limitações e potenciar as possibilidades de cada sistema de armas para que a sua função seja desempenhada o mais eficazmente possível. Independentemente da família da altura

de intervenção, os sistemas deverão possuir uma maior mobilidade, ser projetáveis, com capacidade de serem multitarefa, e interoperáveis se desempenharem um papel importante no apoio às operações militares.

Os meios *SHORAD* continuarão a assentar numa lógica de modularidade permitindo grande flexibilidade de emprego, atendendo à preocupação de serem sistemas a todo-o-tempo. Os meios *HIMAD* terão de ter a capacidade de serem empenhados numa fase mais inicial de voo da ameaça aérea. Atualmente o seu emprego apenas se limita à fase terminal, pelo que caso o empenhamento não tenha sucesso, o risco de serem infligidos danos nas nossas forças ou até mesmo danos colaterais é muito maior. Para que tal não aconteça, uma maior capacidade de manobrabilidade bem como um maior alcance, será a base dos futuros meios *HIMAD*.

O emprego da tecnologia laser em sistemas de armas, nomeadamente de AAA, ainda é um acontecimento recente. Porém, é uma área que vários exércitos já demonstraram grande interesse investigar, devido às suas valências no combate às várias ameaças aéreas, nomeadamente RAM. Contudo, os recursos financeiros empregues no desenvolvimento de tais meios e a sua relação com a eficácia pretendida ainda está longe de ser ideal, bem como a hipótese de provocar sérios danos colaterais será merecedora de uma redobrada atenção.

## Conclusões e Propostas

### Introdução

Tendo como base as ilações retiradas nos anteriores capítulos desta investigação, neste capítulo são verificadas as hipóteses que foram levantadas inicialmente e são respondidas as questões derivadas, para que no final a questão central seja respondida.

Após ser respondida a questão central são referidas algumas reflexões, limitações identificadas durante esta investigação e, por fim, algumas propostas para serem realizadas investigações futuras.

### Verificação das hipóteses, das questões derivadas e questão central

**Quanto à Questão Derivada nº1 “Deverão as novas ameaças aéreas ser objeto de maior preocupação face às ameaças aéreas convencionais?”** Pela caracterização da nova ameaça aérea (CM, RAM, TBM e UAV) constatou-se que a mesma é considerada como dominante, e que possui grande agilidade, superfície radar muito reduzida e possui a capacidade de voar a muito baixas altitudes. A dificuldade para a sua deteção torna-se acrescida, obrigando a que os tempos de resposta sejam mais curtos. Essa dificuldade, aliada à possibilidade de, atualmente, não se prever nenhum conflito em que não haja supremacia aérea, diminui a probabilidade de recurso à ameaça aérea convencional. Assim, verifica-se que a preocupação com as novas ameaças aéreas venha a ser exponencial ao longo dos anos. Dentro das novas ameaças aéreas, a RAM e TBM são encaradas com extrema preocupação. A ameaça RAM possui o binómio de aliar o seu baixo custo à possibilidade de criar grandes danos (baixo custo/ altamente remunerador). O número de ataques através de RAM às forças terrestres da NATO destacadas nos vários TO tornou-se uma constante, tendo não só impacto a nível militar mas também a nível da opinião pública, o que originou a criação de sistemas de armas de AAA específicos para combater esta ameaça. A proliferação de TBM, em que direta ou indiretamente está na posse de três

dezenas de países, apresenta-se como uma ameaça que cada vez mais requer atenção. A ameaça do uso de mísseis balísticos por partes dos países que os possuem, recai sobre a variedade de alcances dos mesmos, desde SRBM e MRBM até a mísseis balísticos intercontinentais, e os danos que podem vir a provocar acrescem a preocupação a nível internacional. Quer a NATO quer os EUA não fogem à regra acerca desta preocupação, estando a desenvolver defesas antimíssil para evitar os efeitos deste tipo da ameaça. Atualmente essa preocupação cresceu com a situação na Península da Coreia, em que a ameaça do recurso a mísseis balísticos por parte da Coreia do Norte, levou a que os países ameaçados de serem o alvo desta ameaça, dispusessem no terreno os seus sistemas de armas de AAA para fazer face ao eventual emprego dos mesmos.

Com o que foi referido, a Hipótese 1 – **“As novas ameaças aéreas deverão ser objeto de maior preocupação face às ameaças aéreas convencionais”** é validada totalmente.

**Quanto à Questão Derivada nº2 “Serão as capacidades presentes nos atuais sistemas de armas de AAA suficientes para fazer face às novas ameaças aéreas?”** Pelos sistemas de armas de AAA que atualmente equipam os países-membros da NATO, não existe um único sistema com capacidades suficientes para ser empregue contra todas as novas ameaças aéreas.

Na generalidade, os sistemas *SHORAD* atuais apresentam maiores alcances e são facilmente projetáveis, podendo rapidamente ser deslocados por via terrestre, marítima e aérea para onde for solicitado. Os sistemas canhão mais recentes estão altamente vocacionados para a ameaça RAM, de forma a garantir a proteção eficaz das forças terrestres e de instalações. Nos sistemas míssil, os mísseis que atualmente existem têm a possibilidade de serem utilizados por sistemas míssil ligeiro e *MANPAD* (capacidade modular); não são empasteláveis, ou seja, podem ser empregues num ambiente de guerra electrónica (o que no caso dos mísseis utilizados nos sistemas de armas Chaparral no Exército Português não acontece); são sistemas todo-o-tempo (no caso do *Stinger* não), permitindo a sua utilização sem evidenciar perdas de eficácia independentemente da alteração das condições atmosféricas.

Nos sistemas *HIMAD*, as grandes desvantagens existentes no sistema *Patriot* passam por não ter capacidade de conferir proteção AA em 360 graus e grandes dificuldades de mobilidade e manobrabilidade. Um dos fatores mais importantes que vem a ser corrigido, à medida que novos sistemas de armas *HIMAD* são desenvolvidos, visa a capacidade chave de conferir proteção AA em 360 graus, já que a nova ameaça aérea

possui características propícias a que a sua detecção por parte dos radares seja tardia. Na atualidade, surge também a necessidade dos sistemas *HIMAD* tornarem-se em sistemas modulares e rapidamente transportáveis para onde sejam solicitados, para que os problemas logísticos e de mobilidade sejam substancialmente reduzidos.

Os sistemas atualmente em fase de desenvolvimento e até mesmo os futuros, têm e terão como base de partida, as limitações e lacunas detetadas nos vários materiais já existentes, com o objetivo de serem criados sistemas de armas que irão certamente conferir uma melhor proteção das forças terrestres e de infraestruturas.

No caso português, os sistemas de armas de AAA são claramente vocacionados para a ameaça aérea convencional, como é referido nas possibilidades do GAAA no seu QO aprovado em 29 de junho de 2009, que refere apenas a proteção contra aeronaves hostis a baixa e muito baixa altitude. No entanto, com a aprovação desse mesmo QO e com o relatório elaborado pelo EME já em 2013, prespetiva-se que essa situação possa ser alterada através de propostas que visão a aquisição de novos sistemas de armas de AAA.

Com o que foi referido, a Hipótese 2 – **“Atualmente os sistemas de armas têm capacidades suficientes para fazer face às novas ameaças aéreas”** é validada parcialmente.

**Quanto à Questão Derivada nº3 “Continuará a ser ideal a combinação dos vários sistemas de armas de AAA *SHORAD* e *HIMAD* para o combate das novas ameaças aéreas?”** A transformação da AAA, através da criação de unidades mistas com a combinação de sistemas de armas de AAA *SHORAD* e *HIMAD*, permitem que as limitações de um sistema sejam colmatadas com as possibilidades de outro. Perante as novas ameaças aéreas, os sistemas *HIMAD* continuaram a estar mais vocacionados, como acontece atualmente, para a proteção contra os mísseis balísticos. Por sua vez os sistemas *SHORAD*, para além de continuarem a estar vocacionados para a proteção AA contra a ameaça convencional bem como RAM e UAV, continuarão a fornecer proteção aos sistemas *HIMAD*, inclusive contra ataques terrestres.

No caso português, a inserção de uma BtrAAA *HIMAD* no QO do GAAA visa incrementar as possibilidades da nossa AAA, podendo conferir proteção a todo o território nacional. No entanto, atualmente, a aquisição de uma unidade *HIMAD* não consta como primeira prioridade, devido à necessidade prioritária de substituição dos sistemas *SHORAD* em uso.

Para o combate das novas ameaças aéreas é necessária a interoperabilidade de meios para permitir a partilha de informação relacionada com: o aviso prévio da ameaça;

transmissão de ordens de empenhamento; imagem radar comum e medidas de C2, para que a capacidade de resposta contra as mesmas seja a mais atempada possível. Com a atual criação das defesas antimíssil balístico, essa interoperabilidade é essencial e verifica-se, combinando vários sistemas de armas de AAA com os vários radares.

Com o que foi referido a Hipótese 3 – **“A criação de unidades mistas com vários sistemas de armas de AAA SHORAD e HIMAD é o ideal para o combate das ameaças aéreas.”** é validada totalmente.

Após terem sido respondidas as várias questões derivadas, estão reunidas as condições para se responder à **Questão Central “Face às ameaças aéreas da atualidade serão os sistemas de armas de AAA necessários para a proteção do campo de batalha?”** Pode-se afirmar que os sistemas de armas de AAA desempenham, atualmente, um papel fundamental para a proteção do campo de batalha através do combate às ameaças aéreas. As preocupações evidenciadas pelos países-membros da NATO, no que se refere às novas ameaças aéreas (nomeadamente mísseis balísticos e RAM), potenciaram o processo de atualização dos sistemas de armas de AAA atuais e o desenvolvimento de novos sistemas, recorrendo até à tecnologia laser. A configuração das unidades, para efetuarem a proteção das forças terrestres e de pontos sensíveis, continuará a basear-se na combinação de meios *SHORAD* e *HIMAD* por gerarem um aumento de capacidades e diminuição de limitações dos sistemas de armas. A criação das defesas antimíssil reforça a importância dos sistemas de armas de AAA estando os mesmos a cabo da interceção na fase terminal de voo dos mesmos.

Em suma, a combinação da nova ameaça aérea com as necessidades que advêm das transformações dos exércitos, leva inevitavelmente ao desenvolvimento de novos sistemas de armas. Através destes sistemas de armas, a AAA, continuará a ser o elemento vital das forças terrestres que garante a proteção do campo de batalha.

## **Recomendações**

Ao longo da elaboração deste trabalho, no que diz respeito à consulta da doutrina de AAA existente em Portugal, denotou-se que o Regulamento de Tática de Artilharia Antiaérea (RC 18-100) do Exército Português se encontra desatualizado. Assim sendo, o Exército Português, sendo um dos países-membros da NATO, deverá possuir doutrina de

AAA atualizada. Desde a data de elaboração deste Regulamento que vários acontecimentos, como o aparecimento de uma nova tipologia de ameaça aérea, fizeram com que a doutrina ao nível internacional fosse constantemente alterada para que se pudesse continuar a fornecer uma proteção AA eficaz através do combate às mesmas. No caso português, a elaboração de um novo Regulamento deveria ser considerada como uma prioridade.

### **Limitações da Investigação**

Para este trabalho, cuja investigação está muito baseada nas novas ameaças aéreas e pela delimitação temporal, foi difícil selecionar sistemas de armas de AAA principalmente *HIMAD*, para além dos que estão em uso no exército norte-americano. Na maior parte das Forças Armadas dos países-membros da NATO, os sistemas de armas que têm como missão o combate às novas ameaças aéreas, estão entregues às Forças Aéreas nacionais.

### **Investigações Futuras**

Da mesma maneira que este trabalho abordou os sistemas de armas de AAA, é pertinente também uma investigação sobre o atual desempenho e o papel dos Radares de AAA face às novas ameaças aéreas. Em termos de sistemas de armas de AAA, e mais concretamente no caso português, era importante fazer uma investigação sobre os meios adequados para equipar as BtrAAA, bem como as alterações aos QO que da aquisição de novos sistemas de armas possam advir.

---

## Bibliografia

- Almeida, A. (13 de março de 2013). Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea. *Atualidade e Prospetiva*. (R. J. Mainha, Entrevistador)
- Almeida, C. (12 de março de 2013). Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea. *Atualidade e Prospetiva*. (R. J. Mainha, Entrevistador)
- Almeida, V., & Vaz, N. (julho a setembro de 2000). Sistemas Míssil THAAD e ARROW. *Revista de Artilharia*, p. 273-281.
- Angell, A. (janeiro de 2012). *The High-Energy Laser: Tomorrow's Weapon to Improve Force Protection*. Obtido em 22 de março de 2013, de National Defence University: [http://www.ndu.edu/press/lib/pdf/jfq-64/JFQ-64\\_115-121\\_Angell.pdf](http://www.ndu.edu/press/lib/pdf/jfq-64/JFQ-64_115-121_Angell.pdf)
- Army-technology. (2012a). *Aster 30 SAMP/T – Surface-to-Air Missile Platform / Terrain*. Obtido em 16 de fevereiro de 2013, de Army-technology: <http://www.army-technology.com/projects/aster-30/>
- Army-technology. (2012b). *MEADS (Medium Extended Air Defence System)*. Obtido em 16 de fevereiro de 2013, de Army-technology: <http://www.army-technology.com/projects/meads/>
- Army-technology. (2012c). *NBS MANTIS Air Defence Protection System*. Obtido em 16 de fevereiro de 2013, de Army-technology: <http://www.army-technology.com/projects/mantis/>
- Army-technology. (2012d). *Surface-Launched AMRAAM (SL-AMRAAM / CLAWS)*. Obtido em 16 de fevereiro de 2013, de Army-technology: <http://www.army-technology.com/projects/surface-launched/>
- AUSA. (Outubro de 2009). *Army Magazine*. Obtido em 4 de março de 2013, de Association of United States Army: [http://www.ausa.org/publications/armymagazine/archive/2009/10/Documents/weapons\\_missiles.pdf](http://www.ausa.org/publications/armymagazine/archive/2009/10/Documents/weapons_missiles.pdf)
- Benrós, J. (outubro de 2002a). A Artilharia Antiaérea nas Operações de Apoio à Paz. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 2, II Série, p. 10-13.
- Benrós, J. (outubro de 2002b). Medium Extended Air Defense System (MEADS). *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 2, II Série, p. 50-53.

- 
- Benrós, J. (outubro de 2005). A Artilharia Antiaérea na transformação do Exército. *Boletim da Artilharia Antiaérea, n° 5, II Série*, p. 18-26.
- Borges, J. (outubro de 2005). As ameaças globais e a defesa aérea em Portugal. *Boletim da Artilharia Antiaérea, n° 5, II Série*, p. 15.
- Calhaço, N. (outubro de 2009). Capacidade de Média Altitude. *Boletim da Artilharia Antiaérea, n° 9, II Série*, p. 24-30.
- Casinha, A. (outubro de 2011). Os Radares de Artilharia Antiaérea face ao novo ambiente operacional. *Boletim da Artilharia Antiaérea, n° 11, II Série*, p. 14.
- Casinha, A. (14 de março de 2013). Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea. Atualidade e Prospetiva. (R. J. Mainha, Entrevistador)
- Chan, F., & Scarr, S. (04 de abril de 2013). *Extra line of defense*. Obtido em 10 de 2013, de Thomson Reuters: <http://blog.thomsonreuters.com/index.php/extra-line-of-defense-graphic-of-the-day>
- Chankin-Gould, S., & Schroeder, M. (janeiro de 2004). *Man-Portable Air Defense System (MANPADS) Proliferation*. Obtido em 02 de março de 2013, de Federation of American Scientists: <http://www.fas.org/programs/ssp/asmp/MANPADS.html#8>
- Coimbra, A. (outubro de 2005). Editorial. *Boletim de Artilharia Antiaérea, n°5, II Série*, p. 3.
- Coimbra, A. (julho de 2006). Editorial. *Boletim de Artilharia Antiaérea, n°6, II Série*, p. 3.
- Coimbra, A. (outubro a dezembro de 2011). O Ambiente Estratégico Internacional e as exigências que se colocam à Artilharia. *Revista de Artilharia*, p. 334-335.
- Couto, A. (1988). *Elementos de Estratégia, Apontamentos para um curso*. Lisboa: Instituto de Altos Estudos Militares.
- Davis, J. (2011). *Revista da NATO*. Obtido em 5 de fevereiro de 2013, de NATO: <http://www.nato.int/docu/review/2011/11-september/NATO-US-Perspective-9-11/PT/index.htm>
- Defense Industry Daily. (16 de janeiro de 2013). *Finland Updating Its Air Defense Systems*. Obtido em 16 de fevereiro de 2013, de Defense Industry Daily: <http://www.defenseindustrydaily.com/finland-updating-its-air-defense-systems-05398/>
- Defense Management. (2011). *PROFILE- The RBS 70 NG VSHORAD system*. Obtido em 11 de março de 2013, de Defense Management: [http://www.defencemanagement.com/article.asp?id=541&content\\_name=Modernising%20Defence&article=18121](http://www.defencemanagement.com/article.asp?id=541&content_name=Modernising%20Defence&article=18121)
-

- Department of the U.S. Army. (2000). *FM 3-01.7 - Air Defense Artillery Brigade Operations*. Washington, DC: Department of the U.S. Army.
- Department of the U.S. Army. (2007). *FM 3-01.11 - Air Defense Artillery Reference Handbook*. Washington, DC.: Department of the U.S. Army.
- Department of the U.S. Army. (2009). *FM 3-01 - U.S. Army Air and Missile Defense Operations*. Washington, DC: Department of the Army.
- Dias, J. (abril a junho de 2010). A Evolução dos Materiais de Artilharia Antiaérea em Portugal. *Revista de Artilharia*, p. 170-189.
- Diretiva Operacional do CEMGFA n.º /07 de 2007.
- Diretiva Operacional do CEMGFA nº4 de 2010.
- Diretiva Operacional do CEMGFA nº5 de 2010.
- DoD. (fevereiro de 2010). *Ballistic Missile Defense Review Report*. Obtido em 02 de abril de 2013, de U.S. Department of Defense: [http://www.defense.gov/bmdr/docs/BMDR%20as%20of%2026JAN10%200630\\_for%20web.pdf](http://www.defense.gov/bmdr/docs/BMDR%20as%20of%2026JAN10%200630_for%20web.pdf)
- DSB. (junho de 2001). *High Energy Laser Weapon Systems Applications*. Obtido em 20 de março de 2013, de Defense Science Board: <http://www.acq.osd.mil/dsb/reports/ADA394880.pdf>
- DTIC. (23 de março de 2012). *Joint Publication 3-01 - Countering Air and Missile Threats*. Obtido em 12 de março de 2013, de Defense Technical Information Center: [http://www.dtic.mil/doctrine/new\\_pubs/jp3\\_01.pdf](http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp3_01.pdf)
- EME. (1997). *RC 18-100 Regulamento de Tática de Artilharia Antiaérea*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EME. (29 de junho de 2009). *Quadro Orgânico do GAAA/ FApGer nº 24.0.55*. Queluz: Estado-Maior do Exército.
- EME. (2012). *PDE 3-00 Operações*. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EME. (2013). *Reflexões sobre a organização da Artilharia – Futuro Sistema de Forças Nacional*, Lisboa, EME.
- Escorrega, L. (19 de fevereiro de 2010). *A Segurança e os “Novos” Riscos e Ameaças: Perspectivas Várias*. Obtido em 13 de fevereiro de 2013, de Revista Militar: [http://www.revistamilitar.pt/artigopdf.php?art\\_id=499](http://www.revistamilitar.pt/artigopdf.php?art_id=499)
- Eshel, N. (11 de fevereiro de 2011). *MANPADS Revitalized with Red-Sky II*. Obtido em 02 de março de 2013, de Defense-Update.com: [http://defense-update.com/20110211\\_red-sky-2.html](http://defense-update.com/20110211_red-sky-2.html)

- Fargo, M. (10 de dezembro de 2012). *CSIS: Center for Strategic & International Studies*. Obtido em 18 de fevereiro de 2013, de CSIS: <http://csis.org/blog/iron-dome-and-us-short-range-missile-defense>
- Fernández, M. (dezembro de 2012). Tendencias de Artillería. *Memorial De Artillería nº168*, p. 21.
- Ferreira, J. (julho a setembro de 2011). A Defesa Antiaérea de Infraestruturas Críticas. *Revista de Artilharia*, p. 312.
- Folgado, N. (outubro de 2011). Sistemas Canhão - actualidade e possibilidades de reequipamento. *Boletim da Artilharia Antiaérea, nº 11, II Série*, p. 18-22.
- Garner, J. (fevereiro de 2002). *Fighting At the Speed Of Light*. ARMY Magazine, p. 67-70. Obtido em 4 de março de 2013, de Association of United States Army: [http://www.ausa.org/publications/armymagazine/archive/2002/2/Documents/Garner\\_0202.pdf](http://www.ausa.org/publications/armymagazine/archive/2002/2/Documents/Garner_0202.pdf)
- George C. Marshall Institute. (05 de dezembro de 2012). *Terminal High Altitude Area Defense (THAAD)*. Obtido em 20 de fevereiro de 2013, de Missile Threat: <http://missilethreat.com/defense-systems/terminal-high-altitude-area-defense-thaad/?country=united-states#united-states>
- Gil, A. (setembro de 2010). *Método de Pesquisa Social*. Obtido em 20 de fevereiro de 2013, de Baixar Bons Livros: <http://baixarbonslivros.blogspot.pt/2011/09/metodos-e-tecnicas-de-pesquisa-social.html>
- Global Security. (2011). *THEL*. Obtido em 11 de março de 2013, de GlobalSecurity.org: <http://www.globalsecurity.org/space/systems/images/thel-image4.jpg>
- Heleno, R. (dezembro de 2012) *CI.1 –Defesa Aérea*, 138 diapositivos.
- Hutchings, P., & Street, N. (2001). *Future Short Range Ground Based Air Defence: System Drivers, Characteristics and Architectures*. Obtido em 15 de fevereiro de 2013, de Defense Technical Information Center: <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf&AD=ADP010848>
- Iglesias, D. F. (dezembro de 2012). Tendencias en la defensa contra misiles balísticos a gran altitud: Sistemas THAAD y Aegis Ashore. *Memorial De Artillería nº168*, p. 55-56.
- INE. (2010). *Portugal em números*. Obtido em 04 de abril de 2013, de Instituto Nacional de Estatística: [http://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=137333224&att\\_display=n&att\\_download=y](http://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=137333224&att_display=n&att_download=y)

- Kee, G. (fevereiro de 2013). *The Need for MEADS*. Obtido em 10 de abril de 2013, de Integrated Air & Missile Defence 2013: <http://www.airmissiledefenceevent.com/media/6571/2990.pdf>
- Kiefer, D. (julho de 2011). *ALTBMD*. Obtido em 18 de março de 2013, de Defense Technical Information Center: <http://www.dtic.mil/ndia/2011IAMD/DaveKiefer.pdf>
- Kongsberg. (janeiro de 2013). *NASAMS Air Defense System*. Obtido em 24 de março de 2013, de Kongsberg: [http://www.kongsberg.com/en/kds/products/groundbasedairdefencesystems/nasams/~media/KDS/Files/Products/Air%20Defense%20Systems/Brochures/NASAMS%20Brosjyre%20A4\\_Januar%202013.ashx](http://www.kongsberg.com/en/kds/products/groundbasedairdefencesystems/nasams/~media/KDS/Files/Products/Air%20Defense%20Systems/Brochures/NASAMS%20Brosjyre%20A4_Januar%202013.ashx)
- Ladeiro, B. (outubro de 2009). Capacidade de Protecção em Movimento. *Boletim da Artilharia Antiaérea, n° 9, II Série*, p. 32-33.
- Leão, G., Mimoso, C., Ferreira, A., & Grilo, D. (07 de janeiro de 2009). *A Integração da AAA Nacional no Sistema de Defesa Aérea do Território*. Obtido em 15 de fevereiro de 2013, de Revista de Artilharia: [http://www.revista-artilharia.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=56&Itemid=33](http://www.revista-artilharia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=56&Itemid=33)
- Loureiro, R. (2012). *Comando e Controlo, um potenciador das capacidades da Artilharia Antiaérea*. Dissertação de Mestrado, Academia Militar, Lisboa.
- MDA. (15 de janeiro de 2013a). *Terminal High Altitude Area Defense*. Obtido em 18 de março de 2013, de Missile Defense Agency: <http://www.mda.mil/global/documents/pdf/thaad.pdf>
- MDA. (15 de janeiro de 2013b). *The Ballistic Missile Defense System (BMDS)*. Obtido em 18 de março de 2013, de Missile Defense Agency: <http://www.mda.mil/global/documents/pdf/bmds.pdf>
- Military Technology. (14 de novembro de 2011). *RBS 70 NG - A New Generation of VSHORAD Systems*. Obtido em 20 de março de 2013, de MILITARY TECHNOLOGY: <http://www.miltechmag.com/2011/11/rbs-70-ng-new-generation-of-vshorad.html>
- Mimoso, J. (08 de março de 2013). Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea. Atualidade e Prospetiva. (R. J. Mainha, Entrevistador)
- Mouta, L. (outubro de 2011). Artilharia Antiaérea de média e alta altitude (HIMAD). *Boletim da Artilharia Antiaérea, n° 11, II Série*, p. 32-38.

- NATO. (09 de maio de 2007). *NATO AIR DEFENCE PLANNING GUIDANCE*. Obtido em 10 de março de 2013, de <http://katalog.unob.cz/konferencpvo11/Sedliacik/Ostatn%C3%AD%20material/C-M-2007-0036%20-%20NATO%20AD%20Planning%20Guidance.pdf>
- NATO. (2007). *Capability/Statements*.
- NATO. (outubro de 2012). *NATO Ballistic Missile Defence (BMD)*. Obtido de [http://www.nato.int/nato\\_static/assets/pdf/pdf\\_2012\\_10/20121008\\_media-backgroundunder\\_Missile-Defence\\_en.pdf](http://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_2012_10/20121008_media-backgroundunder_Missile-Defence_en.pdf)
- NATO. (s.d.). *Ballistic Missile Defence Programme*. Obtido em 22 de março de 2013, de NATO Communications and Information Agency: <http://bmd.ncia.nato.int/Pages/default.aspx>
- NATO. (04 de abril de 2013). *NATO Integrated Air and Missile Defence*. Obtido em 10 de abril de 2013, de North Atlantic Treaty Organization: [http://www.nato.int/cps/en/natolive/topics\\_8206.htm](http://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_8206.htm)
- Nilsen, S. (2012). *Ground-Based Air Defence – The Porcupine Approach*. Obtido em 12 de março de 2013, de International Relations and Security Network: [http://mercury.ethz.ch/serviceengine/Files/ISN/146390/ichaptersection\\_singledocument/8fd16ca1-a1e9-46c2-bec6-241db028428d/en/5.pdf](http://mercury.ethz.ch/serviceengine/Files/ISN/146390/ichaptersection_singledocument/8fd16ca1-a1e9-46c2-bec6-241db028428d/en/5.pdf)
- NSA. (03 de abril de 2013). *AAP-6 Edition 2013 - NATO Glossary of Terms and Definitions*. Obtido em 10 de abril de 2013, de NATO Standardization Agency: <http://nsa.nato.int/nsa/zPublic/ap/aap6/AAP-6.pdf>
- Ochsner, F. (dezembro de 2012). *Integrated Air & Missile Defence*. Obtido em 10 de abril de 2013, de Integrated Air & Missile Defence: <http://nsa.nato.int/nsa/zPublic/ap/aap6/AAP-6.pdf>
- Paradelo, A. (outubro de 2009). Capacidade C-RAM. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 9, II Série, p. 10-15.
- Paradelo, A. (Outubro-Dezembro de 2010). Defesa Aérea nas Operações em Áreas Edificadas. *Revista de Artilharia*, p. 374-379.
- Páscoa, T. (outubro de 2009). Capacidade de Projecção. *Boletim de Artilharia Antiaérea*, nº 9, II Série, p. 20.
- Perdigão, H. (outubro de 2005). A Artilharia Antiaérea face às "novas" ameaças. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 5, II Série, p. 28-35.
- Peruzzi, L. (julho a agosto de 2012). *European Defence & Security Review*. Obtido em 02 de abril de 2013, de European Security and Defence Press Association: <http://www.esdpa.org/wp-content/uploads/EDR4-juill-aout2012.pdf>

- Pestana, J. (março a abril de 1990). Necessidade de Defesa Antiaérea. *Revista de Artilharia*, p. 407.
- Pike, J. (07 de julho de 2011). *SLAMRAAM [Surfaced-Launched Advanced Medium Range Air-to-Air Missile]*. Obtido em 22 de fevereiro de 2013, de GlobalSecurity.org: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/slamraam.htm>
- Quivy, R., & Campenhout, L. V. (2008). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (5ªed.). Lisboa: Gradiva.
- RAAA1. (outubro de 2002). A Artilharia Antiaérea em Portugal. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 2, II Série, p. 26-33.
- Ramalho, J. (2011). *Exército Português: Uma Visão - Um Rumo - Um Futuro*. Lisboa.
- Raytheon. (2002). *How Patriot Missiles Work*. Obtido em 12 de abril de 2013, de HowStuffWorks: <http://static.howstuffworks.com/gif/patriot-diagram-large.gif>
- Raytheon. (2006). *Land-Based Phalanx Weapon System*. Obtido em 16 de fevereiro de 2013, de Air Defence Artillery: [http://www.airdefenseartillery.com/ada\\_website\\_08/attach/C-RAM%202.pdf](http://www.airdefenseartillery.com/ada_website_08/attach/C-RAM%202.pdf)
- Reis, F. (2010). *Como Elaborar uma Dissertação de Mestrado*. Lisboa: Pactor.
- Rocha, S., Martins, J., & Gonçalves, N. (outubro de 2007). Tendência Europeia dos Sistemas de Artilharia Antiaérea. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 7, II Série, p. 53-64.
- Rodrigues, C. (outubro de 2007). O que se estará a passar com o futuro da nossa Antiaérea? *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 7, II Série, p. 6-8.
- Salvado, N. (outubro de 2006). Sistemas HIMAD. *Boletim de Artilharia Antiaérea*, nº 6, II Série, p. 35-50.
- Salvado, N., Alvarinho, R., & Geraldês, S. (outubro de 2005). A Artilharia Antiaérea na guerra assimétrica. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº 5, II Série, p. 40-48.
- Salvador, C. (outubro de 2006). Sistemas de armas SHORAD. *Boletim da Artilharia Antiaérea*, nº6, II Série, p. 7-15.
- Santos, E. & Gouveia H. (maio de 2013) *Lição nº16 -Batalha Ar-Terra*, 43 diapositivos.
- Sarmiento, M. (2008). *Guia Prático sobre Metodologia Científica* (1ª ed.). Lisboa: Universidade Lusíada Editora.
- Strategy Page. (25 de maio de 2009). *Phalanx And The Centurion*. Obtido em 20 de fevereiro de 2013, de Strategy Page: <http://www.strategypage.com/htm/htada/20090525.aspx>

- Silva, J. (janeiro a março de 1997). Modernização de Armas de Artilharia Antiaérea. *Revista de Artilharia*, p. 165-175.
- Silva, N. (outubro de 2011). Sistema Míssil Ligeiro - actualidade e possibilidades de reequipamento. *Boletim da Artilharia Antiáerea, nº11, II Série*, p. 26-32.
- UN. (dezembro de 2004). *A more secure world: Our shared responsibility*. Obtido em 25 de fevereiro de 2013, de United Nations: <http://www.un.org/secureworld/report2.pdf>
- U.S. Army Air Defense Artillery School. (setembro de 2007a). Elo F - THAAD. *Air and Missile Defense (AMD) Organization and Weapon System*, 38 diapositivos.
- U.S. Army Air Defense Artillery School. (setembro de 2007b). Elo G - MEADS. *Air and Missile Defense (AMD) Organizations and Weapon Systems*, 18 diapositivos.
- U.S. Army Air Defense Artillery School. (setembro de 2007c). Elo H - C-RAM. *Air and Missile Defense (AMD) Organizations and Weapon Systems*. , 39 diapositivos.
- U.S. Army Air Defense Artillery School. (setembro de 2007d). Elo I - SLAMRAAM. *Air and Missile Defense (AMD) Organizations and Weapon Systems*. , 41 diapositivos..
- U.S. Army Air Defense Artillery School. (maio de 2008a). Elo B - Avenger. *Air and Missile Defense (AMD) Organizations and Weapon Systems*, 29 diapositivos.
- U.S. Army Air Defense Artillery School. (maio de 2008b). Elo D - Patriot. *Air and Missile Defense (AMD) Organizations and Weapon Systems*, 60 diapositivos.
- Valpolini, P. (fevereiro a março de 2011). *Mobile Air Defence*. Obtido em 02 de abril de 2013, de Armada International: <http://pt.scribd.com/doc/59746131/3/Mobile-Air-Defence>
- Vaz, N. (05 de março de 2013). Sistemas de Armas de Artilharia Antiaérea. Atualidade e Prospetiva. (R. J. Mainha, Entrevistador)
- Veen, E. (2001). *On Modularity in (V)Shorad Air Defense*. Obtido em 12 de março de 2013, de NATO: <http://ftp.rta.nato.int/public//PubFulltext/RTO/MP/RTO-MP-063//MP-063-08.pdf>
- Wilson, J. (21 de dezembro de 2012). *Man-Portable Battlefield Missiles*. Obtido em 12 de março de 2013, de [defensemmedianetwork.com](http://www.defensemmedianetwork.com): <http://www.defensemmedianetwork.com/stories/man-portable-battlefield-missiles/>

## **Apêndices**

## **Apêndice A**

### **Guião de Entrevista**

Guião das entrevistas realizadas ao Major de Artilharia Norberto Vaz e ao Major de Artilharia Carlos Mimoso, nos dias 5 e 8 de março de 2013, respetivamente.

1. Quais são as ameaças aéreas atuais?
2. Atualmente para que ameaças aéreas deve um sistema de armas de Artilharia Antiaérea (AAA) estar preparado para fazer face?
3. Considera que os sistemas de armas de AAA em uso atualmente possuem características suficientes para fazer face às atuais ameaças aéreas?
4. E especificamente os sistemas de armas de AAA que equipam o Exército Português?
5. Quais as características essenciais que um sistema de armas de AAA deve possuir atualmente?
6. Para si como serão os futuros sistemas de armas de AAA?

## **Apêndice B**

### **Guião de Entrevista**

Guião das entrevistas realizadas ao Capitão de Artilharia Carlos Almeida (Cmdt da BtrAAA/BrigRR), Capitão de Artilharia António Almeida (Cmdt da BtrAAA/FAPGER) e ao Tenente de Artilharia Alexandre Casinha (Cmdt da BtrAAA/BrigInt) nos dias 12,13 e 14 de março de 2013, respetivamente.

1. Quais os sistemas de armas de AAA que equipam a sua Bateria?
2. Quais são as maiores capacidades dos sistemas de armas que equipam a sua Bateria? Que limitações condicionam o seu emprego?
3. Considera que os sistemas de armas de AAA da sua Bateria, ao nível da manobrabilidade e mobilidade, se adequam à Brigada/Força em que está inserida? Porquê?
4. A nível logístico e de manutenção têm existido problemas para manter os sistemas de armas da sua Bateria nos níveis de operacionalidade adequada para o cumprimento da sua missão de proteção antiaérea?

## Apêndice C

### Relação Entrevistas e Questões do trabalho

**Quadro 1 – Relação entre questões derivadas e questões das entrevistas**

<b>Questão Central: Face às ameaças aéreas da atualidade serão os sistemas de armas de AAA necessários para a proteção do campo de batalha?”</b>	
<b>Questões Derivadas</b>	<b>Questões das entrevistas</b>
<b>QD1:</b> Deverão as novas ameaças aéreas ser objeto de maior preocupação face às ameaças aéreas convencionais?	G1- Q n°1, 2
<b>QD2:</b> Serão as capacidades presentes nos atuais sistemas de armas de AAA suficientes para fazer face às novas ameaças aéreas?	G1- Q n°3 e 4 G2- Q n°2, 3 e 4
<b>QD3:</b> Continuará a ser ideal a combinação dos vários sistemas de armas de AAA SHORAD e HIMAD para o combate das novas ameaças aéreas?”	G1- Q n°5 e 6
G1 – Guião de Entrevista ao Major Norberto Vaz e Major Carlos Mimoso. G2 – Guião de Entrevista aos comandantes das BtrAAA sediadas no RAAA1.	

Quadro 2 – Relação entre as questões derivadas e as respostas dos Entrevistados

Questões Derivadas	Respostas dos Entrevistados
<p><b>QD1:</b> Deverão as novas ameaças aéreas ser objeto de maior preocupação face às ameaças aéreas convencionais?</p>	<p><b>E1:</b> - Não se prevê que nos TO futuros não haja supremacia aérea.                      - A última batalha aérea ocorreu na Segunda Guerra Mundial.                      - As ameaças aéreas atuais são: RAM, mísseis balísticos e UCAV.</p>
	<p><b>E2:</b> - As ameaças do séc. XXI são provenientes de atores não estatais;                      - Os atores não estatais não têm capacidade monetária, daí recorrerem a armas de baixo custo com maior capacidade remuneradora (RAM, foguetes, UAV e mísseis)                      - A ameaça aérea nos TO atuais baseia-se apenas em RAM.</p>
<p><b>QD2:</b> Serão as capacidades presentes nos atuais sistemas de armas de AAA suficientes para fazer face às novas ameaças aéreas?</p>	<p><b>E1:</b> Os nossos sistemas de armas de AAA não tem capacidade C-RAM, logo não estão preparados para as novas ameaças aéreas.                      - Sistemas de armas do Exército Português são eficazes apenas contra ameaças de grande assinatura eletromagnética.</p>
	<p><b>E2:</b> Apesar de haver a deteção das ameaças logo no período de lançamento, não se consegue proceder à sua interceção na fase inicial de voo.                      - Possibilidade de interceção a ameaça por impacto direto.</p>
	<p><b>E3:</b> Nos sistemas <i>MANPAD</i> existe a limitação humana do apontador.</p>
	<p><b>E5:</b> No Exército Português só existe a capacidade de empenhamento contra aeronaves.</p>
<p><b>QD3:</b> Continuará a ser ideal a combinação dos vários sistemas de armas de AAA SHORAD e HIMAD para o combate das novas ameaças aéreas?”</p>	<p><b>E1:</b> - Para fazer face às novas ameaças é necessário a combinação de sistemas <i>SHORAD</i> e <i>HIMAD</i> (exemplo na Turquia).</p>
	<p><b>E2:</b> - A AAA deve funcionar num sistema como um todo.                      - Não existe nenhum sistema que faça face a todas as ameaças.</p>
<p><b>Legenda:</b> E1- Major Norberto Vaz                      E2- Major Carlos Mimoso                      E3- Comandante da BtrAAA/ BrigRR                      E4- Comandante da BtrAAA/FapGer                      E5- Comandante da BtrAAA/BrigInt</p>	

## Apêndice D

### Características dos sistemas de armas de AAA dos EUA

#### 1. SHORAD

Quadro 3 – Características dos sistemas de armas de AAA SHORAD dos EUA

CAPACIDADES	LIMITAÇÕES
<b>STINGER</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altamente móvel</li> <li>• Facilmente transportável</li> <li>• <i>Fire and forget</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouco eficaz contra CM</li> <li>• Aviso tardio</li> <li>• Alcance limitado</li> <li>• Sem capacidade de empenhamento noturno</li> </ul>
<b>AVENGER</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ser configurado para <i>MANPAD</i></li> <li>• FLIR</li> <li>• Capacidade limitada de empenhamento em movimento.</li> <li>• Capacidade limitada de empenhamento noturno</li> <li>• Equipado com metralhadora 12.7 mm</li> <li>• Plataformas de tiro podem ser operadas por controlo remoto</li> <li>• 8 mísseis prontos a disparar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance do <i>Stinger</i></li> <li>• Pouco eficaz contra CM</li> <li>• Sustentação logística limitada</li> <li>• Assinatura eletromagnética característica</li> </ul>

Fonte: Adaptado de (Department of the U.S. Army, 2007, pp. 1-8 – 1-9)

2. *HIMAD*

Quadro 4 – Características dos sistemas de armas de AAA *HIMAD* dos EUA

CAPACIDADES	LIMITAÇÕES
<b>PATRIOT</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande poder de fogo</li> <li>• Seguir e empenhar-se contra múltiplos alvos simultaneamente</li> <li>• Resistente a CME</li> <li>• Sistema todo-o-tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento Pesado</li> <li>• CM, e helicópteros</li> <li>• Tempo de remunciar</li> <li>• Assinatura eletromagnética caraterística</li> </ul>
<b>THAAD</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grande poder de fogo</li> <li>• Empenhamento simultâneo contra múltiplos alvos</li> <li>• Resistente a CME</li> <li>• Interceção endo e exo-atmosférica</li> <li>• Sistema todo-o-tempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento Pesado</li> <li>• Não se empenha contra UAV e CM</li> <li>• Assinatura eletromagnética caraterística</li> </ul>

Fonte: Adaptado de (Department of the U.S. Army, 2007, p. 1-8)

## Apêndice E

### Funcionamento do *SLAMRAAM*



Figura 1 – Funcionamento do *SLAMRAAM*

Fonte: Adaptado de (U.S. Army Air Defense Artillery School, 2007d)

## Apêndice F

### Ameaça aérea e distribuição dos meios

Quadro 5 – Ameaça Aérea e distribuição dos meios

Zona	Grupos por tipos de ameaça aérea	Densidade da ameaça aérea	Características da posição a defender
<b>1</b> Elementos de Combate	Asa Fixa – Apoio Aéreo Próximo	→	Móvel/ Manobra
	Helicópteros de ataque	→	Protegido - Desprotegido
	UAV táticos	→	Disperso
	Míssil Ar-Terra Tático		Alguns alvos estáticos relativamente pequenos
	Munição guiada na fase terminal		Valor tático
<b>2</b> Elementos de Apoio de Combate	CM subsônicos	→	Relativamente fixos
	Míssil Ar-Terra Tático	→	Estáticos ou de movimentação lenta
	UAV (táticos e operacionais)		Tamanho médio
	Asa fixa - SEAD		Localização por mapa ou por vigilância
	Rotor basculante		Valor operacional
<b>3</b> Localizações de interesse Estratégico-Político	CM sub/supersônicos	→	Estático
	Aeronaves <i>stealth</i>		Tamanho médio/grande
	Asa fixa – Interdição Aérea e SEAD		Localização conhecida
	UAV		Valor estratégico e político

Fonte: Adaptado de (Hutchings & Street, 2001, p. 6)

## **Anexos**

## Anexo A

### Ameaças aéreas



Figura 2 – Ameaças aéreas do século XXI

Fonte: (Benrós, 2002a, p. 11)

## Anexo B

### Sistemas de armas de AAA Canhão *SHORAD*



**Figura 3 – Centurion Phalanx B**

**Fonte: (Folgado, 2011, p.20)**



**Figura 4 - NBS C-RAM**

**Fonte: (Paradelo, 2009, p.13)**

## Anexo C

### Sistemas de armas de AAA Míssil *SHORAD*



**Figura 5 – Sistema Míssil Ligeiro *Avenger***

**Fonte: (Salvador, 2006, p.9)**



**Figura 6 – Sistema Míssil *MANPAD RBS70 NG***

**Fonte: (Military Technology, 2011)**

## Anexo D

### Sistemas de armas de AAA *HIMAD*



Figura 7 – Aster SAMP/T30

Fonte: (Peruzzi, 2012, p. 12)



Figura 8 - NASAMS II

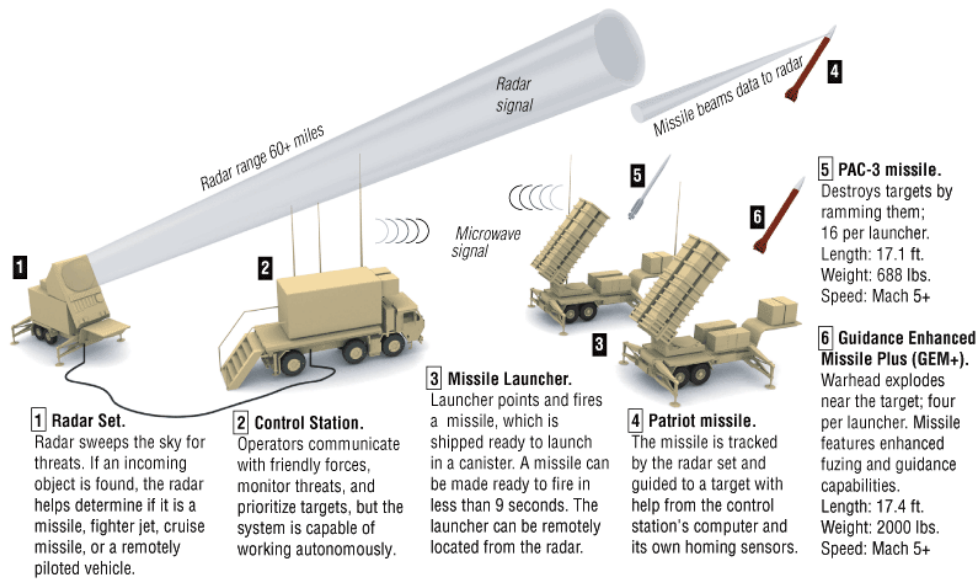
Fonte: (Mouta, 2011, p.33)



Figura 9 - PATRIOT-PAC3/MSE

Fonte: (Mouta, 2011, p. 37)

**Patriot Air & Missile Defense System: How Patriot Works**



Copyright © 2002 Raytheon Company

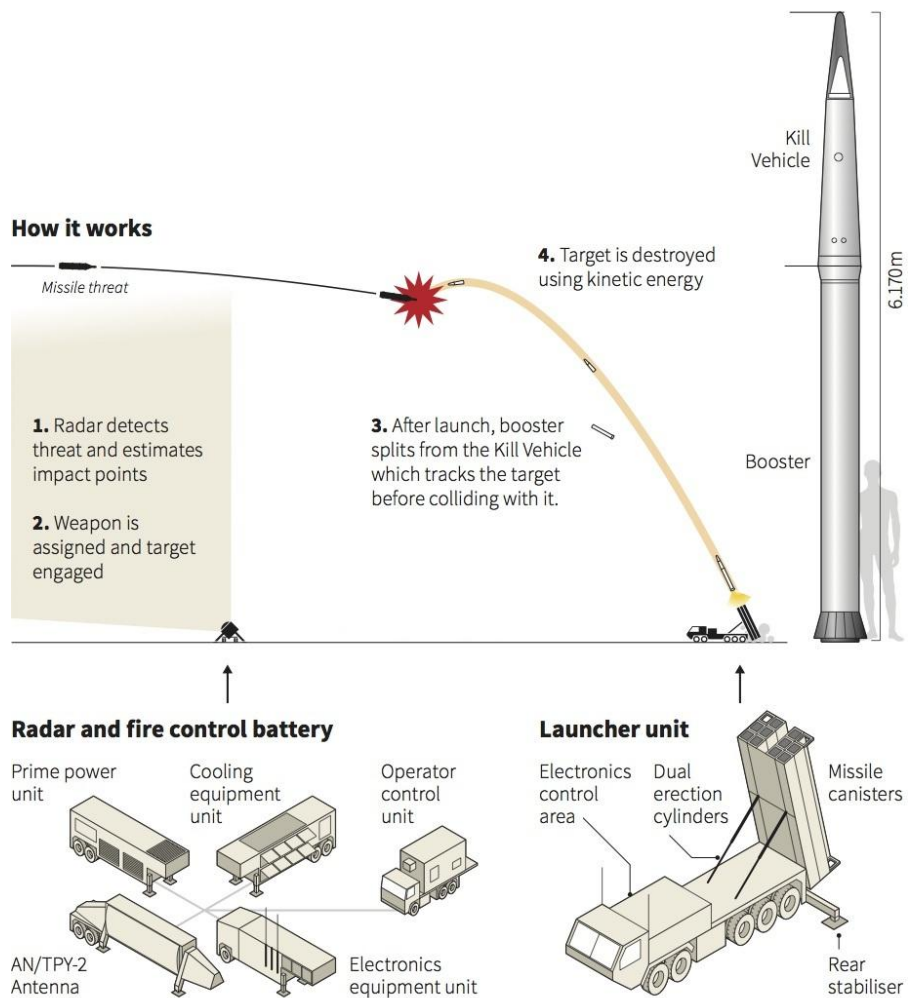
Figura 10 – Funcionamento do Patriot PAC-3

Fonte: (Raytheon, 2002)



Figura 11 - THAAD

Fonte: (Salvado, 2006, p. 48)



Sources: Missile Defense Agency; Raytheon; Global Security; Lockheed Martin

F. Chan; S. Scarr, 04/04/2013

REUTERS

Figura 12 – Funcionamento do THAAD

Fonte: (Chan, F. & Scarr, S, 2013)

## Anexo E

### Sistemas de armas de AAA do Exército Português

#### 1. Sistema Canhão Bitubo AA 20mm m/81



Figura 13 - Sistema Canhão Bitubo AA 20mm m/81

Fonte: (Loureiro, 2012, p. 64)

#### 2. Sistema Míssil Ligeiro Chaparral M48 A2



Figura 14 - Sistema Míssil Ligeiro Chaparral M48 A2

Fonte: (Loureiro, 2012, p. 66)

### 3. Sistema Míssil Portátil FIM-92A *Stinger*



**Figura 15 - Sistema Míssil Portátil FIM-92A *Stinger***

**Fonte: (Loureiro, 2012, p. 65)**

## Anexo F

### NATO Capabilities/Statements

**GBAD-GEN/BTY**

*Ground Based Air Defence Generic Bty*

**Capability Statements:**

1. Capable of providing close air defence to forces and assets within a Brigade area.
2. Capable of communications with above elements.
3. Capable of joint and combined expeditionary warfare and tactical deployment in extreme hot and cold weather conditions and of operations in most terrains under austere conditions.
4. Capable of IR, radar, visual detection, acquisition, identification and engagement of low-level subsonic air targets.

**NATO UNCLASSIFIED RELEASABLE TO EU**

**Capabilities/Statements:**

**Land Forces**

**GROUND BASED AIR DEFENCE**

5. Capable of operating integrated in networked environment (NNEC)
6. Capable of integration into the wider JISR system.
7. Capable of real/near-real time BFSA (Blue Force Situation Awareness)
8. Capable of sharing a COP (Common Operational Picture) through dependant units down to squad level (even if dismounted).
9. Capable of acquiring/engaging targets by different collection means as the integration into a wider JISR system will permit.
10. Capable of automatically updating Log/Ops command and control chain regarding ammunitions and fuel consumption as well as fight and non-fight major damages.
11. Capable of operating without support or replenishment for 3 days
12. Capable of independent tactical relocation.
13. Capable of providing an appropriate level of CBRN Force Protection for all organic personnel and equipment.
14. Capable of providing an appropriate level of force protection (Remote Controlled Improvised Explosive Devices (RCIED)) for all organic personnel and equipment.
15. Capable of relaying and acquiring land combat identification signals in order to avoid friendly fire.
16. Capable of track-data exchange for early warning purposes

**Structural Elements:**

1. EQUIPMENTS
  - 1.1. 18 Stinger
2. C2
  - 2.1. N/A
3. CSS UNITS
  - 3.1. N/A
4. PERSONNEL
  - 4.1. a minimum of 150 personnel
5. UNITS
  - 5.1. N/A

**Figura 16 - NATO Capabilities/Statements**

**Fonte: (NATO, 2007)**

## Anexo G

### Organigrama do GAAA

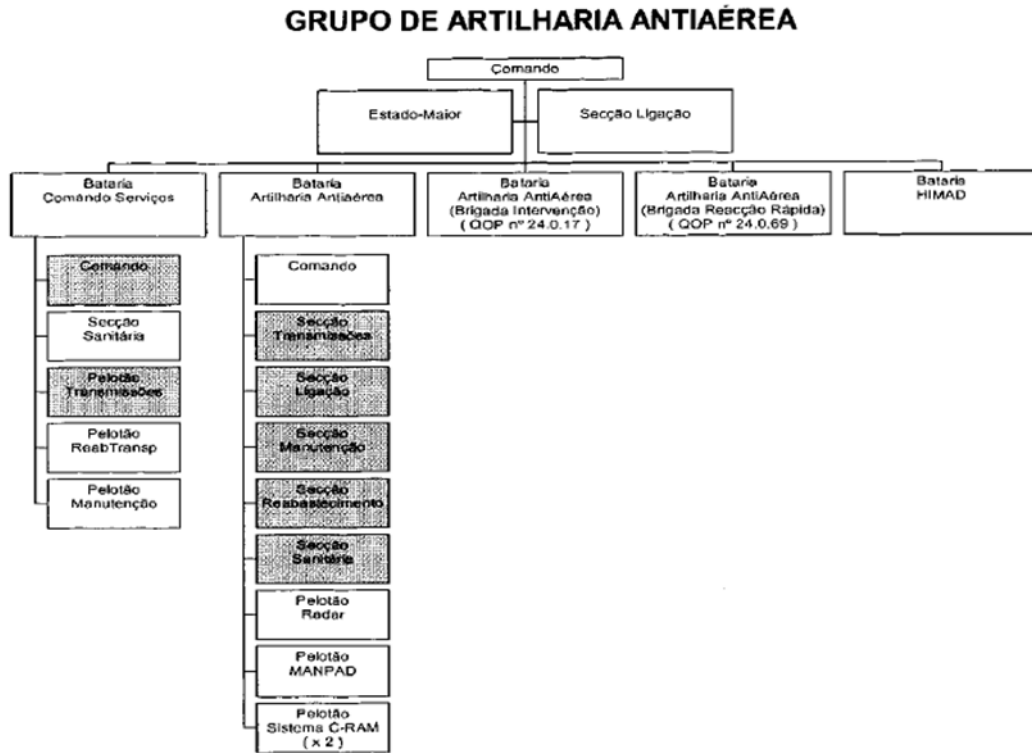


Figura 17 – Organigrama do GAAA

Fonte: (EME, 2009)

## Anexo H

### Prioridades de reequipamento

**Quadro 6 - Ciclo de Renovação de Materiais e Equipamentos 2013- 2020/25**

1ª Prioridade: Sistemas de armas AAA	
<p>Equipar o BAAA/BrigInt com novo Sistema Míssil Ligeiro E/OU Equipar o BAAA/FAG com Sistema Míssil Ligeiro com capacidade C-RAM Equipar BAAA/BrigInt com sistema SLAMRAAM</p>	<p><b>CURTO PRAZO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Com o abate do Sistema Míssil Ligeiro Chaparral, deverão ser adquiridos novos sistemas de armas, montados em viaturas que garantam mobilidade e proteção idênticas às das Unidades de Manobra da BrigInt. Cada Pelotão deverá ser equipado com 7 viaturas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Viatura com um Radar de Aviso Local;</li> <li>• 2 Viaturas com um Sistema Canhão de 30 mm;</li> <li>• 4 Viaturas com um Sistema Míssil Ligeiro.</li> </ul> </li> </ul> <p>O Sistema Canhão de 30 mm, destina-se a combater ameaças que voando a muito baixa altitude e a coberto de perfis de terreno mais acidentados, não permitam o empenhamento eficaz dos sistemas míssil.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Com a passagem dos Sistemas Stinger para a BAAA/ZMM, deverão ser adquiridos novos sistemas míssil MANPADS, com características mais consentâneas com as novas necessidades.</li> <li>– Com o abate do Sistema Míssil Ligeiro Chaparral, deverá ser adquirido um novo sistema de armas e que disponha de Capacidade C-RAM. O Pelotão deverá ser equipado com 7 viaturas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Viatura com um Radar de Aviso Local e Controlo de Tiro</li> <li>• 4 Viaturas com um Sistema Canhão de 30 mm com possibilidade de tiro automático</li> <li>• 2 Viaturas com um Sistema Míssil Ligeiro com possibilidade de tiro automático</li> </ul> </li> </ul> <p>As viaturas deverão ter mobilidade e proteção idênticas às das Unidades de Manobra da BrigInt.</p> <p><b>LONGO PRAZO:</b> Na evolução genérica dos países que desenvolvem a sua capacidade Antiaérea pode observar-se uma evolução dos Sistemas tipo Chaparral, usado pelo Exército dos EUA desde o final dos anos 1960 até a década de 1990 para um sistema de substituição, tipo Avenger, que foi introduzido nos EUA em 1993. As novas missões efetuadas por sistemas de curto alcance que podem lidar com as ameaças prováveis nos atuais campos de batalha conduziram ao aparecimento do SLAMRAAM, utilizando um míssil ar-ar (AMRAAM).</p>
2ª Prioridade: Comando e Controlo	
<p>Operacionalizar o Sistema Automático de Comando e Controlo, da AAA (em implementação parcial)</p>	<p>Este Sistema destina-se a equipar toda a AAA, que presentemente não dispõe de qualquer sistema C2, e constitui-se na base de todo o seu reequipamento. O Sistema Integrado de Comando e Controlo deverá estar equipado com 4 módulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Módulo de Gestão da Força Este módulo deverá fazer a gestão de documentos, permitir a elaboração de relatórios e mensagens normalizadas em todas as áreas do Estado-Maior e disponibilizar em tempo real a imagem do terreno com a implantação das Unidades.</li> <li>– Módulo de Operações Este módulo destina-se às Operações no Espaço Aéreo e deverá ter a capacidade de apresentar a COP, para além de permitir efetuar a avaliação das ameaças, fazer a atribuição e monitorização de empenhamentos e indicar estado de prontidão dos sistemas de armas e radares.</li> <li>– Módulo de Link's e Comunicações Este módulo deverá ser compatível com os Link's NATO: 11B, 16 (<b>em implementação</b>), LLAPI, ATDL-1 e SIMPLE, e ainda com os sistemas do Exército SICCE e SIC-T. Deverá ser compatível com os ambientes ADatP-3, CIXS, MIP e ter capacidade de gestão de comunicação por voz.</li> </ul>

3ª Prioridade: Unidade HIMAD	
Aquisição de Unidade HIMAD para equipar	Tendo em consideração as necessidades, características geográficas e morfologia do nosso País, deve ser considerada a aquisição de uma Unidade HIMAD a 4 Módulos, de modo a permitir a cobertura do território continental ou dos Arquipélagos dos Açores e da Madeira.
BAAA/FAG (Longo Prazo)	<p>No sentido de se potenciar ao máximo o alcance dos lançadores, permitindo que estes atuem afastados entre si cerca de 100 km, cada módulo HIMAD deverá ser equipado com 5 viaturas, com a mobilidade indicada a qualquer viatura tática pesada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 1 Viatura com o Sistema de Controlo de Tiro;</li> <li>– 1 Viatura com o lançador de Mísseis HIMAD;</li> <li>– 1 Viatura com o Radar;</li> <li>– 1 Viatura com a Unidade Geradora;</li> <li>– 1 Viatura de Reabastecimento de Mísseis.</li> </ul> <p>O Sistema de Controlo de Tiro deverá ser compatível com o Sistema de Comando e Controlo, recebendo a Air Picture deste e contribuindo para essa mesma imagem com os inputs gerados pelos radares da Unidade HIMAD.</p> <p>A unidade geradora deverá ter a capacidade de alimentar a unidade de controlo de tiro, o radar, o lançador e um bivaque para 30 pessoas.</p> <p>A viatura de reabastecimento deverá poder transportar no mínimo 12 mísseis.</p>
4ª Prioridade: Sistemas de Simulação e radares móveis MultiRole 3D	
Aquisição de Sistemas de Simulação e radares móveis MultiRole 3D	<p><b>CURTO PRAZO: Radares Móveis Multi Role 3D</b></p> <p>Estes Radares destinam-se a equipar o Pelotão Radar da BAAA/FapGer, que presentemente não dispõe de qualquer sistema radar.</p> <p>O Pelotão Radar da BAAA/FapGer além de contribuir para a missão da Bateria, destina-se a reforçar sempre que necessário, a BAAA/BrigInt e a BAAA/BrigMec.</p> <p>O Radar Multi Role 3D deverá, também, ser interoperável com qualquer Sistema de Armas e com qualquer Sistema C2 de AAA.</p> <p><b>LONGO PRAZO: Sistemas de Simulação</b></p> <p>Este Sistema destina-se ao Treino Operacional de Apontadores e Comandantes de Esquadras Míssil Portátil e deverá permitir a simulação da operação de 4 unidades MANPADS num “Dome” (Cúpula), onde são gerados e projetados alvos aéreos, permitindo aos membros das Secções MANPADS uma experiência num ambiente em tudo semelhante ao real. Não existem sistemas desta tipologia no Exército Português. A eventual aquisição deverá integrar a formação dos primeiros operadores e a manutenção por um período adequado (mínimo 5 anos).</p>

Fonte: (EME, 2013, pp.25-26)

## Anexo I

### Transformações da AAA em curso nos EUA

#### 1. Organigrama da ADATF

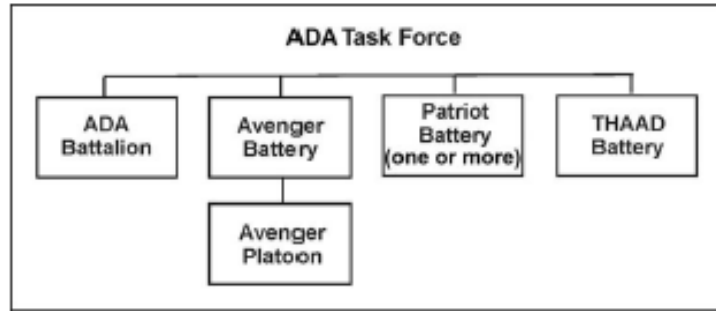


Figura 18 – Organigrama da ADATF

Fonte: (Department of the U.S. Army, 2007, p. 4-4)

#### 2. MEADS



Figura 19 - MEADS

Fonte: (Peruzzi, 2012, p. 14)

### 3. Vantagens do MEADS

CLEARED FOR PUBLIC RELEASE

## Why MEADS?

**Strategically Deployable**

- Provides commanders with significantly improved tactical options
- C-130 roll-on/roll-off
- Fewer sorties for C-5 and C-17, deployable on C-160
- Responsive and versatile

**Tactically Mobile**



- Optimized for mobile maneuver force protection and homeland defense

**Current and Next-Generation Threats**

- Defeats the threat spectrum with 360-degree coverage
- Hit-to-kill for marked increase in lethality

**Interoperable**

- Open architecture design supports multinational capability
- Full member of joint architecture with other national Air and Missile Defense systems

• Builds on lessons from Desert Storm

• Responds to evolving maneuver concepts

**Enhanced Supportability**

- Cutting edge prognostics/diagnostics
- Reduced logistics burden

**Netted and Distributed Architecture**

- Plug and fight
- No single-point failure
- Mission-focused and tailored packages
- Increased combat power for same force structure

CLEARED FOR PUBLIC RELEASE

03/AMT/PRESENTATION/03/AMT\_362  
PRV 03-12-11861-01, 13 OCTOBER 2011

M071-362-2

Figura 20 – Vantagens do MEADS

Fonte: (U.S. Army Air Defense Artillery School, 2007b, p. 6)

### 4. SLAMRAAM



Figura 21 - SLAMRAAM

Fonte: (Valpolini, 2011, p.22)

## Anexo J

### Defesas antimíssil balístico

#### 1. Composição da ALTBMD da NATO

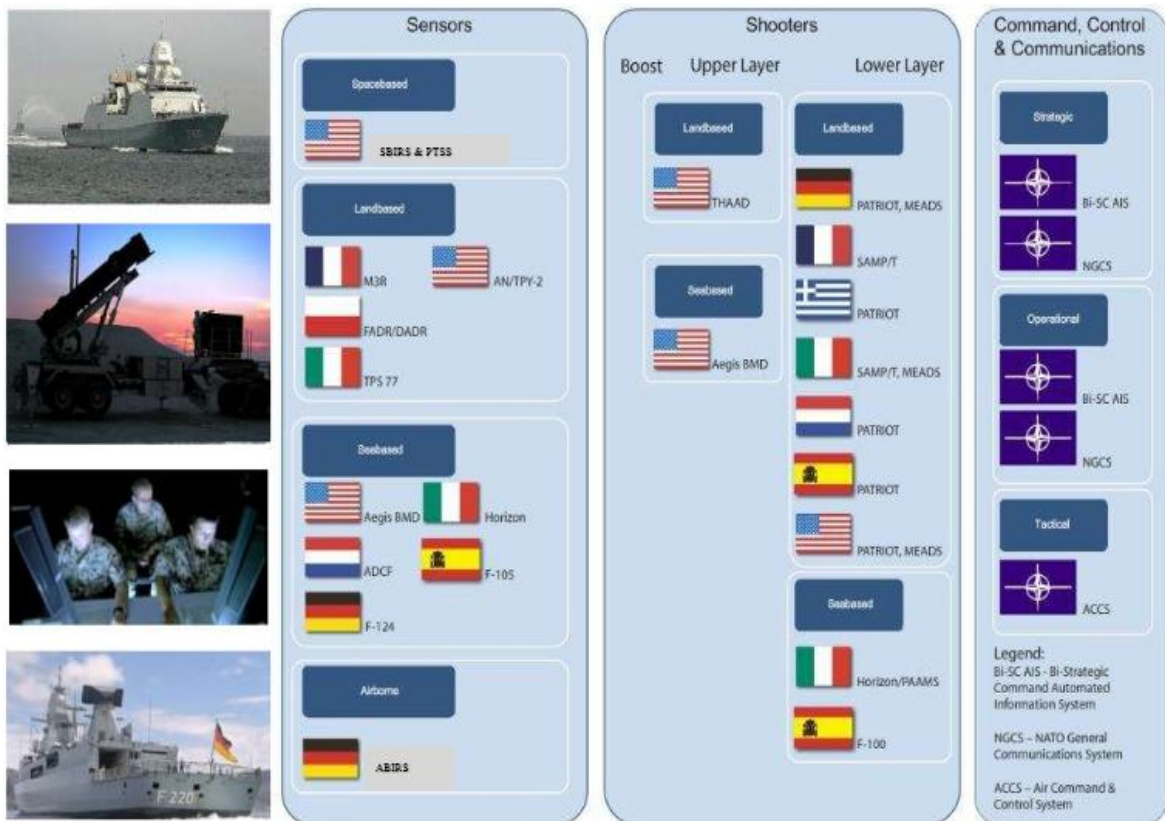


Figura 22 - ALTBMD da NATO

Fonte: (Kiefer, 2011, p. 5)

## 2. Ballistic Missile Defense System



Figura 23 - BMDS

Fonte: (DoD, 2010, p. 34)

## Anexo K

### Tecnologia laser nos sistemas de armas de AAA

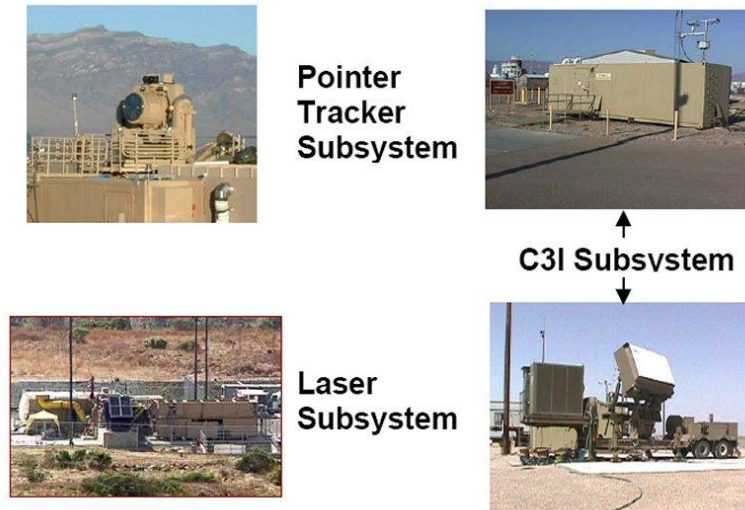


Figura 24 – MTHEL  
Fonte: (Global Security, 2011)