

**ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO NÍVEL LATO SENSU EM
OPERAÇÕES MILITARES DE DEFESA ANTIAÉREA E DEFESA DO LITORAL**

RAFAEL RODRIGUES ANDRADE

**EMPREGO DA AAAe NA 2ª GUERRA MUNDIAL: A EVOLUÇÃO DO
ARMAMENTO DE AAAE E DA DOTRINA AAE**

**Rio de Janeiro
2017**

RAFAEL RODRIGUES ANDRADE

**EMPREGO DA AAAe NA 2ª GUERRA MUNDIAL: A EVOLUÇÃO DO
ARMAMENTO DE AAAE E DA DOTRINA AAE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea como requisito parcial
para a obtenção do Grau Especialidade
em Operações Militares de Defesa
Antiaérea e Defesa do Litoral.

ORIENTADOR: MAJ ART PAULO ANDRÉ GOMES DE MELLO

**Rio de Janeiro
2017**



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECEX - DETMIL
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

ANDRADE, Rafael Rodrigues (Ten Art). Emprego da AAe na 2ª Guerra Mundial. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: PAULO ANDRÉ GOMES DE MELLO /MAJOR/ARTILHARIA

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2017.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

PAULO ANDRÉ GOMES DE MELLO /MAJOR/ARTILHARIA ORIENTADOR
PRESIDENTE

GUILHERME BRUNO RIBEIRO /MAJOR/ARTILHARIA
MEMBRO

RODRIGO BARRETO FERREIRA DA SILVA/CAPITÃO/ARTILHARIA
MEMBRO

A todos que me incentivaram nesse curso, uma homenagem aos que confiaram em mim, nos momentos de maior insegurança.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pela saúde proporcionado a mim durante toda minha existência.

Também à minha digníssima esposa, pelo seu amor, apoio, e principalmente pela compreensão durante esse ano cheio de desafios. Pelas palavras de incentivo a cada obstáculo desta jornada, meu eterno reconhecimento e agradecimento.

A todos aqueles que direta ou indiretamente, incluindo meu orientador, colaboraram para este trabalho fosse concluído.

Nós somos aquilo que repetidamente fazemos. Excelência, portanto, não é um ato, mas um hábito. (Aristoteles)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mal Erwin Rommel	31
Figura 02: Operações em Kasserine Pass	32
Figura 03: Ponte Ludendorff na cidade de Remagen	37
Figura 04: Radar SCR-584	38
Figura 05: Canhão 90 mm utilizado pela AAAe norte-americana	42
Figura 06: Balão Barragem utilizado pela AAAe na Normandia	44
Figura 07: Radar Alemão Freya	55

LISTA DE ABREVIATURAS

I GM	Primeira Guerra Mundial
II GM	Segunda Guerra Mundial
A Sen	Área Sensível
AAAe	Artilharia Antiaérea
AAe	Antiaérea
AC	Anticarro
Ae	Aéreo
Aepc	Aeroespaciais
Anv	Aeronave
Alr	Alarme
Ap Log	Apoio Logístico
AP	Autopropulsado
APA	Análise pós-ação
AR	Autorrebocado
Atq Ae Ini	Ataque Aéreo Inimigo
Atq	Ataque
Bda Cav Bld	Brigada de Cavalaria Blindada
Bda Inf Bld	Brigada de Infantaria Blindada
Bia AAAe	Bateria Artilharia Antiaérea
Bx Altu	Baixa Altura
CC	Carro de Combate
Cmt	Comandante
COAAe Elt	Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico
COAAe	Centro de Operações Antiaéreas

Ct	Controle
DA Ae	Defesa Antiaérea
DE	Divisão de Exército
DECEX	Departamento de Educação e Cultura do Exército
EA	Espaço Aéreo
EB	Exército Brasileiro
EME	Estado Maior do Exército
EsACosAAe	Escola de Artilharia da Costa e Antiaérea
EsAO	Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais
EUA	Estados Unidos da América
F Ter	Força Terrestre
FTC	Força Terrestre Componente
FFAA	Forças Armadas
Gd Altu	Grande Altura
GE	Guerra Eletrônica
Ini	Inimigo
KMW	Krauss-Maffei Wegmann
L	Litros
Lç Fum	Lançador de fumígeno
MAE	Medida de Ataque Eletrônico
MB	Mercedes Benz
Md Altu	Média Altura
Mis AAe	Missão AAe
Mis Spf	Missão de Superfície
Msl AAe	Míssil Antiaéreo

Msl AAe Ptt	Míssil Antiaéreo Portátil
Msl	Míssil
Mm	Milímetros
OM	Organização Militar
Op G	Operações de guerra
Op Ng	Operações de não-guerra
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
P Sen	Ponto Sensível
PC	Posto de Comando
Pos Art	Posição de Artilharia
Rec Ae Ini	Reconhecimento Aéreo Inimigo
SABER	Sistema de Acompanhamento de alvos aéreos Baseado em Emissão de Radiofrequência
Seç	Seção
SIMENS	Sistema de Simulação para o Ensino
Sist A	Sistema de Armas
Ter	Terrestres
TN	Território Nacional
TO	Teatro de Operações
Ton	Toneladas
U Emp	Unidade de Emprego
U Tir	Unidade de Tiro
VANT	Veículo Aéreo não tripulado
VBC	Viatura Blindada de Combate
Z Aç	Zona de Ação

ZC Zona de Combate

ZI Zona de Interior

EMPREGO DA AAAe NA 2ª GUERRA MUNDIAL: A EVOLUÇÃO DO ARMAMENTO DE AAAE E DA DOTRINA AAE

Rafael Rodrigues Andrade

Resumo: As tensões político-militares existente entre os países Aliados e do Eixo após o término da Primeira Guerra Mundial (I GM), provocaram um período historicamente denominado Período Entre Guerras. Nesse período compreendido entre 1919 e 1939, países de ambas vertentes procuravam armar mais eficazmente suas Forças Armadas com as mais novas tecnologias bélicas da época. Uma segunda guerra era iminente e, com isso, várias evoluções nos equipamentos das Artilharias Antiaéreas foram apresentadas. Como consequências dos ensinamentos colhidos nos conflitos ocorridos na I GM, foi dada uma especial atenção ao desenvolvimento de suas AAAe a fim de se combater uma das mais novas armas de guerra apresentadas até então: Os aviões de combate. O combate à ameaça aérea veio a ser fator decisivo às mudanças implementadas nas AAAe das diversas Forças Armadas. A doutrina atual da Artilharia Antiaérea (AAAe) e os armamentos e equipamentos de hoje dessa especialização, derivam bastante da evolução provocada por conflitos e guerras a longo dos tempos, principalmente dos maiores conflitos ocorridos no século XX, a Segunda Guerra Mundial (II GM). Nesse trabalho foram abordados principalmente os conflitos ocorridos na Europa onde a AAAe se destacou e suas consequências para se melhorar o *modus operandi* das Defesas Antiaéreas, seu desdobramento, suas técnicas e táticas de emprego. Como batalhas importantes foram abordadas minuciosamente as Batalhas de Kasserine Pass, Batalha da Ponte sobre o Rio Remagen, e as operações do Desembarque na Normandia (*Overlord*). Além disso, procurou-se extrair quais foram os avanços na fabricação e evoluções tecnológicas dos armamentos utilizados nas guerras Antiaéreas. É importante salientar que, mesmo em pouco tempo de guerra, foram muitas as mudanças ocorridas nas Forças Armadas, tanto do Eixo como por parte dos Aliados. Mostrou-se, especificamente nesse trabalho, as mudanças que vieram modificar a AAAe dos países beligerantes, como por exemplo os dispositivos de DA

Ae, os sistemas de controle e alerta antecipado, tecnologias implementadas nos armamentos e nas munições, entre outras.

Como finalização e conclusão desse trabalho acerca da Evolução da AAAe durante a Segunda Guerra Mundial, abordou-se quais foram as influências e consequências desse período para a evolução da Doutrina e do Armamento AAe desde então, assim como os ensinamentos colhidos para a melhoria da Artilharia Antiaérea que conhecemos hoje.

PALAVRAS-CHAVE: Primeira Guerra Mundial, Segunda Guerra Mundial, Aviões de Combate, Artilharia Antiaérea, Doutrina AAAe, Armamento AAAe

Abstract: Political-military tensions existing between the Allied and Axis countries after the end of World War I (I GM), provoked a period historically denominated Period Between Wars. During this period, countries on both sides sought to arm their Armed Forces more effectively with the newest war technologies of the time. A second war was imminent and, with this, several evolutions in the equipment of the Antiaircraft Artillery were presented. As a consequence of the lessons learned from the conflicts in I GM, special attention was given to the development of its AAA's in order to combat one of the newest weapons of war ever presented: Fighter jets. The fight against the aerial threat has become a decisive factor for the changes implemented in the AAA of the various Armed Forces. The current doctrine of antiaircraft artillery (AAA) and today's armaments and equipment of this specialization derive greatly from the evolution brought about by conflicts and wars over time, especially from the greatest conflicts in the twentieth century, . In this work we were mainly addressed conflicts that occur in Europe where the flak stood out and its consequences to improve the modus operandi of the air defenses, their deployment, their technical and tactical employment. As important battles were discussed in detail the Battles of Kasserine Pass, Battle of the Bridge over the River Remagen, and operations of the Normandy landing (Overlord). In addition, it was tried to extract what were the advances in the manufacture and technological evolutions of the armaments used in the Antiaircraft wars. It is important to note that, even in a short time of war, many changes occurred in the Armed Forces, both the Axis and the Allies. The changes that have come to modify the AAA and the belligerent countries, such as the DA Ae devices, control and early warning systems, technologies implemented in armaments and ammunition, among others, have been shown specifically in this work.

As a conclusion and conclusion of this work on the Evolution of AAAe during World War II, it was discussed the influences and consequences of this period for the evolution of Doctrine and Weaponry and since then, as well as the lessons learned for the improvement of Artillery Antiaircraft we know today.

KEY WORDS: World War I, World War II, fighters aircraft, Anti-Aircraft Artillery, AAA Doctrine, AAA Weapon

SUMÁRIO

EMPREGO DA AAAE NA 2 GUERRA MUNDIAL.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	18
2 METODOLOGIA.....	20
3 PECULIARIDADES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA (AA Ae).....	22
3.1 MISSÃO.....	22
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA.....	22
3.3 TIPOS DE DEFESA AA Ae.....	23
3.3.1 Defesa Estática.....	23
3.3.2 Defesa Móvel.....	23
3.4 A BATALHA AÉREA.....	24
4 ANTECEDENTES DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.....	25
4.1 PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL.....	25
4.2 PREPARATIVOS PARA A SEGUNDA GUERRA MUNDIAL (II GM).....	27
5 PRINCIPAIS CONFLITOS ONDE A AA Ae SE DESTACOU.....	30
5.1 A BATALHA DE KASSERINE PASS.....	31
5.2 A BATALHA DE REMAGEN.....	36
5.3 A ARTILHARIA ANTIAÉREA NO DIA D (NORMANDIA).....	42
6 EVOLUÇÃO DA AA Ae AO LONGO DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.....	46
6.1 EVOLUÇÃO DO ARMAMENTO AAAE.....	46
6.2 EVOLUÇÃO DA DOUTRINA DE AA Ae.....	58

7	CONCLUSÃO	65
8	REFERÊNCIAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

A Segunda Guerra Mundial foi um momento na história marcante para o desenvolvimento da Artilharia Antiaérea (AAAe), principalmente para os países beligerantes naquele conflito. Essa evolução se deu principalmente devido à evolução notória das plataformas aéreas, desde a Primeira Guerra Mundial (I GM).

A busca da superioridade aérea foi basicamente o que moveu o desenvolvimento das tecnologias de defesa antiaérea. Enquanto as nações buscavam sobrepor-se às outras por meio do Poder Militar, houve um aumento de investimento em armamentos e equipamentos aéreos ou antiaéreos que tinham o objetivo de anular as vantagens de seus oponentes.

Com o intuito de se conhecer melhor as transformações nos armamentos e na doutrina da AAAe provenientes desses conflitos, buscou-se pesquisar e analisar todos os fatos e inovações dessa área da Defesa. Novos armamentos foram criados nesse período visando justamente se contrapor aos inimigos. Doutrinas foram implementadas, almejando evoluir a maneira de emprego desses novos armamentos e equipamentos AAe.

No período entre guerras, por exemplo, as grandes nações europeias foram obrigadas a continuarem se desenvolvendo nos assuntos bélicos. Os armamentos militares passaram por uma grande transformação, da qual os meios antiaéreos não foram exceção. Já no início da II Grande Guerra, novos canhões, de diferentes países de origem e calibres foram apresentados, tentando se contrapor ao rápido desenvolvimento aeroespacial. Assim, após a invasão alemã à Polônia, precedida de um maciço ataque aéreo, foi selada, de vez, a história da artilharia antiaérea, pois o mundo percebeu que um novo ramo, uma nova especialidade de combate deveria ser desenvolvida, a fim de se interpor as novas máquinas de guerra que surgiram, as aeronaves militares.

No início da 2ª Guerra Mundial, a artilharia antiaérea da Luftwaffe (Força Aérea Alemã) possuía 657 baterias pesadas com aproximadamente 2.600 peças de calibre 88 e 105mm, 560 baterias médias e leves com aproximadamente 6.700 peças de 20 e 37mm. Já o exército possuía apenas 8 batalhões de artilharia antiaérea equipadas com peças de 20 e 38mm. Na marinha a artilharia antiaérea era

embarcada em navios sendo 12 companhias pesadas e 1 companhia com materiais médios e leves, que eram empregadas, prioritariamente, para defender bases navais, portos e áreas navais fortificadas. (MULLER; 1998, p.10)

O estudo das dificuldades encontradas e das lições aprendidas desde a preparação até o emprego da AAAe na guerra, fornece subsídios para uma análise atual do preparo e condições de emprego de nossa Força Terrestre. Tais ensinamentos, adquiridos através do estudo da história militar, evitam que erros passados venham a ser novamente cometidos e alertam para aspectos que, em tempo de paz, podem passar despercebidos.

Visando-se abordar todas as nuances desse assunto e oferecer da melhor maneira possível conclusões acerca da Evolução e do Emprego da AAAe durante a II GM, buscou-se atender os seguintes requisitos:

- a. Apresentar um panorama geral dos meios antiaéreos utilizados nos Teatros de Operações, principalmente da Europa e as principais Batalhas AAe;
- b. Debater sobre os armamentos utilizados pelas principais potencias militares, suas vantagens e desvantagens;
- c. Realizar uma análise concreta dos fatores decisivos para os combates Terra-Ar na II Guerra Mundial;
- d. Verificar os avanços tecnológicos e doutrinários provenientes daquele período.

Dessa forma, espera-se contribuir de sobremaneira para mostrar a importância dessa Grande Guerra para o avanço da doutrina de Artilharia Antiaérea, melhorando o preparo dos nossos recursos humanos, o bem maior da força.

2 METODOLOGIA

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo básica, que tem por objetivo a produção de novos conhecimentos, úteis para o avanço da ciência, sem uma aplicação prática prevista inicialmente, envolvendo verdades e interesses universais, direcionados a verificar a importância do Emprego da Artilharia Antiaérea na Segunda Guerra Mundial e sua evolução. Aproveitar-se, para tal, o método indutivo como forma de viabilizar a tomada de decisões acerca do alcance da investigação, das regras de explicação dos fatos e da validade de suas generalizações.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua efetivação, foi executada uma metodologia que se baseou na leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, e como continuidade, a revisão integrativa deste material, contribuindo para o processamento de sínteses e análises dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

A seleção das fontes de pesquisa foi baseada em publicações de autores com conhecimento sobre o assunto, especializados no meio militar e civil.

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

Fez parte do presente estudo a utilização do instrumento de coleta de dados, observação e ficha de coleta de dados.

Para esclarecer a importância do emprego da AAAe na II GM, foi realizada uma pesquisa bibliográfica da seguinte forma:

Fontes de busca – realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica eletrônica, utilizando como fontes de busca:

- Monografias e artigos científicos da Biblioteca da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), da Escola de Artilharia da Costa e Antiaérea (EsACosAAe) e da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME); e

Estratégia de busca para as bases de dados eletrônicas – foram utilizados os seguintes termos descritores: *"antiaérea, Segunda Guerra Mundial, II GM artilharia, período entre guerras, canhões antiaéreos e artilharia antiaérea"*,

respeitando as peculiaridades de cada base de dado.

Após a pesquisa eletrônica, as referências bibliográficas dos estudos considerados relevantes foram revisadas, no sentido de encontrar artigos não localizados na referida pesquisa.

3 PECULIARIDADES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA (AAAE)

A seguir, serão abordados os principais conceitos relativos à AAAe, sua missão, seus tipos, classificação da AAAe, como funcionam suas defesas, apresentar suas possibilidades de limitações. Esses conceitos serão importantes para se entender a inserção e a importância da AAAe no contexto da Segunda Guerra Mundial.

3.1 MISSÃO

Segundo o manual de campanha C 44-1 Emprego da Artilharia Antiaérea (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2011, p. 2-1) a AAAe tem como missão principal impedir ou dificultar o Reconhecimento Aéreo Inimigo, dificultar Ataque Aéreo, dificultar o emprego por parte do Ini, de porções do EA, na ZI ou no TO e impedir ou dificultar, nas Op Ng o emprego de vetores Aepe hostis pelo Ini.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

AAAE pode ser classificada quanto ao tipo, transporte e teto de emprego. Quanto ao tipo ela será de Tubo ou de Mísseis. Poderá ser classificada também quanto ao transporte. Quando for transportada pela própria guarnição, será Portátil (Ptt), quando o material é tracionado por viatura, a AAAe será Autorrebocada (AR) e quando o armamento é montado sobre viatura, é considerada Autopropulsada (AP).

A mais importante classificação, no entanto, é quanto ao TETO DE EMPREGO:

- 1) Baixa Altura: Atua contra alvos voando até 3000 m.
- 2) Média Altura: Atua contra alvos voando entre 3000 e 15000 m.
- 3) Grande Altura: Atua contra alvos voando acima de 15000 m.

Essas classificações serão importantes mais a frente para se comparar e analisar o emprego dos armamentos antiaéreos durante a II Guerra Mundial.

3.3 TIPOS DE DEFESA AAAe

Desde o início do emprego da Artilharia Antiaérea nas batalhas, tem se visto dois tipos de defesa, a DEFESA ESTÁTICA, podendo ser de Zona de Ação ou Área Sensível e Ponto Sensível, e DEFESA MÓVEL.

3.3.1 Defesa Estática

De acordo ainda com manual de campanha C 44-1 Emprego da Artilharia Antiaérea (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2011, p. 4-19), Defesa Estática:

- (1) É aquela em que o objetivo defendido é fixo, como pontes e aeródromos, ou está temporariamente estacionado, como posições de artilharia e postos de comando. Mesmo, no dispositivo de defesa estático, o material antiaéreo desloca-se com frequência para ocupar posições de troca.
- (2) Uma defesa estática deve ser estabelecida por materiais com mobilidade adequada a sua natureza.

3.3.2 Defesa Móvel

A defesa móvel caracteriza-se pelo movimento da tropa apoiada e, como consequência, a AAAe acompanha seu deslocamento. Lembrando que segundo Manual de Campanha C44-1 Revisado (2011) em sua página 4-6, a AAAe deve ter mobilidade adequada ao seu emprego. Um Esc de AAAe deve possuir mobilidade maior ou pelo menos igual a do elemento defendido. Sendo assim, o dispositivo adotado pela defesa é móvel, visando que as unidades de tiro consigam marchar articuladas à tropa defendida, em situação de normalidade.

A defesa móvel é realizada pela AAAe de Bx Altura e é realizada basicamente no Teatro de Operações, e particularmente na Zona de Combate.

3.4 A BATALHA AÉREA

De acordo com o Manual de Campanha C 44-1 Emprego da Artilharia Antiaérea (ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, 2011, p.1-1):

a. Ameaça Aérea

(1) O emprego da arma aérea possibilita ao oponente:

(a) o ataque a diversos alvos simultaneamente, empregando um número variável de aeronaves (Anv) e de outros engenhos aeroespaciais, como satélites, mísseis, veículos aéreos não-tripulados (VANT) etc;

(b) a surpresa no ataque, exigindo um tempo de resposta extremamente curto;

(c) o emprego de várias táticas de ataque, usando armamento e munição diversificados, como metralhadoras, canhões, foguetes, mísseis, bombas e outros;

(d) a utilização de plataformas aeroespaciais como meio de inteligência e contra-inteligência;

(e) o emprego de variadas táticas e técnicas de guerra eletrônica (GE).

b. Batalha aérea - 1ª Fase

1) Na grande maioria dos conflitos, a 1ª fase da batalha aérea é caracterizada pela busca da superioridade aérea. Esta representa o grau de domínio de uma força aérea sobre o Poder Aeroespacial do oponente.

(2) A Sp Ae pode ser relativa em grau, local e duração. Pode variar desde a possibilidade de controlar um espaço aéreo limitado, em um período de tempo, até a capacidade de realizar todas as operações com pouca ou nenhuma interferência do inimigo aéreo (Ini Ae).

(3) Os objetivos prioritários para a conquista e a manutenção da Sp Ae são as Anv, os aeródromos, os órgãos de comunicações, controle e alerta do sistema de defesa aeroespacial, os meios de defesa antiaérea (DA Ae) e a indústria aeronáutica. A AAAe participa ativamente da obtenção e da manutenção da Sp Ae, através da DA Ae desses objetivos, anulando ou reduzindo o ataque do inimigo aéreo, em conjunto com as Anv que realizam as missões de interceptação.

(4) O grau de Sp Ae obtido determina ou influencia:

(a) a capacidade de comando e controle das forças de superfície;

(b) a quantidade de missões nas operações aerotáticas ou aereos tratégicas disponíveis para o prosseguimento das operações;

(c) a liberdade de manobra da força terrestre (F Ter); e

(d) a disponibilidade e a eficiência do subsistema de apoio logístico (Ap Log);

Essa busca da superioridade aérea é basicamente o que move o desenvolvimento das tecnologias de defesa antiaérea. Enquanto as nações buscam sobrepor-se a outras por meio do Poder Militar, investem em armamentos e equipamentos aéreos ou antiaéreos que anularão as vantagens de seus oponentes.

4 ANTECEDENTES DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

O período entre guerras foi marcado por tensões geopolíticas que culminariam em um desenvolvimento ainda maior e mais intenso de equipamentos bélicos. Uma segunda guerra era tão certa quanto iminente.

4.1 PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL

A I Guerra Mundial foi o primeiro conflito armado de proporções mundiais do século XX. Essa Grande Guerra foi marcada, principalmente, pela enorme velocidade dos avanços tecnológicos de defesa. Diversas inovações e criações foram implementadas nesse período como o uso maciço da camuflagem, carros de combate, metralhadoras e o desenvolvimento de gases tóxicos. Essas novas tecnologias vieram por afetar de maneira considerável as táticas de combate e os modos de operações das forças armadas envolvidas nessa guerra.

Contudo, a invenção do avião figura como uma das inserções mais significantes no contexto da Primeira Guerra Mundial.

Segundo o autor Leandro G. Cardoso “Um dos campos da tecnologia que mais se desenvolveu durante esta guerra foi o da aviação”.

De acordo com o artigo A Aviação Militar na Primeira Guerra Mundial - Parte 1¹:

O número de aviões no início da guerra era muito pequeno em todos os países. A França, por exemplo, tinha 140 aeronaves. Ao fim do conflito os franceses dispunham de 4.500 aviões! Neste período não só houve aumento do número da produção, mas também de suas tecnologias, velocidade e autonomia.

Em 1914 havia um número mínimo de pilotos treinados, as aeronaves eram projetadas para terem maior estabilidade, não havia muita preocupação com agilidade. No final da guerra, este conceito deu lugar à manobrabilidade e, apesar de estes aparelhos tornarem-se mais difíceis de voar, tornaram-se também extremamente ágeis.

No início da guerra a maioria dos generais acreditava que as aeronaves poderiam contribuir somente para reconhecimento e observação, apesar de que muitos deles acreditavam que a melhor forma de observação ainda seria a Cavalaria através de batedores. Porém no final da guerra todos os

¹ A Aviação Militar na Primeira Guerra Mundial – Parte 1. 2014. Disponível em: <<http://www.clubedosgenerais.org/site/artigos/149/2014/07/a-aviacao-militar-na-primeira-guerra-mundial--parte-1/>>. Acesso em: 06 jun 2017.

países já dispunham de aeroplanos em suas estratégias de combate. Foi durante a Primeira Guerra Mundial que o avião mostrou seu potencial através de testes de suas funções: observação, reconhecimento, bombardeio tático e estratégico, ataque ao solo e ataque naval.

Frente a todo esse avanço tecnológico por parte das ameaças aéreas, seria óbvio que os países beligerantes iriam voltar suas atenções – e com elas também os seus investimentos – ao desenvolvimento de novos armamentos e dispositivos antiaéreos. Como já citado anteriormente, a busca da superioridade aérea proporciona uma eterna corrida na qual um país vai sempre buscar sobrepor suas técnicas e táticas ao oponente.

O desenvolvimento da aviação militar levou ao nascimento de uma AAAe equipada primeiramente com metralhadoras montadas em reparos especiais que permitiam elevados ângulos de tiro e, depois, com canhões antiaéreos especialmente desenvolvidos.

Logo no início, a guerra a esse novo vetor aeroespacial aconteceu de forma simples, com os armamentos orgânicos das tropas terrestres que ainda possuíam capacidade de fazer frente às ameaças aéreas. Contudo, com o desenvolvimento tecnológico de proporções avassaladoras para aquele tempo, fez-se necessário o aparecimento de novos armamentos que pudessem neutralizar e/ou destruir os aviões e que levassem vantagens em vários aspectos técnicos como, por exemplo, velocidade e poder de destruição.

De acordo com o Fernandes (2016):

Inicialmente, a Alemanha foi a primeira potência bélica a reconhecer as possibilidades do vetor aéreo e, no início da Primeira Guerra Mundial, desenvolveu armas de 75 mm que se tornaram o padrão de seus armamentos antiaéreos. Mais tarde, após significativos ataques aéreos alemães, outros países perceberam a importância de desenvolver esses tipos de armamentos. França, Rússia e a Inglaterra iniciaram o processo de desenvolvimento de tais artefatos, baseando-se nos já existentes sistemas de artilharia de campanha.

4.2 PREPARATIVOS PARA A SEGUNDA GUERRA MUNDIAL (II GM)

A Primeira Guerra Mundial, segundo o artigo Defesa Antiaérea (2017), provou que a aeronave era uma componente importante do campo de batalha. À medida que as capacidades das aeronaves melhoravam, especialmente no tocante aos seus motores, tornou-se claro que o seu papel no combate futuro seria ainda mais crítico à medida que iam sendo capazes de transportar cada vez mais armamento. Muitos sentiam que as altas velocidades e altitudes iriam tornar inúteis os sistemas de defesa antiaérea, desenvolvendo poucos esforços para aperfeiçoá-los. Mais uma vez, apenas a Alemanha considerou seriamente o que fazer neste aspecto, com alguma antecedência antes da guerra começar. Os Alemães desenvolveram uma série de novas armas antiaéreas no final da década de 1920 e no início da de 1930, frequentemente em colaboração com empresas suíças e suecas. Nomeadamente, foram desenvolvidas as novas peças de tiro rápido de 20 mm para baixas altitudes e de 37 mm para baixas e médias altitudes.

No final da década de 1920, a Marinha da Suécia tinha solicitado, à empresa Bofors, o desenvolvimento de uma peça naval antiaérea de 40 mm. A nova arma provou ser leve, rápida e confiável, sendo logo desenvolvida uma sua versão montada num atrelado de quatro rodas. Conhecida como "Bofors de 40 mm", acabou por ser adaptada por 17 diferentes países ainda antes do início da Segunda Guerra Mundial, mantendo-se ainda hoje em serviço.

Em meados da década de 1930, o calibre de 20 mm foi considerado como sendo pouco potente contra os aviões cada vez mais rápidos, mas, em vez de introduzir uma arma nova, a empresa Krupp conseguiu juntar quatro das já existentes peças daquele calibre, montando-as num único reparo com, aproximadamente o mesmo peso. Esta solução aumentou o poder de fogo o suficiente para tornar desnecessária uma mudança imediata para uma arma de calibre maior, perante uma iminente guerra.

Antes da Segunda Guerra Mundial, o Reino Unido tinha seguido a sabedoria convencional de que "o bombardeiro iria sempre conseguir passar", não despendendo muito esforço na defesa antiaérea. A introdução do radar perturbou tanto esta sabedoria convencional que, a partir de meados da década de 1930, foi

feito em enorme esforço para o aperfeiçoamento de todas as armas antiaéreas. Até esta altura, os Britânicos tinham-se apoiado nas suas peças de 3 polegadas (75 mm) da época da Primeira Guerra Mundial, mas estas estavam já claramente desatualizadas e uma nova peça de tiro rápido QF de 3,75 polegadas (94 mm), equipada com sistemas de miras ópticas, foi introduzida.

Em 1º de setembro de 1939, era deflagrada a Segunda Grande Guerra em menos 20 anos, e novamente em continente europeu.

A II GM teve diversos motivos decorrentes de descontentamentos relativos a Guerra anterior, como conclui o artigo Início da Segunda Guerra Mundial² acerca do ato de declaração dessa Segunda Guerra:

O ato materializava uma série de descontentamentos da Alemanha na região. O país saiu derrotado da Primeira Guerra Mundial. Os Aliados impuseram uma série de penas à Alemanha, que não participou das discussões e elaboração do Tratado de Versalhes. A Alemanha perdeu a Alsácia Lorena e parte da Prússia. Precisou suportar os custos do conflito e estava pagando altas indenizações. Como o país precisava pagar a dívida, foi atingida por um colapso financeiro marcado pela inflação, colapso da moeda e desemprego em massa. Os fatores contribuíram para incitar os ânimos da ultradireita e facilitaram a criação e expansão do Nazismo.

Segundo artigo publicado pelo site Clube dos Generais – A Evolução da Artilharia³ - para os projetistas de armamentos antiaéreos, a velocidade crescente dos aviões era um desafio. O teto de voo também era outro problema a ser considerado, pois os aviões estavam com tetos cada vez maiores e o alcance máximo de tiro não conseguia alcançar essa evolução. Como a esperança de um tiro direto é remota, todas as granadas eram dotadas de uma espoleta de tempo, já naquela época. Os primeiros canhões usados por quase todos os países eram os de 30 ou 40 mm de calibre. Entretanto, a mais eficiente de todas as armas era o canhão de 49 mm da Companhia Bofors da Suécia. Os alemães tinham o canhão pesado de 88 mm, muito tem se dito sobre ele, mas ele estava em pé de igualdade com o 3.7 britânico e o 90 mm americano. Nos princípios da guerra, os alemães apareceram com a ideia de "Torres Antiaéreas", grandes estruturas de concreto erguidas em

² Início da Segunda Guerra Mundial.2016. Disponível em:<[https:// www.todamateria.com.br/inicio-da-segunda-guerra-mundial/](https://www.todamateria.com.br/inicio-da-segunda-guerra-mundial/)>. Acesso em: 06 jun 2017.

³ Clube dos Generais. A Evolução da Artilharia. 17 de junho de 2014. Disponível em:<<https://www.clubedosgenerais.org/site/artigos/96/2014/06/a-evolucao-da-artilharia/>>. Acesso em: 11 jun 2017.

torno das cidades e fábricas mais importantes e onde se instalariam canhões pesados para lhes dar um campo de tiro completo sem serem prejudicados pelos edifícios locais. Essas torres destinavam-se originariamente aos canhões de 15 cm, mas como estes demoraram a aparecer, produziram-se armas especiais de 12,8 cm com dois canos. O primeiro destes equipamentos "Flakzwilling 40" foi montado em Berlim em 1942, havendo um total de 34 montados quando a guerra terminou. Ainda de acordo com o artigo, os russos utilizavam como padrão um canhão de 37 mm, semelhante ao americano e um 85 mm construído segundo linhas mais ou menos padronizadas, o que permitia o uso de um cartucho mais poderoso.

Outra grande potencia mundial a época – Estados Unidos – não ficou atrás nessa corrida armamentista.

O início da Artilharia Antiaérea (AAAe) norte-americana se deu também durante a I GM. Neste conflito o exército dos EUA enfrentou ataques aéreos a baixa altura contra as linhas de frente aliadas e bombardeios a grande altura contra centros industriais e urbanos. Com isso, para se contrapor a esses ataques foram utilizados canhões franceses 75 mm que eram modificados para exercer a função antiaérea. As principais preocupações eram as defesas de pontos críticos ao longo da linha de trincheiras e instalações na área de trens das tropas.

5 PRINCIPAIS CONFLITOS ONDE A AAAE SE DESTACOU

Ao longo da Segunda Guerra Mundial, houve algumas batalhas onde o emprego da Artilharia Antiaérea foi preponderante no resultado final obtido. Como já dito anteriormente, os aviões de combates eram vistos como a mais moderna arma de guerra naquele período. Por conseguinte, tivemos na Segunda Guerra Mundial, conflitos entre Ameaças Aéreas e Artilharia Antiaérea que ficaram marcados por toda a história, além de definir uma boa parte da Grande Guerra. Entre tantos, os conflitos que mais se destacaram foram a Batalha de Kasserine Pass, ocorrida na Tunísia, a Invasão da Normandia (famoso Dia D), Batalha de Remagen, uma região alemã, a Defesa do Porto de Antuérpia, entre outros.

Em todos esses conflitos, o emprego da AAAe foi primordial e decisivo. Mas o mais importante foram os aprimoramentos e lições aprendidas com essas batalhas.

Segundo Rios (2015), na segunda guerra mundial as potências envolvidas dedicaram-se ferozmente à guerra aérea, encarando-a como um elemento importante para a vitória no campo de batalha. Por esse motivo países como a Alemanha, União Soviética, Reino Unido, Japão e Estados Unidos investiram muito dinheiro e esforço no projeto e na construção de aviões avançados para a época, desde pequenos, mas muito ágeis e velozes caças, até grandes e poderosos bombardeiros, capazes de transportar largas toneladas de bombas. Porém com tantos aviões nos céus surgiu um problema sério para as tropas em terra: como abatê-los.

As armas antiaéreas acompanharam a evolução da aviação militar desde o seu nascimento na primeira guerra mundial, mas naquela época os aviões voavam a altitudes e velocidades relativamente baixas bem inferiores aos aviões da II GM, com motores muito mais potentes e capazes de voar a várias centenas de quilômetros por hora. Contra os bombardeiros as armas mais indicadas eram grandes e poderosos canhões como o icônico Flak 41 alemão de 88 mm. Um canhão extremamente adequado não apenas com artilharia antiaérea, mas também como arma antitanque tendo desempenhado muito bem ambas as funções durante a guerra. Para sua missão antiaérea, os alemães posicionavam dezenas desses canhões a volta de potenciais alvos e quando os bombardeiros se aproximavam voando sempre a altitudes muito elevadas, todos os canhões disparavam na direção

da formação, ajustando seus projéteis para explodirem na altitude estimada de voo dos bombardeiros. Esse ajuste era feito na própria munição, que contava com um seletor onde os soldados podiam ajustar o tempo da exclusão do projétil após o lançamento, através de cálculos balísticos envolvendo a elevação do canhão, a velocidade de saída do projétil, a velocidade do vento e a altitude estimada dos bombardeiros. Os operadores calculavam quantos segundos o projétil levaria para alcançar a formação, quando então o *time* chegava a zero, e era detonada sua carga explosiva lançando para todos os lados centenas de pequenos fragmentos a altíssima velocidade que perfuravam tudo o que encontravam pela frente.

5.1 A BATALHA DE KASSERINE PASS

A Batalha de Kasserine Pass foi uma série de batalhas travadas em torno da Região de Kasserine Pass, uma passagem estreita situada entre as cadeias de montanhas da Tunísia. A batalha ocorreu em meados de fevereiro do ano de 1943. As forças do Eixo envolvidas, lideradas pelo Mal Erwin Rommel, pertenciam basicamente ao Grupo de Assalto do *Afrika Korps*⁴, elementos da Divisão Blindada Italiana Centauro e duas divisões Panzer⁵ destacadas do 5º Exército Panzer. As forças aliadas envolvidas vieram do 2º Exército dos EUA, comandado pelo General Lloyd Fredendall e a 6ª Divisão Blindada Britânica, comandada pelo Gen Charles Keightley, que era parte do 1º Exército Britânico, comandado pelo Gen Anderson Kenneth.



Figura 01 :Mal Erwin Rommel
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Erwin_Rommel

⁴ O *Afrika Korps* é o conjunto das forças da Alemanha na Líbia durante a Campanha do Norte da África na Segunda Guerra Mundial.

⁵ Panzer é uma abreviação de "Panzerkampfwagen", um substantivo alemão que se traduz como Veículo Blindado de Combate.

. Kasserine Pass (passagem, tradução nossa) era uma das passagens existentes entre as cadeias de montanhas da região e possuía grande importância estratégica por abrigar estradas que permitiam o avanço, mesmo nas épocas chuvosas, das tropas blindadas largamente utilizadas na região. O objetivo principal de Rommel era controlar aeródromos e depósitos de suprimento vitais às tropas aliadas e retomar a ofensiva às tropas britânicas a Leste, que o expulsaram anteriormente.

De acordo com Murphy (2006), em seu artigo *Facing the fox*, Rommel, Marechal comandante da ofensiva do Eixo, buscava acabar com todo suprimento do Exército Aliado, para que pudesse buscar a vitória final e o real triunfo na região, através do controle total de Kasserine Pass.

On the way to Kasserine, Rommel captured 50 tons of fuel and lubricants that the Americans had failed to destroy. But even though he was pleased with his spoils, he was looking farther up the road, past Kasserine toward Tebessa, where the US II Corps was headquartered and where there were enormous dumps of fuel and supplies. If he captured Tebessa, his advance could swing all the way to the city of Bône on the Algerian coast, cutting off the British—who were advancing on Tunis—from their supplies in Algeria. Kasserine Pass was the key to making these triumphs real.

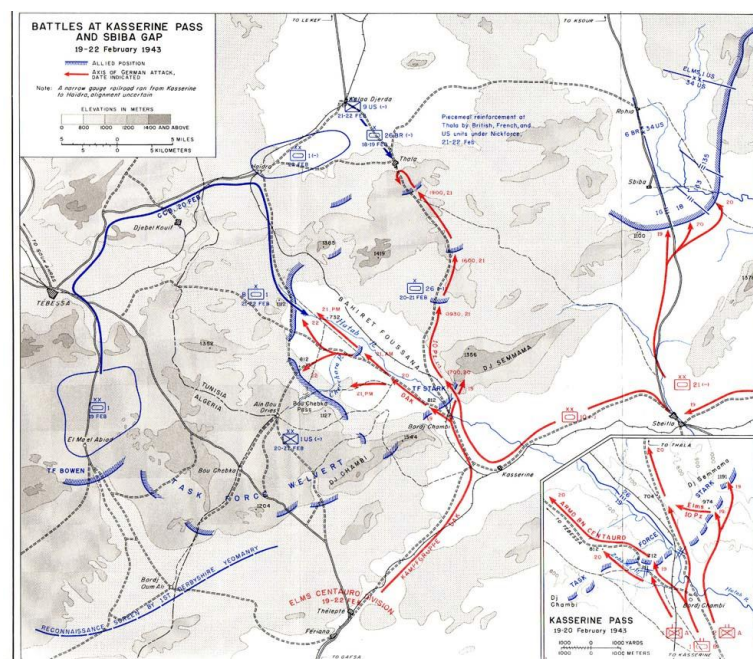


Figura 02: Operações em Kasserine Pass
 Fonte: <<http://historicalresources.wordpress.com>>

Em Kasserine Pass, os Exércitos Aliados, comandados pelos Norte-Americanos, vinham sofrendo pesadas baixas. As dificuldades encontradas pela defesa dos Estados Unidos eram enormes, a ponto de terem problemas até mesmo para recuar. Com isso os alemães não queriam perder tempo e, sob o comando de Rommel, partiram para uma ofensiva aérea, usando principalmente seus bombardeiros de mergulho Stuck, escoltados por caças Messerschmitt Me-109, para atacar prioritariamente posições de artilharia americanas.

Nessa batalha, foram empregados basicamente 2 (dois) Batalhões de Artilharia de Costa por parte dos norte-americanos – o 105º e o 403º Batalhão de Artilharia de Costa (Btl A Cos). Essas duas peças de manobra foram largamente usadas pela defesa Aliada na Tunísia e abateram uma grande quantidade de aeronaves alemãs. Uma das principais razões do sucesso do 105º Batalhão de Artilharia de Costa foi o emprego correto dos seus meios, a fim de fornecer o alerta antecipado às suas armas. Para isto, o Batalhão colocava observadores nas rotas prováveis de aproximação das aeronaves inimigas e equipavam esses homens com binóculos e rádios para transmitirem o alerta para o centro de controle do Batalhão, que repassava as informações para as seções de canhões. Essa técnica veio se tornar o que hoje chamamos de Posto de Vigilância (P Vig).

O desdobramento dos Sns Vig e dos P Vig tem por finalidade assegurar o alerta de aproximação de vetores Aepc Ini para uma DA Ae, complementando o alerta recebido dos meios do SISDABRA ou da FAC. (MANUAL DE EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA, 2011 p.2-10)

E mais:

[...] Os P Vig são empregados para cobrir eventuais brechas no diagrama de cobertura dos Sns Vig ou reforçar a Vig nas prováveis Rotas de Aproximação (Ro Apre) dos vetores Aepc Ini. (MANUAL DE EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA, 2011 p.2-10)

De acordo com Bryon (2003, p. 323), nos treze meses de batalhas no Teatro de Operações do norte da África, a AAe aliada abateu 526 aeronaves inimigas e danificou inúmeras outras.

Durante toda a campanha da Tunísia, as aeronaves Stuka se houberam muito bem em suas missões aéreas até fevereiro de 1943, mas na Batalha de Kasserine Pass e nas subsequentes, a velocidade de 320 km/h da aeronave foi superada pela

capacidade dos canhões 40mm Bofors, que podiam engajar vetores aéreos de até 480 km/h. Apesar das dificuldades iniciais enfrentadas pela AAAe norte-americana, as Defesas antiaéreas contribuíram enormemente para o sucesso do avanço do exército aliado:

Despite initial difficulties, the antiaircraft artillery establishment contributed mightily to the Army's success. In their thirteen months in North Africa, antiaircraft artillerymen shot down 526 enemy aircraft and damaged countless more. (Antiaircraft Command, "AAA vs Luftwaffe: 1 January 1945, *Coast Artillery Journal*, vol. LXXXVIII, no. 5 .September-October 1945)

Segundo Grenwald (2003), a rápida mobilização norte-americana para a guerra refletiu-se num despreparo da tropa para enfrentar as já experientes tropas do Eixo. Muitos dos erros cometidos poderiam ser minimizados através de um treinamento mais rigoroso e de maior qualidade, desta forma, as batalhas no norte da África, como batismo de fogo das tropas norte-americanas, serviram para aprimorar não só aspectos táticos e técnicos de AAAe, mas, também, aprimorar os treinamentos das tropas vindouras.

O principal aspecto negativo dos treinamentos foi a falta de preparação tática, por parte dos oficiais, para o combate. Os tenentes de *Camp Davis*, por exemplo, saíam da escola com uma formação de defesa de P Sen, onde aprendiam a defender instalações logísticas, aeródromos e outras instalações na zona de combate. Embora esperassem atuar também, em proveito de uma Divisão, nem os tenentes alunos, seus superiores e instrutores em *Camp Davis* imaginavam que defenderiam tropas na linha de contato. Porém, essa foi a realidade em Kasserine. Devido à falta de exercícios com os elementos de manobra e armas de apoio, principalmente a Artilharia de Campanha, a AAAe desenvolveu, durante o combate, suas primeiras lições doutrinárias. De acordo com Semmens (2002), a falta de realismo nos treinamentos formou militares sem o condicionamento psicológico necessário para enfrentar a situação de guerra. Por vezes, quando acudados pelo fogo inimigo, as guarnições de AAAe, acostumadas com seu treinamento excessivamente técnico, abandonaram suas posições. Com isso se vê a importância da evolução de uma doutrina que preze pelo treinamento em todas as situações de combate. Vemos ainda atualmente, uma preocupação permanente das escolas de AAAe dos diversos países, e também no Brasil, de se treinar seus alunos e seus efetivos em ambas situações: Defesa Estática e Defesa Móvel:

The training in the United States needed more stress on the basics: field fortifications, site security and field sanitation. Antiaircraft artillerymen needed more field time, their unit training cycle needed to be longer, the standards harder, and the soldiers tougher. (SEMMENS, p. 4)

O treinamento básico nos EUA necessitava ter mais stress: trabalhos de OT (organização do terreno), segurança aproximada e saneamento em campanha. Os antiaéreos precisavam de mais tempo no campo, o ciclo de treinamento devia ser mais longo, os padrões mínimos mais difíceis e os soldados mais rústicos (tradução nossa)

Mesmo com as dificuldades iniciais encontradas nesse conflito, vários ensinamentos foram colhidos durante os combates. Ao defender tropas nas linhas de contato percebeu-se que nunca há meios de AAAe suficientes para atender todas as necessidades de DAAe. O que ressaltou a necessidade de mobilidade das tropas de AAAe e, nesse aspecto, os Half-track M15/M16, se destacaram, possibilitando uma defesa móvel e altamente eficaz contra a ameaça aérea encontrada.

Segundo Ribeiro (2009), outro aprendizado colhido com os ataques aéreos foi que a Artilharia de Campanha é, normalmente, o alvo prioritário das aeronaves inimigas. Percebeu-se que no Norte da África, 95% dos ataques aéreos a uma Divisão tinham como objetivo a Artilharia de Campanha. Sendo assim, grande importância foi dada a defesa passiva das tropas. Aspectos como dispersão dos comboios e camuflagem das posições foram ressaltados e fez-se uso da Força Aérea amiga para verificação da eficiência da camuflagem realizada.

O fratricídio foi um dos mais graves problemas que ocorreram durante Kasserine. O radar SCR-268 mostrou-se eficiente nas áreas de retaguarda. Porém, nas linhas de frente, devido a sua pouca mobilidade e terreno acidentado, este não foi utilizado. Como solução para identificação de aeronaves, algumas unidades valeram-se de viaturas com três observadores munidos de rádio, que eram deslocadas para as prováveis regiões de aproximação da aviação inimiga, a aproximadamente trinta quilômetros da posição defendida. Este sistema se mostrou muito eficiente no alerta antecipado para a AAAe e para tropa defendida, bem como diminuiu significativamente o fratricídio. Outras soluções foram desenvolvidas. Algumas aeronaves aliadas passaram a balançar as asas de forma pré-estabelecida na chegada das missões ou pintaram a frente do avião com cores diferentes e até sinalizavam com fumaça quando passavam pelas posições antiaéreas. Porém, a

única solução institucionalizada pelas forças armadas foi a de que para abrir fogo era necessário identificar a aeronave como inimiga, ou seja, a aeronave devia apresentar atitude hostil para ser atacada.

Greenwald (2003) aponta que, levando-se em consideração os erros e acertos e, juntando-se eles aos aprendizados em Kasserine, algumas outras modificações foram implementadas além das já citadas. A estrutura dos *AW Battalions* (Batalhão de Armas Automáticas), Batalhão que normalmente atuava isolado em proveito da Divisão, foi modificada. Cada Batalhão contava agora com oito observadores para postos de vigilância (P Vig), todos os elementos das guarnições dos canhões passaram a possuir binóculos para identificar as aeronaves e o número de rádios foi aumentado. Cada bateria passou a contar com oito canhões Bofors 40mm e oito M55 (reparo com quatro metralhadoras .50). Na parte da preparação e treinamento, foi realizado um intercâmbio entre os oficiais das escolas de formação nos EUA com os oficiais que participaram dos combates, a fim de melhor conduzir o realismo e eficiência dos treinamentos. A doutrina de defesa AAe deixou de ser estudada sob a ótica das táticas da própria Força Aérea do Exército norte-americano, adaptando-se às táticas de ataque da Luftwaffe .

Kasserine Pass definiu AAe como arma de defesa não só estática, mas como também uma arma dinâmica e, como Edward Green Byron coloca: “After Kasserine, thoughtful maneuver commanders would not move without adequate antiaircraft protection”¹⁰ (BYRON, p. 318).

5.2 A BATALHA DE REMAGEN

A captura da ponte Ludendorff, na cidade de Remagen, foi fundamental para os Aliados estabelecerem uma cabeça de ponte em direção ao coração da Alemanha Nazista, por se tratar da única ponte ainda intacta conservada pelos alemães sobre o Rio Reno, ligando esta região ao interior do país, sólida o suficiente para permitir a travessia de blindados, armamento pesado e caminhões de suprimento junto com as tropas invasoras. Capturada pelos norte-americanos, os esforços alemães foram desesperados para derrubá-la ou colocá-la fora de uso, primeiro pela infantaria e à medida que iam sendo empurrados para longe de Remagen, por disparos de artilharia e por bombardeios da Luftwaffe sobre ela. Para se sobrepor a esses ataques de bombardeiros da Luftwaffe, os exércitos aliados

empregaram uma eficiente defesa antiaérea na região da ponte.

The taking of the Remagen bridge gave the Americans their first passage across the Rhine and was, therefore, a milestone in the war against Germany and a great boost to Allied morale. About 8,000 troops, together with tanks and self-propelled guns, crossed the bridge in the space of 24 hours⁶. (AXELROD, 2007, p. 684)

De acordo com Greenwald (2003, p.381), essa foi uma contribuição decisiva para o fim da Grande Guerra: “[...] anti-aircraft crewmen made perhaps their most significant contribution toward directly shortening the war with the defense of the Ludendorff Railway Bridge across the Rhine at Remagen.”⁷

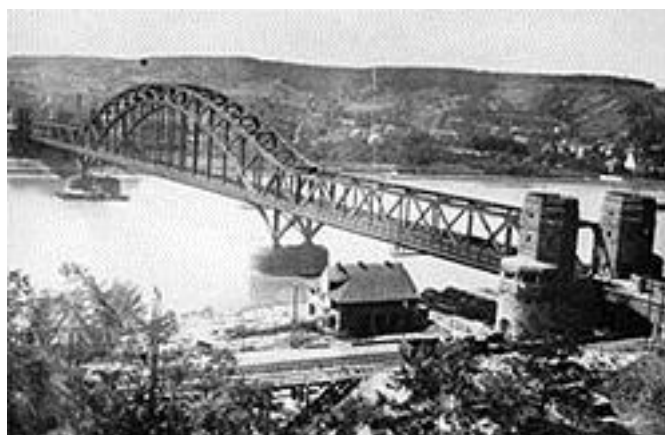


Figura 03: Ponte Ludendorff na cidade de Remagen

Fonte: <www.wikipedia.org>

Ainda segundo o estudo minucioso Greenwald (2003) sobre o emprego da Artilharia Antiaérea nesse combate, a AAAe presente na região em torno da ponte sobre o Rio Reno rapidamente mobiliou a defesa antiaérea com seus 482º Batalhão de Armas Automáticas Autopropulsado e 413º Batalhão de Canhões. Nesse momento, foram utilizados maciçamente os canhões de 90 mm, armas automáticas, e principalmente, os radares SCR-584. Com isso, a AAAe aliada foi decisiva no estabelecimento da cabeça de ponte, apoiando a passagem de milhares de militares americanos, fator preponderante para o transcurso da ofensiva Aliada em meados de Março.

⁶ A tomada da ponte de Remagen deu aos norte-americanos a primeira passagem sobre o Rio Reno, e foi, portanto, um marco na história da guerra contra a Alemanha e um grande impulso para o moral das tropas Aliadas. Por volta de 8.000 tropas, juntamente com veículos blindados e armas autopropulsadas, cruzaram a ponte num período de 24 horas.

⁷ Os artilheiros antiaéreos fizeram, talvez, sua mais significativa contribuição para o encurtamento da guerra, com a defesa da Ponte de Ferroviária Ludendorff sobre o Reno em Remagen.

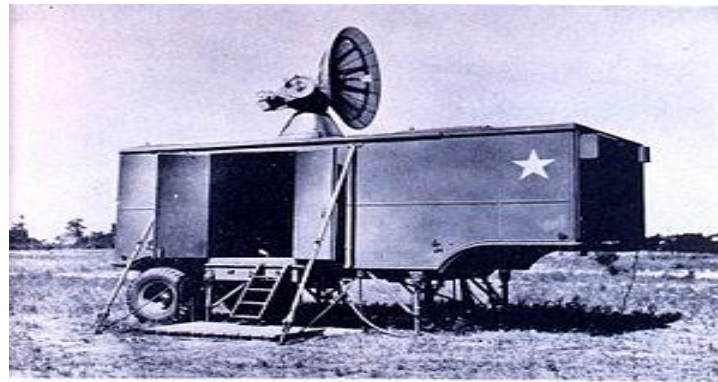


Figure 22. Exterior View of Radar Set SCR-584.

Figura 04: Radar SCR-584

Fonte: <www.wikipedia.org>

As investidas aéreas alemãs contra a defesa foram persistentes no início, mas geralmente eram executadas por aeronaves em voo solo ou no máximo em duplas, e não foi experimentado nenhum ataque combinado com formações maiores que essa.

Em 08 de março daquele ano, onze aeronaves Junkers (Ju) 87 e uma Messerschmitt (Me) 109 atacaram a ponte da cidade de Remagen pela tarde. O 482º Batalhão de Armas Automáticas Autopropulsado americano cuidou para que todas as doze aeronaves envolvidas no ataque fossem destruídas, mostrando logo sua eficácia e superioridade na primeira fase dos ataques.

No dia seguinte, mais dezessete aeronaves inimigas sobrevoaram a área e, novamente, suas formações eram as mesmas. Estas aeronaves, demonstrando maior cautela que suas antecessoras mal sucedidas, tomaram ações evasivas violentas e voaram a uma altitude mais baixa que as anteriores. Da mesma maneira que no dia anterior, todos os ataques foram rechaçados, e ao final do dia, as aeronaves destruídas chagavam a doze aeronaves, incluindo as aeronaves Me-109, Heinkel (He) 111 e Focke-Wulf (Fw) 190.

Para o comando da Lutwaffe, as pontes sob domínio americano deveriam ser destruídas a todo custo, incluindo a de Remagen. Em 10 e 11 de março, mais de 70 aeronaves realizaram ataques isolados em condições climáticas adversas para os pilotos. Bombas de altas e baixas altitudes foram lançadas, seguidas de manobras evasivas. Porém, nenhuma avaria afetou as defesas antiaéreas (DA Ae), mas ao contrário, nos dois dias, foram engajadas e destruídas 29 aeronaves.

Agora com a melhoria das condições climáticas, no dia 12 de março, a DA Ae da Ponte de Remagen provou novamente sua eficácia e eficiência no combate antiaéreo. No total, 84 aeronaves realizaram surtidas na região da ponte, incluindo, dessa vez, uma nova aeronave, o Me-262 turbo-jato. Mais uma vez, a maioria das incursões foram feitas a baixa altura. Ao final daquele dia, trinta e um aviões de combate teriam sido abatidos e oito foram danificados. As ações inimigas aumentavam jornada após jornada, e no dia 13 de março, 97 aeronaves realizaram ou tentaram realizar ataques sobre a Ponte de Remagen. O emprego de quatro aviões a jato Arado (Ar) 234 em operações de reconhecimento marcou o aparecimento deste tipo de aeronave na área da cabeça de ponte. Foram destruídas 31 aeronaves e 13 foram danificadas.

Na manhã de 14 de março, a Força Aérea Britânica entrou no conflito com seus Balões de Barragem chegando à ponte e dando uma enorme contribuição à batalha, pois a partir desta investida, quase nenhum ataque alemão a baixa altura foi visualizado na ponte. Ainda em 14 de Março, os alemães enviaram 80 aeronaves de dia e mais 14 à noite. Os americanos reconheceram pelo menos 67 como jatos, o que indicava uma completa mudança nas táticas de ataque. Essas aeronaves alemãs realizavam o lançamento de suas bombas com uma grande velocidade, porém, a relutância dos pilotos alemães em reduzir sua velocidade para o lançamento das bombas, foi sem dúvida a maioria das causas dos erros de precisão, mesmo atacando em altitudes que variavam de 1.000 a 2.000 pés. As altas velocidades dos jatos naquele momento foram um grande teste para a DA Ae local, tendo em vista a redução de baixas de aeronaves inimigas: somente 5 an destruídas e 13 danificadas durante o dia e 6 destruídas e 1 danificada à noite.

Comparando com o Manual de Campanha Emprego da Artilharia Antiaérea (BRASIL, 2011), no Capítulo que disserta sobre as técnicas de ataque da Ameaça Aérea, conclui-se que, desde os primórdios do emprego do avião em situações de combate, as técnicas de ataque e o tipo de armamento que a aeronave está portando, são fatores preponderantes para o planejamento da missão dentro da doutrina aérea.

1) Ângulo de mergulho

a) Também conhecida como " POP - UP ", esta técnica é baseada na obtenção de uma melhor precisão de lançamento e na trajetória mais eficiente para o armamento considerado. É normalmente utilizado contra

alvos-ponto e de porte médio, utilizando-se de Can, metralhadoras, foguetes, Msl, bombas de queda livre, de feixe e inteligentes. Apresenta como desvantagem uma exposição mais prolongada à AAAe, a partir do ponto de arremetida.

2) Atq rasante

a) É utilizado contra alvos de porte médio e alvos-área, utilizando-se de bombas freadas e incendiárias. O Atq é realizado a Bx Altu (normalmente entre 100 e 1000 m) nivelados ou com um ângulo muito pequeno em relação ao solo.

b) O piloto deve decidir realizar ou não o Atq a pelo menos 3.500m do objetivo, considerando a velocidade média de 250 m/s. Assim, a dimensão vertical do alvo e o terreno em sua volta constituem-se em fatores importantes, porque permitem ao piloto uma referência, quando voando a altas velocidades. (MANUAL DE EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA, 2011 p.A-28)

E ainda:

A-21 BOMBAS

a. Consideradas como um dos Sist A mais comum, as bombas vêm sendo empregadas desde a primeira guerra mundial. De variados tipos, tamanhos e poder destrutivo, são lançadas a partir de Anv de asa fixa, não sendo comum o seu emprego a partir de helicópteros. De custo reduzido e fácil aplicação, (os modelos mais simples) equipam praticamente todas as F Ae do mundo. São empregadas contra os mais diversos tipos de alvos, principalmente aqueles que necessitam de maior poder de penetração e possuem grandes dimensões, como pontes de concreto, blindados, "bunkers", refinarias e centros industriais. Sua precisão é variável de acordo com o método de lançamento, o Sist de pontaria e o tipo de bomba utilizado. São dos seguintes tipos: queda livre, feixe, freadas, incendiárias e inteligentes.

b. Queda Livre - As bombas de queda livre foram as primeiras e são as mais simples de se produzir e operar. De variados tamanhos e poder de destruição, são empregadas contra alvos de grandes dimensões, tais como: veículos blindados, edificações, fortificações, viadutos, pontes concretadas, estradas de ferro, etc, sendo liberadas em Atq a Me Altu e Bx Altu. Utilizam como técnica de Atq o ângulo de mergulho. (MANUAL DE EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA, 2011 p.A-24)

No dia 15 de março, os alemães abandonaram as aeronaves a jato e realizaram apenas 12 incursões e, já no dia 16 de março, houve apenas uma surtida alemã.

Ao passar dos dias, os pilotos alemães, após inúmeras tentativas frustradas e sem sucesso de destruir a Ponte Remagen, começaram a tentar novas formas de ataque à ponte.

Segundo o artigo *Captura del Puente de Remagen* Os ataques com os Foguetes V-2 não obtiveram muito sucesso sobre a ponte Ludendorff. A Luftwaffe optou por utilizar quantidades menores e que utilizam projéteis balísticos V-2. Entre 11 e 16 mar 1945, a partir da base de Hellendoorn na Holanda, os alemães

lançaram um total de 11 mísseis V-2 em direção a Ponte Ludendorff, em Remagen, mas nenhum impacto relevante. Um deles caiu a uma milha da ponte, outro impacto na cidade de Remagen e os outros nove explodiram ao longo do rio. O único Míssil V-2 que causou danos às defesas antiaéreas no local, foi um que explodiu 275 metros da ponte, matando 3 soldados norte-americanos e ferindo 50. Porém, os alemães ainda insistiam com seus ataques aéreos com o objetivo de destruir este importante alvo estratégico para o curso da Guerra. Em 18 de março, doze aeronaves atacaram as armas antiaéreas pagando um preço considerável. Nas noites de 19 e 20, o inimigo perdeu 12 das 20 aeronaves. Os ataques aéreos da Luftwaffe à Ponte Remagen acabaram no dia 20 de março.

Consegue-se visualizar nessa operação ocorrida durante a II GM uma correlação de necessidades de DA Ae entre nossa Doutrina atual e aqueles conflitos. Percebe-se então uma explícita evolução da doutrina da AAAe durante essa Guerra, fazendo com que esse tipo de atribuição de Prioridades de DA Ae seja seguido até as operações atuais do Exército Brasileiro. No Manual de Campanha Emprego da Artilharia Antiaérea (BRASIL, 2011), em seu capítulo 6, pontos sensíveis ao longo do itinerário que são pontos críticos para o sucesso da missão, figuram como primeira prioridade em uma Marcha para Combate:

6-2. MARCHA PARA O COMBATE (M Cmb)

b. Necessidades de DA Ae - Durante a M Cmb, normalmente, recebem Prio DA Ae:

1) os P Sen ao longo dos itinerários (pontes, viadutos, regiões de passagens, etc);

Como conclusão dessa batalha pela defesa da Ponte em Remagen, consagrou-se indubitavelmente mais eficaz, a Artilharia Antiaérea norte-americana. Abatendo um grande número de aeronaves inimigas e uma diversa gama de aeronaves, a AAAe norte-americana conseguiu com êxito o objetivo de defender aquela área de operações, permitindo a passagem das tropas aliadas rumo ao interior da Alemanha. Os canhões 90 mm americanos se houveram muito bem nesse teste de fogo e foram responsáveis por vários abatimentos de aeronaves da Luftwaffe, e por outro lado com poucas baixas de seu armamento e pessoal.

The Remagen Bridge collapsed on 17 March 1945, but it was never touched by German bombs⁸. (SEMMENS, Cap VI, HAMMER OF HELL)



Figura 05: Canhão 90 mm utilizado pela AAAe norte-americana
Fonte: <www.wikipedia.org>

5.3 A ARTILHARIA ANTIAÉREA NO DIA D (NORMANDIA)

A ofensiva na Normandia por parte dos Aliados, também conhecida como Operação *Overlord*, foi uma tentativa de reconquistar a França através do litoral, que até então estava dominada pelas tropas de Hitler.

Durante uma grande reunião, realizada na cidade de Quebec em agosto de 1943, governantes dos países Aliados, liderados por Winston Churchill e o presidente norte-americano Franklin D. Roosevelt, entraram num acordo para que fosse planejado e apresentado o plano de invasão da Normandia, que previa o desencadeamento da Operação *Overlord* em maio de 1944.

Em Dezembro de 1943 o general norte-americano Dwight Eisenhower é nomeado comandante supremo da Força Expedicionária Aliada. Os aliados eram compostos por tropas dos Estados Unidos, Reino Unido, e França. A invasão da Normandia foi a maior invasão marítima da história, com quase três milhões de soldados que cruzaram o Canal da Mancha, partindo de vários portos e campos de aviação na Inglaterra, com destino a Normandia, na França ocupada.

O principal objetivo da Artilharia Antiaérea Alemã, durante a Operação *Overlord* (desembarque da Normandia), era neutralizar e impedir que as grandes aeronaves de transporte de pessoal lançassem paraquedistas norte-americanos à

⁸ A Ponte de Remagen caiu em 17 de março de 1945, porém nunca foi tocada por bombas germânicas.
(tradução nossa)

retaguarda das linhas de defesa alemãs, estacionadas principalmente na praia de Omaha (região da Normandia).

Devido à artilharia antiaérea, muitos paraquedistas saltaram fora da zona prevista, alguns dos paraquedistas se enroscaram nas árvores, foram vistos pelos soldados alemães e morreram antes mesmo de porem os pés na França, demonstrando assim a complexidade e o risco dessa operação.

Já para a AAAe aliada, o objetivo maior era dar proteção antiaérea a Força de Desembarque (F Dbq) que abarcava nas praias da Região da Normandia.

Desde maio de 1944, as Forças Aliadas vinham conduzindo agressivas campanhas aéreas contra a Luftwaffe. No Dia D, os Aliados detinham a supremacia aérea. Mesmo assim, o planejamento Aliado acreditava que os alemães poderiam reunir suas aeronaves e gerar cerca de 2.200 surtidas no Dia D. O objetivo aliado, então, era chegar em terra firme e conquistar as saídas da praia de Omaha o mais rápido possível.

De acordo com o Semmens (HAMMER OF HELL), o 397º Batalhão de Metralhadora foi o primeiro batalhão de AAAe a desembarcar na França. O batalhão chegou em terra, atingiu a praia e encontrou uma chuva de fogos de metralhadoras e armas antiaéreas alemãs. Nos primeiros 15 minutos após o desembarque sofreu cerca de 60% de baixas. Além do 397º Batalhão, ainda desembarcaram na Praia de Omaha, no mesmo dia, o 462º Btl de Can Au e o 197º Btl de Can Au AP.

The 462nd AW Battalion began coming ashore around 0900, and the 197th AW Battalion (Self-Propelled) started coming ashore about the same time. The 197th was one of the finest battalions the branch has ever seen. Battery A of the 197th, which began landing in increments, at 0800 was completely ashore around 1630 on D-Day. (SEMMENS, 1994, p. 26)

Os desembarques continuaram e, à noite, os artilheiros antiaéreos começaram a se concentrar nas saídas da praia. Até o final do dia, as unidades de Defesa Aérea tinham estabelecido suas defesas em torno de todas as saídas principais.

Os primeiros balões de barragem começaram a voar em torno das 23:00h do Dia D.



Figura 06: Balão Barragem utilizado pela AAAe na Normandia

Fonte: < http://pt.worldwar-two.net/armamento/baloes_barragem/>

O balão barragem⁹ era simplesmente um saco com gás mais leve que o ar, ancorado a um cabo de aço que vinha do chão. Muita se assemelhava a um dirigível. O balão podia ser elevado e abaixado à altitude desejada através de um guincho. A finalidade engenhosa: negar o espaço aéreo de baixa altitude aos aviões inimigos. Esta simples missão permitia ter três grandes benefícios: Forçava os aviões para maiores altitudes, fazendo com que diminuísse o efeito surpresa e a precisão de bombardeamento; melhorava as defesas aéreas baseadas em terra e a habilidade dos caças alcançarem os alvos, visto que aviões intrusos eram limitados a altitudes e a direção; e o cabo apresentava um perigo definitivamente mental e material para os pilotos.

Existiam 1.400 balões em meados de 1940, um terço dos quais se encontrava sobre a área de Londres. Em 1944, o número subiu para perto dos 3.000. Mais tarde na guerra, os balões barragem passaram a combater a bomba voadora V-1.

Apesar da atividade aérea alemã sobre Inglaterra ter diminuído gradualmente, o mesmo não ocorreu para a atividade do balão britânico. As unidades do Comando dos Balões acompanharam as tropas no Norte de África e na Itália, onde protegeram praias inteiras dos ataques de baixa altitude. Quatro mil homens responsáveis pelos balões fizeram parte da invasão da Normandia, atravessando o canal no Dia-D para proteger os portos artificiais, portos capturados e munição dos Aliados. Mas talvez o melhor exemplo dos balões em combate ocorreu durante a ofensiva dos V-1 contra

⁹Aerospace Power Journal - Summer 1989, The Official Web Site of the 225th AAA Searchlight Battalion Veterans Association. Disponível em <http://pt.worldwar-two.net/armamento/baloes_barragem/> Acesso em: 28 Jul 17

Londres em 1944. Mais uma vez, os balões foram parte integral do sistema de defesa aérea e, neste caso, formaram a terceira e última linha de defesa contra a arma de baixa altitude. Aproximadamente 1.750 balões de toda a Grã-Bretanha foram acumulados nos arredores de Londres, formando o que um oficial britânico chamou a maior cortina de balões da história. Apesar das armas e dos caças terem destruído a maioria das bombas V-1 (1.878 e 1.846, respectivamente), aos balões foram creditados com 231 mortes. Basicamente, foi a última vitória dos Balões Barragem britânicos, porque com o fim da guerra em 1945, também foi o fim para esses balões.

Ainda segundo Semmens, na Praia de Utah, o 81º Btl AAAe desembarcou no Dia D e imediatamente iniciou seu deslocamento em volta das saídas da praia. No Dia 07 de junho, o 413º Btl Can, o equivalente a um batalhão de defesa de grande altitude, desembarcou de madrugada, trazendo seus canhões de 90 milímetros, radares e equipamentos de controle e direção de tiro. O 474º Btl de DA Ae de Curto Alcance, foi a segunda unidade a desembarcar em terra firme e foi seguida por elementos do 535º Btl AAAe, outro batalhão de DA Ae de curto alcance, por volta das 17:00h. Na manhã de 7 de junho, os Aliados controlavam as saídas das praias. O 11º Grupo de Artilharia Antiaérea desembarcou às 08:30h e o 116º Btl AAAe, com seus canhões de 90 mm, começaram a chegar em terra firme uma hora e meia após sua turma de reconhecimento.

Mesmo com o controle do espaço aéreo pelos Aliados, obtido pela sua supremacia aérea, os alemães atacaram a Praia de Utah. Na manhã de 07 de junho, quatro Folke-Wulf 190 metralharam a praia. O 474º Btl conseguiu nesse momento abater uma aeronave. Por volta do meio-dia, mais cinco FW-190 atacaram vindos do Leste, e os artilheiros antiaéreos destruíram nessa incursão quatro das cinco aeronaves empregadas pelos alemães. Às 14:00 h os alemães tentaram mais um ataque, desta vez com quatro caças Me-109. Todos os caças alemães foram abatidos pelos canhões do 474º Btl.

Além das aeronaves abatidas no cumprimento de sua missão principal, todos os elementos de AAAe que participaram efetivamente do desembarque na Normandia, cumpriram, com seus canhões de dotação, missões de superfície, principalmente devido a característica da operação da qual participavam.

6 EVOLUÇÃO DA AAAE AO LONGO DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

A Segunda Guerra Mundial (II GM) durou de 1939 a 1945, e em todos esses seis anos houve muitas melhorias e evoluções nos armamentos e na doutrina das Artilharias Antiaéreas envolvidas nos conflitos armados. As Forças Armadas que mais desenvolveram seus equipamentos e estudos acerca de DA Ae, foram os Estados Unidos e a Alemanha. Os dois países beligerantes já possuíam uma boa estrutura e comandos constituídos para suas AAAe, antes mesmo da II Guerra Mundial, durante o período entre guerras. Porém foi durante a II GM que o emprego desses Batalhões se deu mais intensamente, principalmente pela maior uso dos aviões de combates como armas de guerra.

Nesse capítulo, irá se esmiuçar o que veio a ser apresentado de novo ou de melhoria no que tange a AAAe das Forças Armadas. Mostrar-se-á o que foi implementado de armamento, equipamentos de direção e tiro, radares, e o que foi mudado em relação à doutrina.

Obviamente se conhece quem saiu vencedor e quem saiu derrotado dessa guerra, contudo, para fins de pesquisa, não consideraremos o final da guerra, apenas o desempenho de cada AAAe e seus armamentos durante as operações e batalhas.

6.1 EVOLUÇÃO DO ARMAMENTO AAAE

As necessidades alemãs de defesa contra aeronaves a alta altitude iriam ser, originalmente, preenchidas por uma peça de 75 mm da Krupp, concebida em colaboração com a sueca Bofors, mas as especificações foram, mais tarde, corrigidas no sentido de exigirem desempenhos muito mais elevados. Em resposta, os engenheiros da Krupp apresentaram o novo canhão de 88 mm Flak 36. O "oitenta e oito" - como ficou conhecido - iria tornar-se numa das mais famosas peças de artilharia da história. Usado pela primeira vez na Guerra Civil de Espanha, a peça iria provar ser uma das melhores armas antiaéreas do mundo. Posteriormente seria também usada na função anticarro, mostrando-se mortífera contra carros de combate ligeiros e médios.

Segundo o livro A Compacta História da Segunda Guerra, escrito por Evans e

Gibbons (2016), A AAAe alemã foi a primeira a usar o sistema de *Proximity Fuse* (Espoleta de Proximidade, tradução nossa), um sensor de proximidade que detona um explosivo automaticamente, quando a distancia ao alvo se torna menor que um valor predeterminado. Esse novo dispositivo das munições causavam danos letais às tropas inimigas, mesmo que o alvo não fosse atingido com precisão. Isso deu aquela tropa uma enorme vantagem durante vários combates antiaéreos. De acordo com Rios (2015), eram, basicamente, radares muito rudimentares instalados em cada um dos projéteis. Quando o tempo decorrido entre um sinal, emitido e recebido de volta pela antena interna do projétil, era menor do que um determinado limite significava que o alvo estava no alcance ideal da explosão, o que resultava na detonação da sua carga explosiva. Apesar de os alemães terem realizado pesquisas nessa área, apenas os estados unidos e o Reino Unido desenvolveram e utilizaram projetos com detonadores de proximidade. Durante a guerra, essas Bia AAAe não apontavam para um avião específico, mas sim para a direção da formação, já que um projétil como esse explodindo no meio de uma formação compacta de bombardeiros, era capaz de danificar muitos aparelhos ao mesmo tempo. Esses fragmentos costumavam perfurar os tubos hidráulicos que moviam as superfícies aerodinâmicas das aeronaves, dificultando a aeronave, impossibilitando o seu controle ou em alguns casos de azar para as tripulações, atingiam “em cheio” os bombardeiros, causando a sua imediata destruição.

O texto encontrado em Defesa Antiaérea nos explica ainda que, após a Operação Chastise no ano de 1943 - onde a *Royal Air Force* (Força Aérea Britânica) empregou muitos meios de combate contra as represas alemãs do rio Ruhr, - foi desenvolvido e empregado em larga escala pelos alemães um sistema inteiramente novo, extremamente necessário para neutralizar com um único disparo, qualquer aeronave de combate em voo a baixa altitude (altura). No início, a primeira tentativa de se empregar um sistema AAe desses, usou um canhão de calibre 50 mm, porém sua precisão se mostrou ineficaz e foi substituída por uma peça de calibre 55 mm. O novo sistema de armas AAe era composto de um controle do tiro centralizado que dispunha tanto do Radar de Busca como do Radar de Controle de Tiro, que previam e determinavam um ponto futuro onde as armas deveriam realizar sua pontaria, considerando os dados da balística e do vento, fornecendo assim comandos elétricos para as armas, que se apontavam rapidamente de forma mecânica. Os

serventes da peça precisavam somente municiar e carregar as armas e designar os alvos aéreos. Este sistema, moderno até para os padrões atuais, estava em desenvolvimento avançado quando a Segunda Guerra terminou. Muitos de nossos canhões AAe (Can AAe) utilizados nos dias de hoje pelas mais diversas forças armadas, fazem uso de sistemas similares a essa tecnologia desenvolvida ainda no período da Guerra. Como é o caso do Brasil, mais especificamente o Exército Brasileiro, que utiliza o Sistema Canhão Automático Antiaéreo 40 mm C/70 Fila Boffors (Suécia), onde as armas são acionadas eletricamente pelo EDT (Equipamento Diretor de Tiro) que dispõe de um Radar de Busca e outro de Controle de Tiro integrados:

1.3. TIPOS DE ACIONAMENTO

a) Controle Remoto – Os movimentos de elevação e direção do canhão são inteiramente controlados pelo EDT, que também aponta e dispara o canhão. Utiliza-se um preciso sistema de controle remoto. Devido às altas velocidades e acelerações em elevação e direção do canhão, pode-se efetuar engajamentos em tempo muito curto. (MANUAL DE ENSINO CANHÃO AUTOMÁTICO ANTIAÉREO 40MM C/70. BRASIL, 2014)

Contudo, os países Aliados já tinham obtido licenças para fabricarem peças de 40 mm da empresa de armamentos sueca Bofors e assim colocaram-na ao seu serviço. Esta arma tinha a potência necessária para abater aeronaves de qualquer tamanho, porém era surpreendentemente leve para oferecer às tropas uma grande mobilidade. E nessa fase da guerra, não se podia perder muito tempo, ainda mais quando os inimigos eram normalmente aviões de combate cada vez mais ágeis e velozes.

Ao longo do seu emprego, porém, seu uso revelou outros problemas, o da determinação do alcance até o alvo e o do rastreamento dos novos alvos a velocidades mais altas ser praticamente impossível. Até então, a pontaria contra alvos a curta distância era feita manualmente, enquanto que a pontaria contra alvos a longa distância era feita mecanicamente através do uso de limbos e tambores graduados. No entanto, para as distâncias e as velocidades com as quais o Can Bofors 40 mm trabalhava, nenhuma dessas soluções se mostrava adequada. A solução encontrada pelos Britânicos foi a automação, sob a forma de um computador mecânico: o Preditor Kerrisson. Os operadores mantinham-no apontado ao objetivo e o Preditor calculava então automaticamente o ponto futuro do alvo e indicava-o sob a forma de um ponteiro montado na arma. Os serventes da arma

apenas tinham que seguir o ponteiro e carregar as munições. O Predictor Kerrison era extremamente simples, mas indicou o caminho a seguir para futuras gerações de preditores que incorporariam radares, inicialmente para determinação do alcance e, depois, para perseguição dos objetivos. Sistemas semelhantes foram introduzidos pelos alemães, os quais, mais tarde também incorporaram radares.

Ainda consoante Rios (2015), os aliados também criaram canhões desse tipo como, por exemplo, o norte-americano M1 de 90 milímetros e o Soviético de 85 mm. Os canhões não eram rápidos e não eram capazes de acompanhar um alvo veloz voando a baixa altitude. Eram mais indicados contra grandes formações de bombardeiros voando a elevada altitude. A barragem de fogo que eles criavam à frente da passagem dos bombeiros era brutal, resultando sempre em pesadas baixas. Já contra os bombardeiros de mergulho como o Stuck alemão ou aviões multipropósito, a arma mais indicada eram as de baixo calibre, de movimento transversal rápido e com elevada cadência de tiro. Nessa área destacaram-se armas como a EMI 45 norte-americana e a Flak 38, extremamente mortal contra aviões voando a baixa altitude. Já contra os caças, por serem muito velozes e ágeis, eram capazes de manobrar eficazmente contra as grandes e pesadas Bia AAAe, como a Flak 41 alemã e mesmo contra as ágeis baterias de baixo calibre como a EMI 45 norte-americana podiam escapar rapidamente voando baixo e aproveitando-se de obstáculos naturais do terreno. Por isso, a melhor contramedida contra os caças, eram outros caças que podiam combater de igual para igual no ar. Apesar disso muitos caças foram abatidos por artilharia antiaérea durante a guerra, principalmente quando eram apanhados de surpresa.

Os sistemas de defesa antiaérea do Exército dos EUA receberam pouca atenção e importância no início da II GM, porém mostraram-se extremamente eficazes nos conflitos que participou. Para as pequenas necessidades táticas dos combates eram empregadas metralhadoras Browning M2 de calibre .50, a mesma que o Exército Brasileiro utiliza ainda para a Auto Defesa Antiaérea (A Def AAAe), que era frequentemente montada na retaguarda de um blindado sob lagartas, transformando-se no Veículo Blindado Antiaéreo M16 GMC. Apesar de menos potente que os sistemas alemães de 20 mm, as quatro (ou cinco) Baterias de um batalhão de AAAe típico do Exército dos EUA estavam, frequentemente, espalhadas por vários quilômetros, podendo realizar a defesa antiaérea dos Elementos de

Manobra terrestres. As suas maiores peças de 90 mm M3 iriam provar ser também excelentes armas anticarro - tal como o oitenta e oito alemão - sendo largamente utilizadas nesta função na fase mais avançada da Guerra. A AAAe Norte Americana também possuía a sua peça de 120 mm M1, conhecida por "*Stratosphere Gun*" (por ter uma impressionante capacidade de alcance vertical de aproximadamente 18.000 m, que fazia dela a mais poderosa arma antiaérea do mundo). No entanto, nunca existiu nenhuma oportunidade para empenhá-la em situações reais.

Rios (2015) nos mostra que, o canhão alemão de 88 mm foi um dos mais icônicos canhões da segunda guerra mundial. Foi originalmente concebido para desempenhar as funções de artilharia antiaérea. O primeiro modelo conhecido como Flak 18 fez a sua estreia em combate em 1936 durante a guerra civil espanhola e rapidamente provou ser a melhor arma antiaérea em operação do mundo, com uma elevadíssima precisão e uma taxa de disparos inigualável. Mas para surpresa dos alemães provou também ser uma excelente arma antitanque com seus projeteis de elevado calibre sendo muito eficientes contra blindados em fortificações inimigas. A versão seguinte, conhecida como Flak 36, tinha claras vantagens em relação ao anterior, pois não precisava ser fixado em solo para ser disparado, o que era excelente para aquelas situações urgentes e inesperadas, mas se fosse o caso ser fixado em solo, todo o procedimento não levava mais do que dois minutos e meio para essa operação. Além disso, vinha também equipado com um escudo blindado que dava alguma proteção à guarnição. A versão seguinte, o Flak 37 apresentava algumas melhorias que facilitavam o acompanhamento de alvos em movimento.

A segunda geração conhecida como Flak 41, era mais móvel vinha mais bem preparada para o combate contra alvos terrestres, mas era uma arma de construção mais complexa e apresentava frequentes problemas no campo de batalha como, por exemplo, travar entre os disparos. Por esse motivo foram construídos apenas 556 unidades. Na batalha da França, era a única arma alemã capaz de perfurar os pesados blindados franceses Charlie 1 e o pesado blindado inglês Matilda II. No norte da África, o talentoso general alemão Rommel, também conhecido com a raposa do deserto, utilizou apenas dois Batalhões equipados com o Can 88 mm e mesmo assim destruíram mais de 260 blindados dos Aliados.

Para realizar a defesa antiaérea de suas cidades, os Alemães também construíram as famosas Flaktürme (torres Flak), que consistiam em maciços blocos

de concreto reforçado, alguns deles com mais de seis pisos de altura, que serviam de abrigo antibomba e no topo das torres era posicionada artilharia antiaérea. Essas torres receberam esse nome porque contavam com o supracitado armamento Flak. As torres FLAK, construídas nas cidades atacadas pelos Aliados, principalmente na capital Berlim, não só serviram para a DAAe, como acabaram por se transformar em fortalezas largamente usadas até pela população civil. Tornaram-se as últimas fortificações a cair frente ao ataque soviético durante a batalha pela cidade em 1945. Segundo Luiz (2009), A DA Ae das principais cidades dos países beligerantes era principalmente muito importante e estratégica. Porém, foi somente após os bombardeios da RAF a Berlim, no ano de 1940, que Adolf Hitler, supremo comandante alemão, ordenou a construção de 3 Torres para defender a capital de ataques aéreos. Todas essas torres eram apoiadas por um radar cada, cuja antena era retrátil – era recolhida para detrás de uma cúpula de concreto e aço, a fim de evitar danos num ataque aéreo.

Hitler era muito preocupado com a DA Ae da principal cidade do Reich e tomou o projeto das fortalezas como interesse pessoal. Com isso as fortificações ficaram prontas em tempo recorde e foram construídas em apenas seis meses. Havia muita prioridade para esses projetos

As torres Flak foram consideradas invulneráveis a ataque de munições comumente usadas nos bombardeiros aliados, porém, é improvável que elas teriam resistido às bombas de Grand Slam, que tinha capacidade de penetrar camadas muito mais espessas de concreto armado. As três torres nos arredores de Berlim formavam um triângulo antiaéreo que cobria todo o centro de Berlim. O acordo de cooperação militar com os Russos para a fabricação de armamentos e treinamento de militares em seu território foi fundamental para a evolução da Flak.

Estas torres antiaéreas foram construídas também com o intuito de utilizá-las como uma espécie de *bunkers* para abrigo de civis, com capacidade para até 10.000 civis. As torres Flak foram alguns dos lugares mais seguros na cidade e um dos últimos pontos a se render às forças aliadas. Mesmo usando os Obuses de Artilharia de Campanha 203 mm, inclusive os soviéticos encontraram extrema dificuldade para conseguir danos significativos às torres. As forças soviéticas contornaram as torres e tamanha era a invulnerabilidade que somente com o envio de emissários

negociadores que conseguiram a rendição. Nas fortificações também havia a autodefesa contra ataques terrestre e essa defesa era composta pelos canhões antiaéreos 20 mm. Apesar da guerra perdida pelos alemães, a demolição das torres acabou sendo inviável e muitas permanecem em pé até hoje.

As Forças Armadas Britânicas contavam com dispositivos antiaéreos no mar, sobretudo no final do Rio Tâmis, que consistiam em torres altíssimas onde eram montadas armas e radares de AAAe em seu topo.

Foi durante a II GM também que se iniciou o emprego de projéteis com propulsão a foguete para o engajamento de aeronaves de combate. Os Britânicos iniciaram a utilização de um foguete não guiado, o RP de 2 polegadas, disparado em grande número a partir das chamadas "Baterias Z". No final da Guerra, os Britânicos tinham já desenvolvido e evoluído o míssil guiado superfície-ar STOOGE, que seria lançado a partir de navios da *Royal Navy* (Armada Britânica, tradução nossa), em defesa contra os ataques dos kamikazes japoneses. Como já foi visto, o Reich também investiu bastante em várias pesquisas e projetos acerca da evolução de seus mísseis antiaéreos, mas nenhum deles estava pronto para o serviço antes do fim da Guerra. O mais conhecido entre esses projetos alemães foi o Míssil WASSERFALL, baseado num Foguete V-2 reduzido. Esse armamento poderia ser extremamente potente e eficaz caso sua eletrônica fosse rapidamente desenvolvida até o final da guerra.

Cavalin Neto (2010) disserta acerca de outra inovação da defesa antiaérea: a utilização de BALÕES DE BARRAGEM. Esse novo sistema de DA Ae foi empregado com os balões atuando como obstáculos meramente físicos, primeiramente contra bombardeiros estratégicos em proteção de cidades e, mais tarde, contra aviões de ataque ao solo na proteção de forças de superfície, como foi o caso da frota invasora no Desembarque da Normandia. Os balões de barragem basicamente eram dirigíveis não rígidos (*blimps*) presos ao solo por cabos de aço e funcionavam de duas formas. Inicialmente, os próprios balões e os seus cabos constituíam um obstáculo para qualquer aeronave que tentasse voar entre eles, pois essas aeronaves poderiam colidir contra um desses dois. Em segundo lugar, ao tentarem evitar os balões, os bombardeiros eram obrigados a arrematarem para uma altitude superior, que era mais favorável para as armas antiaéreas. Os balões de barragem,

no entanto, sendo essencialmente armas passivas e imóveis tinham uma aplicação limitada.

Tomando como fonte o Artigo O Preludio Do Fim, Defendendo Os Céus Do Reich, até 1942 a necessidade de se empregar um grande número de caças ou canhões antiaéreos Flak, na defesa da Alemanha, parecia desnecessário. Os ataques dos bombardeiros da RAF não eram frequentes e, em grande parte das vezes, casavam poucos danos aos alemães. Além disso, o sucesso das defesas alemãs então existentes fez com que os britânicos passassem a optar por ataques noturnos, o que acabou prejudicando a navegação e a precisão dos bombardeiros. Segundo o manual de campanha Emprego da Artilharia Antiaérea (BRASIL, 2011), em seu Anexo A sobre a ameaça aérea, essa capacidade das aeronaves de asa fixa é levada em consideração até os dias atuais, pois deve ser uma das táticas de ataque dessas aeronaves de combate:

h. Ataques a Qualquer Tempo e Noturno - Procurando se furta cada vez mais ao engajamento por meios aéreos e antiaéreos, as aeronaves atacantes passaram a buscar a escuridão da noite e as condições meteorológicas adversas para aumentar sua amplitude de atuação. [...] Contudo, a atuação sob estas condições depende da sofisticação dos aviônicos de bordo e de acurado adestramento das equipagens de combate. (Manual C 44-1 Emprego da Artilharia Antiaérea, 2011, p. A-41)

Em agosto de 1941, o Comando da RAF foi admitiu que, nos ataques conduzidos contra as indústrias situadas no vale do Rio Ruhr, apenas um terço das bombas caíam dentro de um raio inferior a 8km dos alvos. Em uma época em que as forças alemãs estavam cercando os Bálcãs e varrendo as estepes da Rússia, havia pouca necessidade de se manter uma grande força nos céus da Alemanha. Isso era indicado pelo número de aviões mantidos na Alemanha: no fim de 1940 havia apenas 165 aeronaves, o que foi aumentado para pouco mais de 300 um ano depois.

Mesmo assim, a Alemanha não negligenciou completamente as defesas de seu espaço aéreo. Ainda em 1940, o General Josef Kammhuber foi nomeado por Göring para desenvolver a defesa noturna e suas inovações tornaram-se a base de uma operação importantíssima no futuro. Seu sistema ficaria conhecido como Linha Kammhuber, estendendo-se da Dinamarca até o sul da França. Esse sistema de defesa antiaérea dividia as regiões onde estavam as principais rotas dos

bombardeiros em “caixas”, cada uma das quais era defendida por uma combinação, onde radares, caças, holofotes e Flak’s se complementavam na defesa.

Os holofotes eram utilizados para iluminar as aeronaves inimigas e causar cegueira em seus pilotos. Os principais holofotes eram os de 60 cm, 150 cm e 200 cm. O holofote de 60 cm foi desenvolvido nos anos de 1930 para ser empregado no apoio à peças leves e médias. Possuía um gerador de 8 KW e sua guarnição era constituída pelo chefe de operação de holofote; pelo K1, que direciona o equipamento; pelo K2, que opera os controles da lâmpada e dos espelhos e pelo K3, o mecânico, que opera o motor fornecendo ou cortando a energia ao equipamento. Já o holofote de 150 cm possuía iluminação de alta eficiência, um espelho refletor parabólico e um gerador de 24 Kilowats. Sua guarnição era composta por um servente a mais em relação ao equipamento 60 cm, o K5, que auxiliava o K1 no direcionamento do holofote. Em 1943, o holofote de 200 cm começou a ser empregado tendo, tendo capacidade de iluminar alvos a até 13 km com um gerador de 120 KW (MULLER; 1990, p.118). O uso de holofotes em tempo nublado ou era inviável ou até mesmo impossível. Mesmo com essas limitações, sempre que as condições climáticas permitiam eles eram utilizados em harmonia com os radares pois eram indispensáveis para o acompanhamento dos alvos. (MULLER; 1990, p.111)

Segundo o mesmo artigo supracitado O Prelúdio do Fim, os radares “Freya” possuíam um longo alcance e eram posicionados para captar sinais de qualquer ameaça aérea que se dirigisse ao Reich. Assim que os bombardeiros se aproximassem, eles seriam rastreados por radares de curto alcance “Wurzburg”, que eram conectados aos caças noturnos. Este sistema de contato entre as bases e os *Wurzburg* guiaria individualmente cada caça em direção aos inimigos, passando aos pilotos a tarefa de identificá-los visualmente. Se isto se tornasse impossível, os caças seguiriam os bombardeiros até as zonas clareadas pelos gigantescos holofotes e então os atacariam. Ainda assim, se todos esses meios falhassem, as armas antiaéreas situadas na região “iluminada” entrariam em ação. Para aquela época era, realmente, um sistema muito sofisticado. Em resposta, a Luftwaffe fortaleceu suas unidades situadas no Oeste, passando a operar cerca de 400 caças noturnos e 200 caças diurnos, apoiados por cerca de 1100 canhões antiaéreos.

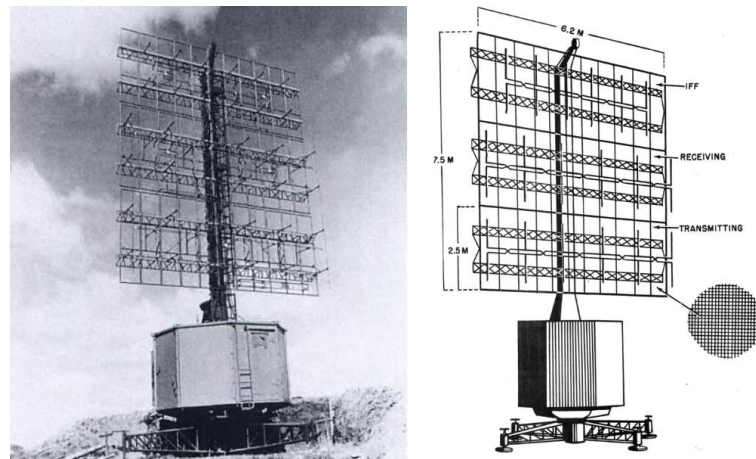


Figura 07: Radar Alemão Freya

Fonte: <<http://asasdeferro-suplementos.blogspot.com.br/2016/03/sistemas-de-radar.html>>

Segundo o Manual de Ensino Princípios Básicos de Radar (BRASIL, 2014), em 1937, já existia o primeiro sistema de alerta antecipado britânico, conhecido como “*Chain Home*” (Cadeia Pátria), composto de uma rede de 20 (vinte) radares desdobrados ao longo da costa leste e sudeste da Inglaterra. Os radares da Chain Home eram biestáticos (uma antena para transmissão e outra para recepção) e trabalhavam na faixa de frequência de 20 a 30 MHz com 350 kW de potência. Suas antenas eram “cortinas” de dipolos e ficavam no alto de grandes torres.

Apesar do pioneirismo inglês, a primeira detecção de aeronaves registrada na Segunda Guerra Mundial foi realizada pela Força Aérea Alemã, em dezembro de 1939, quando um Radar Freya fabricado pela empresa alemã GEMA (*Gesellschaft für elektroakustische und mechanische Apparate*) e instalado na Ilha de Wangerooge na costa da Frísia (Holanda) permitiu a interceptação de uma formação de bombardeiros ingleses que voava em uma missão de instrução a uma distância de 113 Km, com o auxílio de um Radar da Marinha Alemã que estava na Ilha de Helgoland. Os Radares Freya também eram radares biestáticos e trabalhavam na frequência de 125 MHz com 10 kW de potência.

Com a ameaça dos submarinos alemães (os U-Boats), as aeronaves do Comando Costeiro da Inglaterra foram equipadas com radares capazes de identificar submarinos emersos a mais ou menos 8 milhas. As novas Válvulas Magnetron desenvolvidas pelos ingleses foram fundamentais para o desenvolvimento destes radares de ondas centimétricas instalados nas

aeronaves inglesas e, também, dos radares terrestres.

A Válvula Magnetron de ondas centimétricas desenvolvida por John Turton Randall e Henry Albert Howard "Harry" Boot na Universidade de Birmingham Inglaterra foi levada, em setembro de 1940, pelos ingleses para os Estados Unidos em uma missão. Esta missão ficou conhecida como Missão Tizard, pois era comandada por Henry Thomas Tizard e tinha como objetivo a troca de conhecimento sobre os desenvolvimentos científicos dos dois países com a finalidade de vencer a guerra.

A Segunda Guerra Mundial impulsionou o desenvolvimento dos radares. Além da modernização das Válvulas Magnetrons, foram inventados e utilizados Refletores Parabólicos, Duplexadores e outros componentes vitais para a modernização dos Sistemas de Radar. Para tornar possível a construção dos radares de microondas, foram desenvolvidos componentes como o guia de ondas e a Válvula Klystron. A Válvula Klystron é um oscilador, misturador e amplificador de potência desenvolvido pelos irmãos americanos Varian (Sigurd Fergus Varian e Russell Harrison Varian) em 1939 com a colaboração do também americano William Webster Hansen.

A busca pela superioridade tecnológica por parte dos aliados foi grande, mas os alemães não ficaram para trás. Quando a grande ofensiva aliada começou, em 1943, já havia uma rede de vigilância Radar completamente desdobrada e complementada por radares diretores de tiro para proteger as cidades alemãs dos ataques da força aérea aliada. Os alemães já possuíam também radares embarcados em caças, navios e submarinos para localizar alvos a grandes distâncias.

Ainda de acordo com o Manual Princípios Básicos de Radar (BRASIL, 2014), em 1945, ao final da guerra, já se havia encontrado inúmeras aplicações para o princípio de funcionamento do Radar, entre eles: identificação de aeronaves, direção de tiro antiaéreo, naval e de Artilharia de Costa (A Cos), interceptação aérea, detecção de submarinos na superfície e espoletas de proximidade. Após a guerra, o Radar, juntamente com o IFF (Identification Friend and Foe), se tornaria a base do sistema de controle de tráfego aéreo. A Segunda Guerra Mundial foi apenas

a arrancada inicial para o desenvolvimento dos radares.

A resposta da Força Aérea Alemã, a Luftwaffe, à campanha a RAF quando esta atacava pela noite, foi mais complexa. A já citada Linha Kammhuber ainda era relativamente efetiva até o início de 1943, embora sua capacidade tenha sido diminuída pela adoção dos ataques de grandes formações e pelo uso de um novo dispositivo de interferência das aeronaves chamado "*Window*" - pequenos pedaços de alumínio que eram jogados pelos bombardeiros e que acabavam "cegando" os radares alemães, impossibilitando a detecção de aeronaves - que foi empregada pela primeira vez nos ataques à cidade alemã de Hamburgo. Com isso não restou alternativa aos alemães se não realizar disparos às cegas para fazer uma barreira e repelir as aeronaves inimigas. No entanto essa medida não surtiu efeito desejado e as aeronaves britânicas e norte-americanas lançaram mais de 10.000 tons de bombas explosiva e incendiárias sofrendo poucas interferências. (MULLER; 1998, p.98). Esse dispositivo criado foi algo muito parecido com o que hoje conhecemos como CHAFF. O objetivo era o mesmo, o de ludibriar uma DAAe pela adoção de pequenas tiras de alumínio que confundiam os radares terrestres acerca da posição da aeronave no espaço aéreo, através da reflexão das ondas eletromagnéticas.

As aeronaves de asa fixa utilizam-se de diversas táticas de ataque, que variam de acordo com os objetivos a atingir, o desempenho em combate das mesmas, o número possível de surtidas diárias, seus sistemas de armas e o sistema de defesa aeroespacial do inimigo. Além disso, tais táticas combinam-se com o uso de CHAFF e FLARES, dispositivos passivos com o intuito de defender as aeronaves atacantes do acompanhamento de radares e do engajamento de mísseis guiados por infravermelho. (Manual C 44-1 Emprego da Artilharia Antiaérea, 2011, p. A-41)

No ano de 1943, Hitler ordenou que as unidades Flak fossem retiradas de outros teatros de operação e realocadas de volta ao país, em uma tentativa de repelir os bombardeiros aliados, concentrando as baterias em posições estratégicas, como as proximidades do Rio Ruhr, área industrial, e a capital Berlim. Esta ação de Hitler melhorou substancialmente as defesas nessas regiões, porém privou importantes frentes de batalha de DAAe, como Itália e União Soviética. Como uma grande proporção destes canhões era composta do famoso 88 mm, que também era utilizado eficazmente como um canhão anti-tanque, os problemas se tornaram mais graves.

De qualquer jeito, mesmo com essa realocação de meios AAe, a mistura de artilharia antiaérea, holofotes e melhores táticas de combate noturnas, impuseram aos bombardeiros aliados grandiosas perdas. Durante a chamada Batalha de Berlim, em Novembro de 1943 e o final de Janeiro de 1944, a RAF perdeu 384 aviões e em Março de 1944, durante um ataque contra Nuremberg os ingleses perderam 95 bombardeiros. Tinha-se o sentimento de que as defesas aéreas estavam em vantagem.

Com as forças aliadas ganhando a superioridade aérea, ao menos de dia, e a Luftwaffe levada aos limites, Galland não estava equivocado quando previu que “chegou o dia em que nossas forças estão em vias de entrar em colapso”.

6.2 EVOLUÇÃO DA DOCTRINA DE AAAe

Assim como o Armamento AAe evoluiu ao longo dos combates na Guerra, muita doutrina também foi desenvolvida como consequência desses conflitos. Como já dito, persiste uma acirrada corrida armamentista e de equipamentos entre Aeronaves de combate e Artilharia Antiaérea. E com a doutrina não é diferente. Quanto mais havia conflitos entre o Eixo e os Aliados no continente europeu, mais o aprimoramento da doutrina era buscado, a fim de se contrapor às evoluções do inimigo.

Os comandantes das tropas de AAAe, se viram na necessidade de melhorar constantemente o desdobramento das DAAe, as comunicações entre os diversos órgãos de alerta antecipado, e diversos outros assuntos atinentes à doutrina da AAAe de sua Força.

Até meados de 1942, os Bombardeiros da RAF realizavam alguns ataques à antiaérea alemã. Contudo, no início desse ano, a RAF aperfeiçoou sua doutrina de ataques contra as defesas alemãs, devido às pesadas baixas sofridas até então. Os primeiros bombardeiros pesados começaram a ser empregados e, sob a liderança do Marechal Arthur Harris, uma nova estratégia foi introduzida, baseada no conceito de “área de bombardeamento”, onde cidades inteiras passaram a ser visadas ao invés de concentrar os ataques apenas em indústrias ou refinarias. Isto reduzia a necessidade de uma grande acuracidade nos ataques, mas aumentou

drasticamente o número de mortos e feridos entre os civis.

Falando acerca da evolução da Artilharia Antiaérea Norte-Americana durante a Segunda Grande Guerra, O general Fuller, em seu artigo Hammer of Hell, escreveu uma vez que a doutrina é nada mais do que o senso comum adaptado às circunstâncias. Essa definição certamente se aplicava à defesa da Artilharia Antiaérea da divisão durante a Segunda Guerra Mundial. Restringido pelos preconceitos dos líderes do exército e pelas percepções públicas, a Artilharia Costeira foi incapaz de definir uma filosofia doutrinária e produzir equipamentos adequados e programas de treinamento até a Batalha de Kasserine Pass, já estudada anteriormente. Dois anos depois, na Batalha pela Ponte de Remagen, com recursos suficientes e uma nova perspectiva, os artilheiros antiaéreos do Primeiro Exército escreveram uma nova página importante na história.

A Artilharia Costeira nos Estados Unidos passou os anos entre guerras, entre 1919 e 1939, separados do resto do Exército. Como suas tentativas de se tornar parte da Divisão foram rejeitadas, os artilheiros da costa concentraram-se na missão de defesa do mar. O desenvolvimento de equipamentos de artilharia antiaérea foi um desafio importante concentrando-se na construção de armamentos de artilharia antiaérea maiores, de maior alcance e mais precisos.

Estudos que tentaram traduzir as mesmas organizações antiaéreas e a tecnologia utilizada na defesa continental para a defesa do exército de campo descobriram que a utilidade dos regimentos da Artilharia Costeira era restrita à área traseira da tropa e negligenciava a defesa de elementos de manobra, que estavam em combate direto.

Em 1939, o Departamento de Guerra americano rejeitou a ideia de que a infantaria poderia se defender contra ataque aéreo com seu próprio armamento orgânico e designou a Artilharia Costeira para criar batalhões separados para emprego em potencial na zona de combate. O *Coast Artillery Corps* adotou a arma de 40mm, uma versão menor de suas armas maiores, para os batalhões de armas automáticos. Isso sugeriu que sua missão era a defesa de pontos estáticos nas áreas do Corpo de Exército e Divisão.

As lições antiaéreas aprendidas da Batalha de Kasserine Pass preocuparam os líderes do Exército. Tanto que eles perceberam que, embora fosse necessária proteção de Artilharia Antiaérea em toda a área do Corpo de Exército, a arma e a cobertura automática de armas também eram necessárias na zona de combate à frente. A batalha confirmou a tática de defesa do ponto, mas os pontos se moviam frequentemente e a mobilidade se tornou um fator preponderante para a nova doutrina adotada. As unidades de artilharia antiaérea abandonaram seus Equipamentos Diretores de Tiro porque diminuíram tanto o alcance que não conseguiam acompanhar os batalhões de Artilharia de Campanha que defendiam.

Era preciso melhorar e desenvolver o armamento utilizado, fabricado pela empresa Bofors, fornecedora da *U.S. Army*, com a finalidade de torná-las mais precisas e com alto grau de mobilidade. Mais importante ainda, os programas de treinamento deveriam ser modificados para ensinar o efetivo das unidades AAAe a mudar de posição rapidamente, de dia ou de noite, em qualquer lugar do campo de batalha. Os soldados da Artilharia antiaérea tiveram que ser tão resistentes quanto a infantaria porque estavam operando ao longo da linha de contato e sofrendo os mesmos fogos de Artilharia da Alemanha, assim como as dificuldades físicas e mentais.

Em Kasserine Pass, ficou evidenciado aos comandantes da Artilharia Antiaérea que os oficiais subalternos da arma tinham que entender melhor o esquema de manobra e a situação tática no campo de batalha. Para fornecer suporte efetivo à tropa, os soldados da AAAe tiveram que entender a fundo as táticas de armas combinadas, e tiveram que estar em contato com o escalão superior da AAAe para integrar suas operações com as do Comando de Artilharia Antiaérea. A integração e as comunicações com os diversos escalões de AAAe se tornou extremamente importante, visto que haviam várias defesas a serem controladas e elas precisavam estar integradas, pois uma aeronave, amiga ou inimiga, que voava pelo espaço aéreo de um ponto sensível ou uma área sensível, também sobrevoava pelos céus de outra. O fratricídio tinha que ser evitado e a economia de meios AAAe tinha que ser almejada. O alerta precoce de ataques aéreos inimigos e amigos tornou-se uma necessidade no norte da África, porque sem ele o fratricídio poderia ser desenfreado. Os métodos de identificação de

aeronaves amigáveis, como identificação, amigo ou inimigo, foram considerados a chave para a integração das operações da Artilharia Antiaérea e da Força Aérea.

Posteriormente, a Artilharia Antiaérea que se preparava para a invasão europeia treinou e equipou suas unidades para uma doutrina de massa, através da mobilidade. Os Batalhões de Armas Automáticas foram equipados com metralhadoras compostas de 4 canhões integrados de calibre .50, montadas em trilhos. Cada canhão Bofors tinha um aparelho de pontaria denominado *Stiff-Key-Stick*, e os soldados tinham a munição e o tempo suficiente para treinar seu uso. O batalhão de artilharia antiaérea treinou exaustivamente em Blandford (EUA), onde foram ensinados técnicas de reconhecimento e movimento simultâneo.

A vitória na Batalha da Ponte de Remagen foi o momento culminante deste processo evolutivo e uma das maiores batalhas antiaéreas na história americana. Esse triunfo foi consequência da pro atividade por parte de oficiais generais como Patterson e Madison, e competência e coragem por parte de oficiais subalternos, como Higgins e Deems. Os Batalhões de Armas Automáticas - colocados para minimizar o dano causado pelas aeronaves inimigas, na área da vanguarda - eram seus bloqueios à frente. Os grupos antiaéreos do corpo - que empilharam em uma incursão inimiga com armas em massa e armas automáticas de fogo - eram suas defesas da retaguarda. Esse modelo de doutrina é, em parte, muito similar ao adotado pela Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro atualmente. Nosso manual de campanha Emprego da Artilharia Antiaérea (BRASIL, 2011), em seus capítulos de Emprego da Artilharia Antiaérea nas Operações Ofensivas e Defensivas, determina normalmente que o elemento de AAAe dos escalões superiores como a Divisão de Exército (DE) e a Força Terrestre Componente (FTC), Forças que normalmente coordenam a manobra como um todo, deixando com a AAAe dos escalões subordinados, como a Brigada (Bda), a incumbência da DAAe dos elementos de manobra como Infantaria e Cavalaria.

A lição primordial para hoje é o valor do Comando e Controle na batalha de defesa aérea. Durante a II GM, os comandantes dos diversos escalões de artilharia antiaérea exerceram o Controle das DAAe, fornecendo o alerta antecipado das atividades aéreas inimigas (e também das incursões amigas), em tempo hábil, para suas Unidades de Tiro (U Tir). O envolvimento do comandante significava que o

alerta inicial foi traduzido em comandos de tiro para seus subordinados, e que a localização da aeronave era dada em medidas precisas e claras, para que não houvesse retardo no engajamento das aeronaves inimigas. Ainda hoje é de extrema importância de um trabalho de Controle das DAAe rápido e preciso. Ainda no manual C 44 – 1, no item 2-14, na página 2-10, sobre Controle e Alerta, é perfeitamente explicitado a missão do Sistema de Controle e Alerta de qualquer escalão de AAe: “Realizar a Vigilância do Espaço Aéreo (VEA) sob sua responsabilidade, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, bem como acionar, Ct e Coord a AAAe Subordinada. Além disso, O COAAe é o Centro de Controle (CC) da AAAe e tem por finalidade propiciar ao Cmt de cada Esc que o estabelece condições de acompanhar continuamente a evolução da situação Ae e de Ct e Coord as DA Ae desdobradas”. Isso mostra mais um exemplo de como os conflitos daquela Guerra nos trouxeram inúmeras lições aprendidas para o desenvolvimento da doutrina atual.

Os oficiais AAe lideravam suas unidades rastreando a situação de manobra e antecipando onde a Artilharia Antiaérea do Corpo de Exército poderia ser necessária e vital, além de planejar seu emprego adequadamente. A batalha de defesa aérea era coordenada nos Escalões Superiores, de onde os artilheiros antiaéreos tinham acesso a uma situação tática mais ampla, incluindo a evolução do posicionamento da ameaça aérea. Tudo isso era traduzido na difusão do alerta antecipado aos escalões de AAAe subordinados, melhorando ainda mais o Controle das diversas DAAe espalhadas pelo Teatro de Operações.

O Norte da África ensinou ao exército americano que a defesa aérea é uma peça importante da combinação de armas. Aquela campanha também estabeleceu o requisito para unidades de combate móveis de Artilharia Antiaérea com uma capacidade de precisão elevada, e a capacidade de neutralizar a infantaria inimiga e veículos levemente blindados durante as contingências na batalha aérea ou em emergências táticas.

Ainda segundo Fuller, talvez o maior aprendizado da Segunda Guerra Mundial seja que os defensores do ar devem ser realistas e meticulosos sobre suas capacidades na área de vanguarda. A AAAe de qualquer exército precisa ser taticamente conservadora e precisam concentrar o comando e o controle enquanto

permanecem flexíveis no combate. Neutralizar uma ameaça aérea inimiga requer guarnições altamente especializadas - e os artilheiros antiaéreos da Segunda Guerra Mundial foram certamente muito eficientes.

Seguindo a teoria do mesmo artigo já supracitado, A Segunda Guerra Mundial produziu quatro princípios de defesa aérea: massa, combinação de armas AAe, mobilidade e integração. A missão designada a um escalão de AAAe implica, normalmente, uma insuficiência de defesa antiaérea e a decisão de aumentar a cobertura de um elemento a ser defendido no momento e local críticos do campo de batalha. Isso nos remete às Prioridades de DAAe, onde, de acordo com campanha Emprego da Artilharia Antiaérea (BRASIL, 2011) em seu capítulo 4, cada comandante em seu nível deve escalonar a necessidade de suas DAAe levando-se em conta quatro fatores: Vulnerabilidade, Importância, Recuperabilidade e Possibilidades da ameaça aérea.

A principal falha em Kasserine Pass foi essencialmente organizacional. Não se tinha suficientes batalhões de armas de 90 mm para colocar armas na região de Bous Foussana para combater os reconhecimentos da Luftwaffe. Com uma bateria alocada para cada Bda de manobra, a mobilidade se tornava fator tático preponderante - movimento para se alternar posições de manobra e alternativas. As evoluções na doutrina a fim de se atender o princípio da massa no momento e no local crítico, pareciam estar esquecidas. Esperava-se que os artilheiros antiaéreos fossem mais ofensivos. A integração da batalha de defesa antiaérea entre Corpo de Exército e Divisão e com a Força Aérea amiga deve ser sempre o mais eficiente e rápida possível. A identificação de aeronaves, com o advento do avião a jato, deve ser uma preocupação constante, a fim de se evitar fratricídios de grandes proporções, dada a letalidade das armas AAe. Fazendo-se um paralelo com os manuais atuais, verifica-se que essa preocupação, mesmo com a evolução incalculável da ameaça aérea de 1945 até hoje, continua sendo fator importante para o adestramento das Unidades de AAAe, como visto a seguir:

CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO DE AERONAVES

Para que se possa compreender o controle e as medidas de Coor da AAAe, é de fundamental importância o conhecimento prévio do critério de identificação de Anv.

a. Na execução das ações de D Aepe ativa, devido ao risco de interferência mútua e à segurança das Anv Amg, faz-se necessário fixar critérios de identificação de Anv, comuns a todos.

b. Na identificação das Anv, se Amg ou Ini, podem ser usados os seguintes processos:

- 1) identificação eletrônica amigo-inimigo (IFF);
- 2) identificação visual;
- 3) comportamento em voo; e
- 4) regras de circulação Ae nos Volumes de Responsabilidade da Artilharia Antiaérea. (VRDA Ae) (MANUAL DE CAMPANHA EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA, 2011, pag 3-24)

Tomando como base esses aprendizados da Segunda Guerra Mundial, a Artilharia de Antiaérea precisou reavaliar sua parcela da Doutrina da Batalha Aérea e adotar uma postura mais agressiva do que a adotada anteriormente. A vitória em Remagen ocorreu basicamente porque os artilheiros antiaéreos se anteciparam aos possíveis ataques surpresas da Luftwaffe e então somaram esforços no ponto crítico, nesse caso a ponte, para o sucesso daquela batalha, no momento certo.

7 CONCLUSÃO

No presente trabalho, buscou-se pesquisar os principais fatores operacionais que decidiram as batalhas onde a Artilharia Antiaérea foi empregada como peça importante de manobra. Buscou-se ainda comparar o que era empregado antes da Segunda Guerra Mundial e o que foi aprimorado posteriormente a esse período, demonstrando assim a evolução doutrinária da AAAe e de seus equipamentos e armamentos. Grande parte da doutrina que temos documentada hoje, se deve às lições aprendidas pelas FFAA que combateram essas guerras.

Dessa pesquisa foi concluído que, a AAAe dos EUA entrou em combate, como uma arma nova no seio do exército nitidamente, sem a preparação necessária em vários aspectos. Inicialmente, por ter que se mobilizar às pressas, seus equipamentos não eram os mais adequados. O treinamento, executado antes da guerra no território dos EUA, estava longe de ser o ideal para uma tropa que estava prestes a combater o experiente exército alemão. A doutrina americana trazia consigo vestígios da I GM e não estava adaptada, ao conceito de guerra de movimento e, além disso, a AAAe ainda era deixada em segundo plano pelos comandantes do Teatro de Operações, sem ser cercada da sua devida importância para a manobra. O emprego da AAAe mudou desde o início até o final da guerra. Onde inicialmente eram privilegiados os pontos estáticos, com o passar dos tempos, pôde-se perceber a necessidade da mobilidade da AAAe, o que incentivou a produção de armamentos que pudessem acompanhar e evolução do combate na defesa das tropas, o que iria requerer mobilidade compatível da AAAe. Contudo, já nos primeiros combates, observou-se que a Luftwaffe exercia um papel fundamental nas manobras do exército, apoiando pelo fogo aéreo as peças de manobra, principalmente as tropas blindadas alemãs, além de instalações logísticas e pontos sensíveis na retaguarda. Com isso, as primeiras Unidades de AAAe a entrarem em combate no norte da África, tiveram que se adaptar à guerra de manobra e aprender a combater integrados às tropas as quais defendiam durante o combate.

Percebeu-se que as unidades de AAAe não sabiam defender as tropas apoiadas, visto que, durante os treinamentos em solo Americano, não foi dado foco aos aspectos táticos do combate e não foram feitos exercícios conjuntos com as

armas base. Assim, as primeiras lições aprendidas pela AAAe do Exército Norte-americano foram a respeito de sua preparação e treinamento.

Após Kasserine Pass, o sistema de Regimentos deu lugar ao sistema de Grupos de AAAe, onde os Batalhões podiam atuar independentes logística e administrativamente de seus Grupos e, mudanças na estrutura dos Batalhões de Armas Automáticas aumentaram sua capacidade de flexibilidade e de apoiar com mobilidade e eficiência as Divisões de Exército.

Um dos aspectos mais importantes referente à evolução doutrinária traduziu-se no combate às mais novas ameaças aéreas que eram agora inseridas na Segunda Guerra Mundial. Ao começar a guerra, a AAAe não estava preparada para enfrentar ameaças como aviões a jato e mísseis de cruzeiro. Nesse contexto evidencia-se o rápido desenvolvimento do Sistema de Controle e Alerta, em especial para o radar SCR-584 que melhorou e muito a detecção das aeronaves em velocidades cada vez maiores, tendo em vista que a qualquer hora do dia e da noite, sem a necessidade de iluminação (holofotes de busca), alvos podiam ser detectados e engajados.

A DAAe da ponte em Remagen mostrou uma melhora significativa no modo de emprego da AAAe, principalmente no tocante à integração com as armas e peças de manobra defendidas e a eficaz utilização dos meios antiaéreos conciliando os princípios de mobilidade e massa. Acima de tudo, a AAAe aprendeu a operar com outras peças de manobra e apoio e tornou-se peça fundamental no combate

Contudo, é permitido concluir-se que, para a AAAe, o fato na II GM que mais motivou uma evolução na doutrina usada pelos comandantes militares, foi seu reconhecimento como um meio imprescindível à evolução do combate, tanto nas manobras e defesas de retaguarda como nas linhas de frente, apoiando a vanguarda. Antes da II GM, a Artilharia Antiaérea era renegada a segundo plano, só sendo acionada sem planejamento nenhum. Após a guerra, nenhuma campanha foi planejada sem o emprego da AAAe e, nenhum comandante consciente manobriria suas tropas sem a devida proteção AAe. A Defesa Antiaérea nas grandes potências militares, principalmente os Estados Unidos, deixou de ser uma missão secundária do Comando de Artilharia de Costa para se transformar, através do Comando de Artilharia Antiaérea, um meio nobre e essencial nas batalhas vindouras.

Afere-se com isso que a evolução doutrinária da AAAe ocorreu de forma dinâmica e contínua durante a guerra, onde cada combate trouxe uma lição, cada nova ameaça aérea gerou novos métodos de engajamento e as lições aprendidas foram rapidamente consolidadas e difundidas, tanto para as tropas em combate quanto para os centros de instrução, em território norte-americano. O número de aeronaves abatidas pela AAAe norte-americana atingiu números impressionantes ao final das batalhas em questão. Durante a campanha da Europa, a AAAe norte-americana destruiu 3156 aeronaves e mais de 2300 mísseis de cruzeiro V-1, ressaltando a importância dos diversos armamentos e materiais utilizados ao longo do curso da Segunda Guerra Mundial e fazendo da AAAe uma peça fundamental no combate.

Sobre a Artilharia Antiaérea alemã, conclui-se que desde seu surgimento até o final da Segunda Guerra Mundial ela passou por processo de aprimoramento para acompanhar as evoluções técnicas e táticas da ameaça aérea, assim como as potências Aliadas.

Pode-se inferir que o a aliança militar com os Russos, antes da guerra, para a fabricação de armamentos e treinamento de militares essencial para a evolução da Flak. O maior período de fabricação desses canhões AAe foi esse. A experiência militar alemã provém em grande parte de sua presença nos conflitos da Guerra Civil Espanhola, o que corroborou para que essa potência militar já entrasse nos conflitos bastante experimentados e bem adestrados, além de ter sido possível testar seus novos armamentos.

Podemos concluir também que o emprego maciço de Flak no apoio às forças terrestres em missões de superfícies causou seu desgaste e exposição às forças inimigas causando pesadas baixas em suas guarnições. O início do estado de beligerância entre a Rússia e a Alemanha em junho de 1941 e a entrada dos EUA na guerra em dezembro do mesmo ano, desequilibrou o conflito em favor do Aliados que três anos mais tarde alcançaram a vitória.

De fato, a Segunda Guerra Mundial foi uma guerra com proporções globais e com o emprego de muitos armamentos e materiais que influíram no êxito das operações dos Aliados. Conclui-se, dessa forma, que os armamentos e materiais de AAAe empregados pelos Exército Aliados e do Eixo, durante a Segunda Guerra foram de grande valia para a vitória da AAAe como nova arma imprescindível aos

combates, sendo a partir de então alvo de mais intensos desenvolvimentos tecnológicos e estudos doutrinários.

8 REFERÊNCIAS

A Guerra Antiaérea. RIOS, Marcelo. Canal Hoje na Segunda Guerra Mundial, 2015. 7:41 min. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=AyPIFyk3vuY>> Acesso em: agosto de 2017.

FERNANDES, Claudio (Me). **A Primeira Guerra Mundial – A grande Guerra.** 2016. Disponível em: <<http://historiadomundo.uol.com.br/idade-contemporanea/primeira-guerra-mundial.htm/>>. Acesso em: 11 jun 2017.

ANTIAIRCRAFT Weapons and Equipment. Disponível em <<http://www.antiaircraft.org/>>. Acesso em 10 Ago. 2017.

Antiaircraft Warfare. Wikipedia, the free encyclopedia. Disponível em <<http://en.wikipedia.org>>. Acesso em 12 Ago. 2017.

AXELROD, Alan. Encyclopedia of World War II. New York. 2007.

BATTLE of Kasserine Pass. Wikipedia, the free encyclopedia. Disponível em <<http://en.wikipedia.org>>. Acesso em 25 Jun. 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **C 44-1: Emprego da Artilharia Antiaérea.** 4ª Ed. Brasília: EGGCF, 2011.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **EB 60-ME-23.018: Princípios Básicos de Radar.** 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 2014.

Captura del Puente de Remagen. Disponível em <http://www.eurasia1945.com/batallas/>. Acesso em 28 Jul 17

CAVALIN NETO, Francisco. **Kriegsmarine - Os Corsários Do III Reich.** 1 Ed. Sao Paulo: Biblioteca24horas, Maio 2010.

Clube dos Generais. A Evolução da Artilharia. 17 de junho de 2014. Disponível em: <https://www.clubedosgenerais.org/site/artigos/96/2014/06/a-evolucao-da-artilharia/>. Acesso em: 11 jun 2017.

COSTA, Rodrigo Santos. **Os Materiais De Artilharia Antiaérea Empregados Pelas Forças Armadas Alemãs Na 2ª Guerra Mundial.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao programa de pós-graduação lato sensu da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Rio de Janeiro, 2014.

EVANS, Anthony A; GIBBONS, David. **A Compacta História da Segunda Guerra.** 1 Ed. Editora Universo dos Livros Editora, 2016.

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS. **Manual para Apresentação de Trabalhos Acadêmicos.** 4ª Ed. Rio de Janeiro. 2013.

GREEN, Joseph A. **The Fort Knox Distant Intelligence Net.** Coast Artillery Journal. Vol. 76, Nº 4 (July-August 1933). 2004.

GREENWALD, Bryon Edward. **U.S Antiaircraft Artillery And The Battle For Legitimacy, 1917-1945**. Dissertação (Doutorado) Filosofia. The Ohio State University. 2003.

Início da Segunda Guerra Mundial. 2016. Disponível em:<<https://www.todamateria.com.br/inicio-da-segunda-guerra-mundial/>>. Acesso em: 06 jun 2017.

LUIZ, André. **Armas da Segunda Guerra – Torre Flak – Flak Tower**. 1 de novembro de 2009. Disponível em <<http://segundaguerra.net/armas-da-segunda-guerra-torre-flak-flak-tower/>>. Acesso em: 27 Jul 17

MACEDO, Gustavo Alves de. **A diversidade de materiais de Artilharia Antiaérea Norte-Americana NA 2ª Guerra Mundial e seu reflexo para a vitória dos Alados**. 2012. Monografia (Pós-Graduação lato-sensu em Artilharia de Costa e Antiaérea) – Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2012.

MÜLLER, Werner. **German Flak in World War II**. Schiffer Publishing, Ltd. 1997.

MÜLLER, Werner. **The Heavy Flak Guns, 1933-1945: 88Mm, 105Mm, 128Mm, 150Mm, and Ballistic Directional Equipment**. 1 ed. Schiffer Publishing Ltd, 1990.

MURPHY, Brian John. **Facing the Fox**. America in WWII. Fairfield, Connecticut. Abril, 2006.

O Canhão Alemão de 88 mm. RIOS, Marcelo. Canal Hoje na Segunda Guerra Mundial, 2015. 5:11 min. Disponível em: <

<https://www.youtube.com/watch?v=uAI76cD03CE>> Acesso em: agosto de 2017.

ORGANIZATION and Equipment of Antiaircraft Units. Disponível em <<http://www-cgsc.army.mil/carl/eto/eto-041.pdf>>. Acesso em 02 Jun. 2017.

RIBEIRO, Ricardo Luiz. **O emprego da artilharia antiaérea norte-americana na 2ª Guerra Mundial e seu reflexo para a evolução doutrinária.** Trabalho de conclusão de curso apresentado ao programa de pós-graduação lato sensu da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Rio de Janeiro, 2009

SEMMENS, E. Paul. **The Hammer of Hell.** Disponível em <<http://www.skylighters.org/hammer/index.html>>. Acesso em 21 Ago. 2017.

Wikipedia. **Defesa Antiaérea.** 23 de fevereiro de 2017. Disponível em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Defesa_antia%C3%A9rea#Per.C3.ADodo_entre_guerras>. Acesso em: 11 jun 2017.