

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS ACADEMIA REAL MILITAR
(1811) CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

Neilson Inácio da Silva Júnior

**A EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA, DESDE A DÉCADA
DE 1930 ATÉ 2020**

Resende 2021

Neilson Inácio da Silva Júnior

**A EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA, DESDE A DÉCADA
DE 1930 ATÉ 2020**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientador: Cap. Luiz Felipe Garcia dos Santos

Resende
2021

Neilson Inácio da Silva Júnior

**A EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA, DESDE A DÉCADA
DE 1930 ATÉ 2020**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em _____ de _____ de 2021

Banca examinadora

Cap. Luiz Felipe Garcia dos Santos
(Orientador)

Cap. Ramon Gaspar Zimbick da Silva
(Corretor)

1º Ten. Samuel Ferreira Pedro
(Corretor)

Resende
2021

Dedico este trabalho, inicialmente à Deus, por ter me guiado e auxiliado pelos diversos caminhos já transcorridos, pelas barreiras ultrapassadas e pelos momentos de glória, que me possibilitaram de se tornar um Oficial do Exército Brasileiro. Dedico também à minha família, que estiveram sempre ao meu lado e sempre me estimularam.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, agradeço à Deus, por ter me guiado e auxiliado a seguir o caminho de ser um cadete de Caxias, dando todas as forças para superar as dificuldades e que, assim, pudesse estar alcançando um panorama social muito vislumbrado, o oficialato do Exército Brasileiro.

Simultaneamente, agradeço minha família, principalmente meus pais e avós, por estarem sempre ao meu lado e em todos os momentos, apoiando nas mais diversas ocasiões. Todos são os grandes responsáveis pela minha glória alcançada, no qual os conselhos diários transmitidos foram de fundamental importância para que me tornasse o homem de hoje. Não poderia deixar de mencionar minha namorada, Marina, por ombrear comigo e dividir o fardo diário de todas as dificuldades e frustrações, se demonstrando sempre presente nos momentos.

Ao meu orientador, por todo o esforço, paciência e dedicação no auxílio ao planejamento do trabalho e nortear no desenvolvimento do mesmo. Honro sua abdicção de horas de lazer com sua família e amigos para me orientar à confeccionar meu projeto.

RESUMO

A EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA, DESDE A DÉCADA DE 1930 ATÉ 2020

AUTOR: Neilson Inácio da Silva Júnior
ORIENTADOR: Luiz Felipe Garcia dos Santos

A Artilharia Antiaérea tem a finalidade de realizar a defesa antiaérea em detrimento da segurança do Estado, tendo as aeronaves e mísseis hostis como principais ameaças. Esta vertente é designada a defender pontos e zonas considerados sensíveis do território, necessitando estar adestrada e sempre a pronto emprego. O objetivo central da pesquisa é apresentar como ocorreu o surgimento da Artilharia Antiaérea brasileira, expor a situação do ramo desde a década de 1930 até 2020 e discorrer sobre o atual sistema vigente da vertente nacional. Propõe-se apresentar todos os fatos que influenciaram na criação do ramo no Brasil, com ênfase nas dimensões territoriais do país e outros fatores preponderantes no desenvolvimento de Políticas de Defesa. Com a criação da Artilharia Antiaérea brasileira, a busca por modernização e reestruturação do ramo se tornou cada vez mais recorrente e de grande magnitude, devido principalmente em objetivar a manutenção da Soberania Nacional e de capacitar as Forças Armadas em defender próprias as fronteiras brasileiras.

Palavras-chave: Artilharia Antiaérea. Finalidade. Eventos. Funcionamento.

ABSTRACT

THE EVOLUTION OF BRAZILIAN ANTI-AIRCRAFT ARTILLERY, FROM THE 1930S TO 2020

AUTHOR: Neilson Inácio da Silva Júnior

ADVISOR: Luiz Felipe Garcia dos Santos

Anti-aircraft artillery has the purpose of carrying out anti-aircraft defense to the detriment of State security, with hostile aircraft and missiles as an aerial threat. This aspect is designed to defend points and areas considered sensitive in the territory, needing to be trained and always ready for employment. The main objective of the research is to present how the emergence of the Brazilian Anti-Aircraft Artillery occurred, to expose the situation of the branch from the 1930s to 2020 and to discuss the current system of the national dimension. It is proposed to present all the facts that influenced the creation of the branch in Brazil, with emphasis on the territorial dimensions of the country and other major factors in the development of Defense Policies. With the creation of the Brazilian Anti-Aircraft Artillery, the search for modernization and restructuring of the branch became increasingly recurrent and of great magnitude, mainly due to the objective of maintaining the National Sovereignty and to enable the Armed Forces to defend their own Brazilian borders.

Keywords: Anti-Aircraft Artillery. Finality. Events. Operation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Canhão Krupp “ <i>ballon kanone</i> ” 37 mm	14
Figura 2	Metralhadora Maxim 37 mm	16
Figura 3	Canhão Krupp 88 mm Flak	17
Figura 4	Metralhadora Browning M2 .50	18
Figura 5	Canhão 88 mm Flak C/56 Modelo 18	20
Figura 6	Bateria de Canhões Flak 88 mm C/56	25
Figura 7	Canhão M3A1 37 mm	26
Figura 8	Canhão Bofors 40 mm C/60 (esquerda) e Metralhadora Múltipla Browning .50 (direita)	26
Figura 9	Canhão 90 mm M1 (esquerda) e Radar AN/TPS-1D (direita)	28
Figura 10	Canhão 35 mm Oerlikon (esquerda) e EDT Superfledermaus (direita)	29
Figura 11	Míssil Roland II	30
Figura 12	Canhão Bofors 40 mm C/70	31
Figura 13	Míssil IGLA 9K38	32
Figura 14	Radar SABER M60.....	33
Figura 15	Centro de Operações Antiaéreo (COAAe)	35
Figura 16	Viatura Blindada de Combate Aéreo Gepard 1A2	36
Figura 17	Míssil Telecomandado RBS-70	38
Figura 18	Radar SABER M200.....	39
Figura 19	Viatura Pantsir S2	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA Ae	Artilharia Antiaérea
AAe	Antiaéreo
Bda	Brigada
Bda AA Ae	Brigada de Artilharia Antiaérea Bia
BID	Base Industrial de Defesa
CIDAAe	Centro de Instrução de Defesa Antiaérea
Cmdo DA Ae	Comando de Defesa Antiaérea
COAAe	Centro de Operações Antiaéreos
COTER	Comando de Operações Terrestres

CTEx	Centro Tecnológico do Exército
DA Ae	Defesa Antiaérea
Dst Op AAe	Destacamento de Operações Antiaéreas
EB	Exército Brasileiro
EDT	Equipamento de Direção de Tiro
END	Estratégia Nacional de Defesa
EPEX	Escritório de Projetos do Exército
EsACosAAe	Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EB)
EsDAAe	Escola de Defesa Antiaérea
F Ter	Força Terrestre
FA	Forças Armadas
GAAe	Grupo de Artilharia Antiaérea
GEDCA	Grupo-Escola de Defesa Contra Aeronaves
GM	Guerra Mundial
Msl	Míssil
Prg EE DA Ae	Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea
RAAAe	Regimento de Artilharia Antiaérea
RM	Região Militar
Seç AAAe	Seção de Artilharia Antiaérea
UTir	Unidade de Tiro
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBEJTIVOS	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 O SURGIMENTO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA	12
2.2 A EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA NO BRASIL	17
2.3 A ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA	20
2.4 MATERIAIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA.....	22

2.4.1	Canhões Antiaéreos 88 mm C/56-Modelo 18	22
2.4.2	Canhões M3 e M3A1 37 mm Anti Tanque	23
2.4.3	Canhões Automáticos Antiaéreos 40 mm C/60 e Metralhadora Múltipla	24
	Browning. 50	24
2.4.4	Canhões Antiaéreos 90 mm, norte-americanos; Radar de Tiro Antiaéreo	25
	nº3 Mk7 e do Radar de Vigilância Aérea AN/TPS-1D	25
2.4.5	Sistema Antiaéreo 35 mm Oerlikon-Contraves e Central de Direção de	26
	Tiro Superfledermaus	26
2.4.6	Mísseis Antiaéreos Roland II.....	27
2.4.7	Canhão Bofors 40 mm C/70 e Equipamento de Direção de Tiro FILA.....	28
2.4.8	Mísseis Antiaéreos Portáteis 9K38 IGLA e 9K338 IGLA-S	29
2.4.9	Radar SABER M60	30
2.4.10	COAAe ELETRÔNICO.....	31
2.4.11	Viatura Blindada Gepard	33
2.4.12	Míssil Telecomandado RBS-70.....	34
2.4.13	Radar SABER M200	36
2.4.14	Radar Saber M60 atualizado tecnologicamente (2.0).....	37
2.5	POSSÍVEIS AQUISIÇÕES PARA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA	37
2.5.1	Astros II Antiaéreo	37
2.5.2	Pantsir S2.....	38
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	40
3.1	TIPO DE PESQUISA	40
3.2	MÉTODOS	41
3.2.1	Coleta de dados	41
3.2.2	Limites do Método	42
4	DISCUSSÕES	43
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

No início do século XX, evidenciando inicialmente a Primeira Guerra Mundial, momento de intenso emprego das aeronaves em batalha, a progressão do combate fez com que as aeronaves evoluíssem rapidamente, principalmente as projetadas para utilização militar, visando uma atuação em proveito das forças terrestres e navais. Com o intenso aperfeiçoamento, as aeronaves tornaram-se potenciais ameaças aéreas, no qual é definido por “todo vetor aeroespacial cujo emprego dirigido a destruir ou neutralizar objetivos terrestres, marítimos e outros vetores aeroespaciais” (BRASIL, 2011).

Com o avançar dos conflitos, forçou-se um investimento maior e direcionado ao meio aéreo, com constantes desenvolvimentos de aeronaves mais eficazes e rápidas, no qual rapidamente foram empregados em missões de ataque e reconhecimento, causando um grande número de baixas e terror ao inimigo. Com base neste cenário, buscando frear as aeronaves e seu poder de degradação e caos, surgiu-se a Artilharia Antiaérea, de forma definitiva em meados da Primeira Guerra Mundial, cuja principal missão era destruir ou neutralizar os ataques aéreos inimigos (CARDOSO, 2014). No cenário atual, esta vertente da Artilharia tem por finalidade defender pontos, zonas e instalações sensíveis da superfície, contra ataques terrestres ou aéreos, podendo ser empregada na defesa contra aeronaves (BRASIL, 2011). O ramo antiaéreo é altamente desenvolvido e avançado nas principais nações do mundo, no qual muitos dispõem de defesa antiaérea em profundidade, com sistema de curto, médio e longo alcance. No Brasil não é diferente, no qual o país possui um amplo arsenal de materiais de curto alcance e, recentemente, o Ministério da Defesa publicou a Portaria N°4.181 GM/MD, estabelecendo requisitos operacionais para o sistema de defesa antiaérea de média altura para as Forças Armadas brasileira (BRASIL, 2020).

O principal tópico e questionamento que a pesquisa tem a intenção de solucionar é como ocorreu o surgimento e evolução da Artilharia Antiaérea no Brasil?

A pesquisa tem a determinação de apresentar o histórico da Artilharia Antiaérea brasileira, abordando todas as fases do ramo, desde a década de 1930, até o ano de 2020. O propósito é expor a finalidade de sua eclosão; os motivos que levaram o desenvolvimento do ramo; destacar as sucessivas etapas percorridas entre o período proposto e a atual situação, no ano de 2020, dando ênfase nos materiais que já fizeram e fazem parte da Artilharia Antiaérea brasileira.

O trabalho tem por finalidade apresentar uma associação entre a origem da Artilharia Antiaérea, em escala global, com o surgimento do ramo no Brasil. Um dos objetivos da pesquisa é expor os diversos materiais cuja funcionalidade é a defesa antiaérea, assim como, abordar uma breve explanação sobre o sistema vigente na AAAe brasileira.

A pesquisa busca apresentar todo o contexto histórico da Artilharia Antiaérea brasileira para os diversos públicos, no qual dedica-se em discorrer sucintamente as etapas e fases que fizeram com que a AAAe nacional chegasse ao patamar alcançado em 2020. A importância do trabalho é apresentar ao público um subsistema da defesa antiaérea nacional, abordando contexto histórico, materiais antigos e atuais adquiridos pelo país ao longo do período apresentado, projetos em vigor e o funcionamento do sistema vigente empregado pelo ramo, com o intuito de entreter o leitor e apresentar informações de um importante ramo do Exército Brasileiro. A metodologia utilizada no trabalho foi descritiva, por ser uma pesquisa focada em um conhecimento já existente, referente ao histórico da Artilharia Antiaérea brasileira. Tem-se o objetivo de esclarecer de que forma a AAAe nacional atingiu o patamar atual, explorando todos os objetivos secundários do trabalho, baseando o estudo em fontes de consulta confiáveis.

O trabalho está dividido em cinco capítulos, no qual o primeiro abordará o surgimento da Artilharia Antiaérea em escala global, apresentando os principais motivos e causas para o aparecimento do ramo. No segundo capítulo, será apresentado a origem da AAAe brasileira, seguido de uma explanação sobre a situação atual da AAAe nacional, abordado no terceiro capítulo. O quarto capítulo apresenta os materiais que fizeram e fazem parte da Artilharia Antiaérea brasileira, abordando também, brevemente, possíveis aquisições pelo Exército Brasileiro para compor o ramo da Defesa Nacional, e por último, o quinto capítulo, que apresenta e aborda o atual sistema de funcionamento vigente na AAAe do Brasil. Após o desenvolvimento e apresentação do conteúdo da pesquisa, tem-se como próximo tópico as discussões, no qual aborda-se os resultados obtidos a partir de toda a análise da pesquisa, como por exemplo, o fato do retardamento da criação da Artilharia Antiaérea no país, sendo motivada principalmente pela distância do Brasil dos conflitos de grande repercussão da época, além do país adotar o adestramento dos militares como fator preponderante para o ramo em detrimento da aquisição de materiais. Por último, uma breve conclusão, no qual há abordagens sobre os radares adquiridos, o período momentâneo de sucateamento dos materiais e a reviravolta do ramo no final do século XX em relação a Defesa Nacional.

1.1 OBEJTIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é apresentar a evolução da AAAe (Artilharia Antiaérea) nacional, que abrange desde a década de 1930 até 2020.

1.1.2 Objetivos específicos

A fim de dar crédito a consecução do objetivo geral, foram formulados objetivos específicos, citados abaixo, para dar uma sequência lógica ao trabalho realizado:

- a) Apresentar a criação da Artilharia Antiaérea âmbito global;
- b) Descrever o surgimento e evolução da Artilharia Antiaérea Brasileira;
- c) Apresentar todos os materiais da Artilharia Antiaérea brasileira, desde o surgimento;
- d) Descrever o atual sistema vigente na Artilharia Antiaérea brasileira.

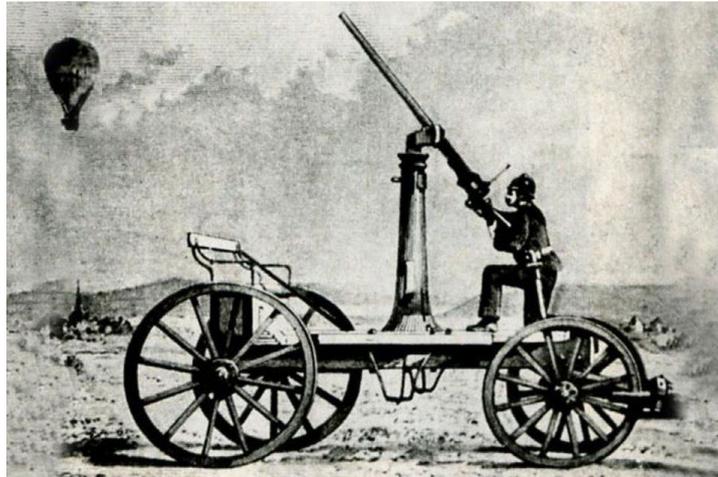
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O SURGIMENTO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

Os primeiros registros de Defesa Antiaérea ocorreram em 26 de julho de 1794, quando tropas austríacas, que cercavam e mantinham forças a fortaleza francesa de Maubert, tentaram abater um balão usado pelos franceses para observação aérea e estudar os movimentos do inimigo. Em 1849, ocorre o primeiro bombardeamento aéreo da história, em Veneza, realizado por tropas austríacas em balões, a partir de bombas à mão, que sitiavam a cidade (HOLMAN, 2014).

Já em 1870, na Guerra Franco-Prussiana, foi somente neste ano que ocorreu a primeira utilização de armas específicas com a função antiaérea, quando a Krupp desenvolveu um canhão especial, uma peça modificada de 37 mm puxada por cavalos, também chamada de *Ballon Kanone*, para abater os balões franceses que tentavam reabastecer a cidade de Paris (LOPES, 2009).

Figura 1 — Canhão Krupp “*ballon kanone*” 37 mm



Fonte: Airway (2016)

Não foi surpresa que apenas a Alemanha tenha continuado o desenvolvimento das armas antiaéreas, principalmente com as recorrentes instabilidades políticas que pairavam o continente europeu não início do século XX. Em 1909, projetos e adaptações da Krupp foram apresentados, como peças de 65 mm, 75 mm e 105 mm. A peça de 75 mm se tornou o padrão alemão próximo da Primeira Guerra Mundial, podendo ser atrelada a um vagão para ser movida. Outro fator fundamental para as peças de artilharia alemãs foi o desenvolvimento de aeronaves com o intuito de reconhecer o inimigo e orientar o fogo de artilharia, tornando-a mais preciso. Com isso, o restante dos países envolvidos na guerra começou a empenhar-se em números consideráveis de armas antiaéreas, mesmo que adaptações rápidas, como a francesa de 75 mm e russa de 76,2 mm (WESTERMANN, 2001).

A Primeira Guerra Mundial demonstrou a importância das aeronaves no campo de batalha, principalmente à medida que estas melhoravam, com motores potencializados repentinamente e com aumento da capacidade de transportar armamento. Novamente, a Alemanha manteve seu investimento em novas séries de armas antiaérea no final da década de 1920 e início da de 1930, com colaboração constante de empresas suíças e suecas, desenvolvendo peças de tiro rápido de 20 mm para baixa altitude e um de 37 mm para baixa e média altitude. O esforço da Krupp em ter uma arma potente para fazer frente aos aviões aperfeiçoados da época, rápidos e potentes, era grande, principalmente quando o calibre de 20 mm se tornou pouco potente, e ao invés de desenvolver uma nova arma antiaérea, a Krupp juntou quatro das peças já existentes desde mesmo calibre em um único reparo, aumentando assim o poder de fogo suficiente e desejado (WESTERMANN, 2001).

Muitos foram os inventos e adaptações criados para se chegar a uma arma antiaérea eficaz para fazer frente às ameaças aéreas da época, porém, essas armas de defesa antiaérea se

mostraram ineficazes e com poucos resultados alcançados. A maioria dessas armas apresentavam os mesmos problemas, como a inexperiência dos artilheiros e a falta de material adequado para verificar a precisão de seus tiros. Tinha-se também a dificuldade de se conseguir engajar em altitude uma aeronave inimiga, pois os projéteis disparados estavam caindo bem abaixo da ameaça aérea escolhida como alvo. Como forma de solucionar temporariamente essa falha, foram criadas para as peças de 75 mm Krupp um sistema de mira óptica que auxiliou em muito as tropas de artilharia antiaérea, porém o seu uso ficou restrito a poucas unidades de artilharia antiaérea (WESERMANN, 2001).

Com o decorrer dos anos, as peças de artilharia anteriormente citadas se tornaram grandes e pesadas, além de lentas para serem apontadas frente as rápidas e potentes aeronaves da época, também por estas serem empregadas em missões táticas contra objetivos no solo. A solução rápida foi empregar metralhadoras montadas em pedestais, no qual se mostrou mais eficaz em curto alcance, levando o abate de inúmeras aeronaves, com destaque para a britânica "Pom-Pom", uma versão da metralhadora Maxim de 37 mm (CHIVERS, 2011).

Figura 2 — Metralhadora Maxim 37 mm



Fonte: Aventuras na História (2017)

Com o término da Primeira Guerra Mundial, concluiu-se que as armas antiaéreas seriam pesadas quando o objetivo fosse de alta altitude e mais rápida e fácil de manuseio quando os objetivos eram de baixa altitude. Em apoio a artilharia antiaérea, para referenciar alvos durante ataques noturnos, em específico as de baixa altitude, utilizou-se projetores de luz para objetivar as aeronaves, facilitando o emprego árduo das armas rápidas, enquanto que as fonolocalizações, que utilizava as ondas sonoras emitidas pelas aeronaves e de origem britânica, foi empregado na focalização de objetivos aéreos de alta altitude (ROUTLEDGE, 1994).

Na década de 1930, as aeronaves foram aperfeiçoadas, ganhando potência e tendo maior capacidade de carga e armamento, apresentando elevadas velocidades, grande autonomia e poder de destruição. A corrida desenfreada por armamento pela maioria das grandes potências da época evidenciava o perigo e proximidade da guerra, pondo em risco assim a estabilidade política e militar internacional. Desta forma, com o início da Segunda Guerra Mundial, a artilharia antiaérea sofreu um grande desenvolvimento em termos de materiais antiaéreos, especialmente os sistemas canhão que estavam em constante aperfeiçoamento. A Krupp apresentou um novo canhão de 88 mm Flak 36, tornando uma das peças mais famosas e melhores do mundo, tendo também a função anticarro, sendo mortífera contra estes ligeiros e médios (MULLER, 1997).

Figura 3 — Canhão Krupp 88 mm Flak



Fonte: Armas Nacionais (2008)

Em 1943, foi desenvolvido um sistema para neutralizar aeronaves de baixa altitude com apenas um único tiro, iniciada com uma peça de 50 mm, sendo pouco precisa, sendo substituída por uma de 55 mm. O novo sistema comportava controle centralizado, constituído por radar de busca como de controle de tiro, que basicamente predizia para onde as armas deveriam apontar de acordo com o vento e balística, enviando comandos elétricos para as armas, tendo os serventes que apenas carregar e seleccionar os alvos. No lado dos aliados, uma peça de 40 mm Bofors tinha grande potência para abater qualquer aeronave. Os britânicos forneceram os projetos da arma aos norte-americanos, que mais tardar, passaram a produzi-la em grande escala.

Com o aperfeiçoamento das aeronaves, tornou-se um problema para a peça britânica, principalmente no que tange a determinação do alcance e rastreamento dos "novos" alvos. Tanto

a pontaria manual, feita contra alvos de curta distância, e as feitas com limbos e tambores, para alvos de longa distância, não eram o suficiente para os objetivos que possuíam tanto distância quanto velocidades elevadas. A solução britânica foi a automação, por um computador mecânico, no qual o operador apontava ao alvo, enquanto o preditor calculava o ponto de pontaria e indicava uma forma de apontar a arma (HOGG, 1998).

O sistema antiaéreo americano era bastante eficaz, formado com uma metralhadora Browning M2 de calibre .50 fixada em um reparo, acoplado em um blindado semi-lagarta, formando um Veículo Blindado M16 GMC. Apesar de ser menos potente que a defesa alemã, o sistema americano, composto por quatro ou cinco baterias, espaçados por quilômetros, fornecia uma defesa eficaz. Também fazia parte do arsenal norte americano, a peça de 90 mm M3, destinada a defesa anticarro e uma arma de 120 mm M1, a Stratosphere Gun, capaz de atingir um alcance vertical de 18 quilômetros. Ao lado oposto da guerra, os alemães construíram torres Flak, maciços fortins, alguns com até seis pisos de altura, servindo de abrigo antibomba com artilharia antiaérea no topo (MACEDO, 2012).

Figura 4 — Metralhadora Browning M2 .50



Fonte: Veículos e armamentos militares (2021)

A empreitada britânica foi forte e similar à alemã, como a construção de plataformas no mar, com radares no topo, a inicial utilização de projéteis de propulsão a foguete, o RP, disparado das "baterias Z". No final da guerra, os britânicos já tinham desenvolvido míssil guiado superfície-ar Stouge, lançada por navios da Royal Navy. Os alemães tentaram investir e concluir um projeto de mísseis a tempo para utilizarem na guerra, porém não conseguiram tal feito. Pode-se destacar também a utilização de balões de barragem, atuando como obstáculos, inicialmente contra bombardeiros na proteção das cidades, e, mais tardar, contra aviões de ataque ao solo. Inicialmente, eles próprios e os seus cabos que os prendiam, constituíam uma ameaça para qualquer aeronave que tentasse voar entre eles. Num segundo momento, ao

tentarem evitar os balões, os bombardeiros eram forçados a subir para uma altitude superior, que era mais favorável para as armas antiaéreas. Podemos considerar esses meios de defesa antiaérea como sendo passivos e com aplicação limitada já que os balões ficavam imóveis à espera da ameaça aérea (GOEBEL, 2017).

Diante da apresentação do cenário Pós-Guerra, mesmo com o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos sistemas antiaéreos tanto dos aliados quanto dos países do eixo, em especial a Alemanha, a grande maioria dos bombardeios conseguiam atingir seus alvos ou causar grandes destruições em pelo menos 90% dos casos. Mesmo com o término da Segunda Guerra Mundial, os materiais de artilharia antiaérea desenvolvidos no seu transcorrer continuaram sendo aperfeiçoados por um curto período depois do fim da Guerra, em especial o Exército dos Estados Unidos. A nação norte americana estabeleceu um enorme sistema de defesa antiaérea, protegendo as maiores cidades do país, com peças de 90 mm e 120 m, todas orientadas por radar. Foi notório que a defesa antiaérea necessitava se adaptar, baseando-se em aviões de interceptação, e diante disto, o exército americano desenvolveu a peça AAe de 75 mm M51 Skysweeper, na década de 1950, com sistema automático, adaptado com radar, computadores, fonte de energia e arma automática, acoplados a uma única plataforma (PRODÓSCIMO, 2010).

O investimento em projetos voltados tanto para fabricação mísseis e foguetes quanto para as lançadoras tornou-se notório entre as principais potências mundiais, fazendo com que, depois de alguns anos, estes sistemas atingissem uma maturidade de destaque, tornando-as armas práticas e preenchendo o lugar das peças de AAAe. As primeiras armas a serem substituídas foram as pesadas, igualmente trocadas por sistemas de mísseis também pesados, porém com um desempenho muito maior. Logo após surgiram os sistemas de mísseis mais leves, na década de 1960, sendo acoplados em carros de combate e blindados, complementando o sistema de autopropulsados de AAAe. Na mesma década, os mísseis AAe, como o soviético 9K32 Strela-2 e o norte-americano FIM-43 Redeye, substituíram as metralhadoras AAe e suplantaram o sistema AAAe vigente (CHUN, 2006).

2.2 A EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA NO BRASIL

Baseado na revista da EsACosAAe, Edição Comemorativa dos 70 anos, de julho de

2004, o ensino da defesa antiaérea teve início na Escola de Aviação Militar, no Campo dos Afonsos, Rio de Janeiro, em 1927. O regulamento da Escola de Aviação Militar estabelecia que um de seus fins seria especializar oficiais e praças em materiais de defesa antiaérea.

Nos anos 1936 e 1937, segundo informações do Ministério da Defesa, 2016, foram disponibilizadas instruções para que pudesse funcionar o Curso de Defesa Antiaérea na Escola, no entanto, somente com a possibilidade dos militares oriundos da 1ª Região Militar (1ªRM). No ano de 1938, com a impossibilidade de matricular militares provenientes de outras RM, o Ministro da Guerra expediu um Aviso, determinando o não funcionamento do curso ministrado na Escola no decorrente ano, objetivando aproveitar os militares que concluíram o curso nos anos de 1936 e 1937, já especializados, com o objetivo de organizar provisoriamente um Núcleo de Bateria de Metralhadoras Antiaéreas. O Aviso expedido tinha por finalidade organizar um futuro Centro de Instrução de Defesa Antiaérea, com instalações provisórias na Escola de Aviação, aproveitando pessoal e material disponibilizado, além da estrutura fornecida (BRASIL, 2016).

No ano de 1939, por determinação do Presidente da República, criou-se o Centro de Instrução de Defesa Antiaérea (CIDAAe). No mesmo ano, o Ministro da Guerra, pelo Aviso nº 139, declarava que o pessoal e material do extinto Núcleo de Bateria de Metralhadoras Antiaéreas deveriam ser transferidos para para o Grupamento-Escola de Defesa Contra Aeronaves (GEDCA), e, pelo Aviso nº 215, subordina o Grupamento recém criado ao CIDAAe. Com a aprovação de todo o regulamento do CIDAAe, a Portaria nº967 estabeleceu e deu início ao ano letivo do Centro (BRASIL, 2020).

Em 1941, extinguiu-se a GEDCA, fazendo com que incorporassem ao 1º Grupo do 1º Regimento de Artilharia Antiaérea (I/1ªRAAAe) todo o pessoal do antigo GrupamentoEscola, assim como todo material, os Canhões Antiaéreos 88 mm C/56-Mod 18. No mesmo ano, criou-se o Destacamento de Operações Antiaéreas (Dst Op AAe), subunidade do I/1ªRAAAe, apoio direto ao CIDAAe. Em 1943, o Dst Op AAe recebeu alguns Canhões Automáticos Antiaéreos 37 mm, servindo principalmente para instruções do Centro. Quatro anos mais tarde, os Canhões Automáticos Antiaéreos 40 mm C/60 e as Metralhadoras Múltiplas. 50 foram adquiridos pelo CIDAA e, fazendo com que o currículo escolar do Centro fosse atualizado (BRASIL, 2020).



Fonte: Armas Nacionais (2018)

Na década de 50, as aquisições pelo Centro continuaram chegando, os Canhões Antiaéreos 90 mm, norte-americanos, ocorrendo novamente atualização dos cursos ministrados, porém com maior dificuldade imposta, já que o novo equipamento era mais complexo e com componentes eletrônicos. Adquiriu-se também o Preditor de Tiro, Contraves, do Radar de Tiro Antiaéreo nº3 Mk7 e do Radar de Vigilância Aérea AN/TPS-1D (BRASIL, 2020).

Baseado em informações do histórico da EsACosAAe, 2020, no período do pós-guerra, houve a corrida armamentista pelas principais nações do mundo, e o Centro, com grande impulso doutrinário, em 1955, passou a denominar-se Escola de Defesa Antiaérea (EsDAAe). Em 1965, surgiu a Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe), com a fusão da EAC e EsDAAe.

No ano de 1977, foi adquirido o sistema Antiaéreo 35 mm Oerlikon-Contraves para a Força Terrestre, enquanto que a EsACosAAe recebeu dois Canhões Automáticos Antiaéreos Geminados 35 mm e uma Central de Direção de Tiro Superfledermaus, basicamente destinado para instrução. No ano seguinte, como forma de se modernizar em relação aos mísseis antiaéreos, o Exército Brasileiro adquiriu quatro Unidades de Tiro (UTir) de Mísseis Antiaéreos Roland II, montados em viaturas sobre lagartas SPZ MARDER, ficando a cargo da EsACosAAe a realização dos inúmeros testes realizados com tiro real (BASTOS, 201-).

A evolução da EsACosAAe seguiu na década de 80, quando recebeu dois Canhões Automáticos Antiaéreos 40 mm C/70, um Equipamento de Direção de Tiro FILA, da Avibrás, além da compra do Sistema Antiaéreo 40 mm FILA-Bofors, mostrando uma mudança e evolução significativa na estrutura e ensino da defesa antiaérea do Exército Brasileiro (BRASIL, 2003). As aquisições continuaram, em 1995, quando o EB adquiriu os Mísseis Antiaéreos Portáteis 9K38 IGLA, que mais futuramente foram substituídos por sua versão mais atualizada o Míssil Antiaéreo Portátil 9K338 IGLA-S (BRASIL, 2006).

De acordo com informações do Centro Tecnológico do Exército (CTEx), em 2007, após dois anos de estudo e desenvolvimento de projetos, foi apresentado ao Exército Brasileiro, para uso nacional, o Radar SABER M60, o primeiro produzido no nosso território. Esse radar de defesa antiaérea pode ser classificado como radar de busca, podendo detectar alvos até o alcance de 60 km em seus radares (primário e secundário). O Radar SABER M60 é o primeiro produto de uma família de radares de defesa antiaérea apresentado, pois, em 2010, o Radar SABER M200 passou a fazer parte da Defesa Antiaérea Nacional, com alcance de 200 km e que será utilizado como radar de vigilância para a nossa artilharia antiaérea (BRASIL, 2020).

Entre os anos de 2013 e 2015, o Exército Brasileiro adquiriu 34 unidades dos blindados alemães Gepard, destinados à Artilharia Antiaérea, equipados com sistemas de radar e eletrônica, dois canhões automáticos de 35 mm com suporte para comportar até 320 munições antiaéreas e 20 anticarro, além de possuir dois lançadores de quatro tubos para granadas fumígenas (GALANTE, 2013, p. 94 e 101).

As aquisições por parte do EB continuaram, e em 2017, segundo informações do Escritório de Projetos do Exército (EPEX), o Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea (PrgEE DA Ae), após processo licitatório, adquiriu o sistema de mísseis telecomandados RBS 70, de origem sueca. O míssil é guiado por laser, podendo ser usado para defesa antiaérea, aeródromo, comboios ou para complementar outros sistemas. A arma é de curto alcance, podendo alcançar até 8 km, o tempo para entrar em posição é de aproximadamente 10 minutos, podendo ficar pronto para o disparo em menos de trinta segundos sem a designação de alvo pelo radar, com uma tropa adestrada, além da recarga dura entre 5 e 30 segundos, de acordo com a fonte, o site Sistema de Armas (BRASIL, 2017).

Atualmente, em 2020, a EsACosAAe ministra os Cursos de e Especialização em Artilharia de Costa e Antiaérea, de Operador de Alvos Aéreos e de Operadores de Radares e Direção de Tiro, especializando militares do EB para utilizarem os materiais disponíveis de defesa antiaérea que o Exército Nacional possui (BRASIL, 2020).

2.3 A ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA

Atualmente, em 2020, o cenário internacional nos evidencia que os conflitos presentes destacam a Artilharia Antiaérea como a principal fonte de destruição e ambição dos envolvidos. Relacionado a isso, a Defesa Antiaérea passa a ser um importante fator estratégico no que tange a manter a soberania de uma nação, evidenciando o Exército Brasileiro, que possui e vem

adquirindo sensores, canhões e mísseis antiaéreos que juntos mobilizam os diversos Grupos de Artilharia Antiaérea e Baterias de Artilharia Antiaérea espalhados por nosso país, e tem por missão fazer frente a qualquer ameaça que possa penetrar em nosso espaço aéreo. Evidenciando o Brasil, apesar da ausência de guerras, a atual posição política do país frente ao cenário internacional e a vasta riqueza do solo nacional o colocam a nação brasileira como uma grande potência sujeita a investidas estrangeiras, principalmente na região da Amazônia, sendo um motivo plausível para destinar recursos à novas aquisições de materiais e desenvolvimento de projetos de Artilharia Antiaérea (BRASIL, 2020).

A Artilharia Antiaérea, através de formação e treino técnico e tático específico e a realização de exercícios militares, prepara-se para realizar a proteção e sobrevivência das forças terrestres, conduzindo e mantendo operações militares necessárias através de uma proteção de Artilharia Antiaérea adequada as suas forças, instalações e equipamentos. Além dos motivos já mencionados para justificar a necessidade de investimentos na Artilharia Antiaérea Brasileira, outra razão são os eventos de grande porte sediados no Brasil nos últimos anos, levando o ramo à reestruturação e modernização de seus equipamentos (BRASIL, 2017).

Segundo informações do Manual de Campanha do Exército EB70-MC-10.231, no intuito de facilitar a organização e a descentralização de missões e encargos, além de evitar a sobrecarga administrativa e operacional e melhor coordenar o seu emprego, a AAAe se subdivide em escalões de comando, sendo eles: Comando de defesa antiaérea (Cmdo DA Ae); Brigada de artilharia antiaérea (Bda AAAe); Agrupamento-grupo de artilharia antiaérea (Agpt-Gp AAAe); Grupo de artilharia antiaérea (GAAAe); Agrupamento-bateria de artilharia antiaérea (Agpt-Bia AAAe); Bateria de artilharia antiaérea (Bia AAAe); e Seção de artilharia antiaérea (Seç AAAe) (BRASIL, 2017).

De acordo com informações do 1º, 2º, 3º, 4º e 11º Grupo de Artilharia Antiaérea, (GAAAe), atualmente, cada GAAAe possui uma Seção dotada do Míssil Antiaéreo Telecomandado RBS 70 (Msl AAe Tcmdo RBS 70), com três Unidades de Tiro (U Tir) (BRASIL, 2020). Há uma previsão e planejamento para que os GAAAe sejam compostos por uma Bateria (Bia) completa desse material, caracterizando, assim, uma OM apta para emprego dual. Os GAAAe apresentam em sua dotação orgânica os mísseis antiaéreos IGLA-S e RBS 70, além dos canhões automáticos antiaéreos de 40 mm L/70 e o equipamento de direção de tiro (EDT) FILA, de fabricação nacional e com capacidade de detectar aeronaves até 40 Km de sua posição (BRASIL, 2020).

Baseado nas informações do Escritório de Projetos do Exército, no quesito material, pode-se observar com mais clareza a transformação que o Programa Estratégico Defesa

Antiaérea, programa que está incumbido de adquirir, organizar e entregar os equipamentos, proporcionou às OM de AAAe. As entregas permitiram à AAAe atuar como um sistema completo. Os subsistemas de Armas, Comando e Controle, Comunicações e Logística foram dotados de modernos sistemas de mísseis e centros de controle, como o Míssil Telecomandado RBS 70, o Radar Saber M60, O Míssil IGLA S, os Centros de Operações Antiaéreas Eletrônicos (COAAe) de Seção, dentre outros; gerando uma capacidade de emprego modular, atendendo às demandas de mobilidade estratégica (BRASIL, 2020).

Sendo assim, fica evidente que o objetivo almejado é possuir uma complexa conexão entre as redes, formando um vasto sistema, porém há uma maior limitação no que tange a escolha e aquisição de novos materiais, por necessitar se adequar aos requisitos operacionais necessários vislumbrando atingir o sistema desejado.

2.4 MATERIAIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA

2.4.1 Canhões Antiaéreos 88 mm C/56-Modelo 18

Em meados da segunda metade da década de 1930, o Exército Brasileiro se encontrava em uma situação delicada, pois este era um período instável e marcado por inúmeros conflitos de âmbito regional e mundial. A situação nacional no quesito equipamentos bélicos era deplorável, com ausência e sucateamento de materiais, ou seja, nosso país estava completamente despreparado para enfrentar possíveis ameaças externas (FORTES,2000).

Em 25 de março de 1938 foram assinados diversos acordos com a indústria de defesa alemã Fried Krupp AG, resultando na compra de uma quantidade substancial de para artilharia, dentre eles, um moderno sistema de defesa antiaérea com 60 Canhões Flak 88 mm C/56 modelo 18, com calibre de 88 mm, com cadência de 15 a 20 tiros por minuto, elevação de -3° e $+85^{\circ}$, tendo para tracionar os canhões os 32 exemplares dos tratores meia lagarta Locomotivfabrik Kraus Maffei AG Sd.Kfz 7 de 7,5 toneladas. No entanto, como estava próximo de eclodir a Segunda Guerra Mundial e os bloqueios impostos pela Marinha Real Inglesa, resultaram no recebimento pelo Exército Brasileiro de apenas 28 canhões Flak 88 mm C/56 e 06 tratores meia lagarta Sd.Kfz 7 (FORTES, 2000).

Figura 6 — Bateria de Canhões Flak 88 mm C/56



Fonte: T&D História (2020)

2.4.2 Canhões M3 e M3A1 37 mm Anti Tanque

No cenário que antecedia a Segunda Guerra, com toda a defasagem brasileira em relação aos equipamentos militares, o Brasil tinha uma posição estratégica privilegiada em relação à África, atrelado aos fatos e acontecimentos no continente europeu, para o fornecimento de matérias primas e montagem de bases aéreas e operação de portos na região nordeste. Diante disso, pensando em adquirir meios e doutrinas modernas, assinou-se os termos da Lei de Arrendamentos e Empréstimos, que viria a criar uma linha inicial de crédito voltada para a modernização dos equipamentos nacionais, e em 1943, iniciou-se a aquisição do Canhão norte americano M3 e M3A1 37 mm, que totalizou 148 unidades ao longo da década de 30 e 40 desembarcas no Brasil. Por ser um material leve, por volta de 400 Kg, permitia que fosse rebocado até por jipes, necessitava de uma pequena guarnição de 4 homens, com uma cadência de até 25 tiros por minuto, tendo elevação entre -10° e $+15^{\circ}$ (BRASIL, 2020).

Figura 7 — Canhão M3A1 37 mm



Fonte: Centro de Preparação de Oficiais da Reserva de Porto Alegre (2020)

2.4.3 Canhões Automáticos Antiaéreos 40 mm C/60 e Metralhadora Múltipla

Browning. 50

Os primeiros armamentos antiaéreos adquiridos pelo Exército Brasileiro da categoria Bofors foi o Canhão Automático 40 mm C/60, de origem sueca, em 1947. Além disso, o governo brasileiro comprou os direitos para sua fabricação, passando a produzi-lo, criando posteriormente Unidades Militares dotadas com este material. O Canhão possui um alcance máximo de 4 km, além de ter uma cadência de 120 tiros por minuto (BRASIL, 2016).

Em paralelo a aquisição do Canhão 40 mm, adquiriu-se a Metralhadora Múltipla Browning. 50, que oferece uma série de possibilidades de emprego, podendo ser atrelada tanto em trailers quanto em caminhões. Guarnecida por três homens, possui um alcance máximo de 6,9 km, cadência de tiro teórica de 600 tiros por minuto, podendo atuar em 360°, com alternância da elevação entre -10° e + 90° (BRASIL, 2016).

Figura 8 — Canhão Bofors 40 mm C/60 (esquerda) e Metralhadora Múltipla Browning .50 (direita)



Fonte: Forças Terrestres (2011)

2.4.4 Canhões Antiaéreos 90 mm, norte-americanos; Radar de Tiro Antiaéreo n°3

Mk7 e do Radar de Vigilância Aérea AN/TPS-1D

O Sistema de Canhões Antiaéreos M1 90 mm, de origem norte americana, foi a primeira aquisição do ramo antiaéreo da década de 1950 pelo Exército Brasileiro, criando novas Unidades Militares, que passariam a dotar o material adquirido, como os 1°, 2°, 4° e 5° Grupos de Canhões 90 mm. Sua estrutura facilitava o deslocamento do auto-rebocado, por possuir um trem rolante, semelhante ao de "chassis", além de dotar de um gerador, cuja finalidade era fornecer energia para o telecomando e para um trator, no qual sua função era tracionar a peça e transportar a guarnição. Com um total de 8,6 toneladas, o Canhão tinha uma cadência de 25 tiros por minuto, um alcance horizontal de 17,8 km e vertical de aproximadamente 10,4 km, além de empregar variados tipos de munição, desde explosivas à tóxicas e fumígenas (BRASIL, 2016).

Na mesma década, adquiriu-se o Radar de Tiro Antiaéreo n° 3 Mk7, pois o Brasil observou a necessidade de adquirir equipamentos mais complexos e melhor auxiliar a Artilharia Antiaérea Nacional, solicitando então a compra deste radar, impulsionado com o término da II Guerra Mundial. O Rdr Tir AAe No.3 MK 7 operava o sistema de armas do canhão 90 mm, que funcionava em conjunto com o predictor de tiro Contraves. O sistema pode operar em qualquer modo de busca ou o modo de rastreamento, ou seja, a estação pode adquirir e seguir alvos em movimento em alcance, azimute e elevação (BRASIL, 2020).

No mesmo período, foi adquirido o Radar de Vigilância Aérea AN/TPS-1D, que foi destinado aos Grupos de Artilharia Antiaérea, atuando como radar de vigilância, em conjunto com Sistema Canhão 35 mm Oerlikon e o Equipamento Diretor de Tiro Superfledermaus, que serão explanados posteriormente. Uma grande vantagem deste radar é pequena guarnição necessária para operá-lo, além de possuir enorme mobilidade e MTI, que permite a possibilidade de distinguir alvos falsos, objetos parados no terreno ou partes do terreno e alvos verdadeiros. O alcance máximo de detecção do radar era de 160 milhas (257 km), fazendo com que o equipamento elevasse o poder de combate de maneira preponderante para a Artilharia Antiaérea Brasileira (BRASIL, 2016).

Figura 9 — Canhão 90 mm M1 (esquerda) e Radar AN/TPS-1D (direita)



Fonte: Museu Militar Panambi (2016) e Radar Tutorial (2015)

2.4.5 Sistema Antiaéreo 35 mm Oerlikon-Contraves e Central de Direção de Tiro

Superfledermaus

O Sistema Antiaéreo Oerlikon 35 mm, de origem suíça, foi adquirido em 1977, pois suas características de emprego satisfaziam as necessidades de defesa da época, como engajar um alvo aéreo a uma distância de até 3 km e capaz de alvejar alvos de superfície. Um ano antes, militares foram enviados a Suíça para realizar estágios referentes a manutenção e operação do Canhão adquirido. Por ocasião da chegada do Canhão, os 1º e 2º Grupos de Canhões passaram a ser chamados de 1º e 2º Grupos de Artilharia Antiaérea, respectivamente. O Sistema possui um Grupo Gerador, que é o responsável pelo fornecimento da energia necessária ao funcionamento do canhão e do seu sistema de controle e é rebocado por uma viatura 2 ½ Ton., enquanto o Canhão propriamente dito é auto-rebocado por uma viatura de 5 Ton. O Canhão possui um calibre de 35 mm, alcance máximo de 4 km, pesando em torno de 6230 kg e ter uma cadência de 1100 tiros por minuto (BRASIL, 2001).

Em paralelo a aquisição do Sistema Antiaéreo, adquiriu-se também a Central de Direção de Tiro Superfledermaus, que, segundo o Manual Escolar ME B-1, tem por finalidade realizar a busca, detecção, localização, apreensão e acompanhamento de alvos. Executa ainda a computação automática dos elementos de tiro para os canhões, levando em conta os fatores meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura balística do ar e azimute e velocidade do vento balístico), correção de afastamento das peças (paralaxe) e velocidade inicial das granadas. (2004, p. 11-1). O Equipamento de Direção de Tiro do Sistema Antiaéreo 35 mm Oerlikon é constituído por uma Central de Direção de Tiro, um Apontador Ótico Auxiliar, uma Caixa de Sinalização e um Grupo Gerador. Pelo fato de ser autorebocado e possuir elevado peso e tamanho, o material apresentava grandes dificuldades para entrar em posição, necessitando assim de locais que atendam suas limitações para instalação e utilização. O material possui uma distância de acompanhamento de até 40 km e distância máxima de detecção de 50 km, altura limite máxima de computação é de 7560 m e possui como limites de sítio de -100''' até 1500''', além de deter a tecnologia MTI, semelhante ao Radar de Vigilância Aérea AN/TPS-1D, mencionado e exposto anteriormente (BRASIL, 2001).

Figura 10 — Canhão 35 mm Oerlikon (esquerda) e EDT Superfledermaus (direita)



Fonte: DefesaNet (2014) e RedTeam (2005)

2.4.6 Mísseis Antiaéreos Roland II

Na segunda metade da década de 1970, as principais nações estavam investindo fortemente em desenvolvimento de projetos de mísseis e foguetes. O Brasil almejava adquirir um sistema de defesa aérea cuja finalidade principal era empregar na defesa da capital Brasília. Entre as opções analisadas, o comando Exército Brasileiro decidiu, em 1978, pela aquisição de quatro baterias do sistema de mísseis superfície ar Roland II, de origem alemã, dispondo inicialmente de 50 unidades do armamento. A unidade possuía uma 01 metralhadora 7,62 mm,

02 lançadores Roland II e 08 lança-granadas, tendo alcance máximo do míssil de 6,3 km, além de ter uma tripulação de 03 homens, e assim, com a aquisição do material, o fato representou um salto tecnológico sem precedentes no Exército Brasileiro no que tange a defesa antiaérea. O verdadeiro objetivo dos militares brasileiros era o desenvolvimento de uma versão nacional do projeto, porém, com a descoberta por parte dos alemães, o boicote sobre o fornecimento de peças e da entrega do restante das unidades fizeram com que apenas 04 protótipos desembarcassem no país (BASTOS, 2020).

Figura 11 — Míssil Roland II



Fonte: Armas Nacionais (2012)

2.4.7 Canhão Bofors 40 mm C/70 e Equipamento de Direção de Tiro FILA

O Sistema Antiaéreo Bofors 40 mm C/70 foi adquirido pelo Exército Brasileiro na década de 1980, tendo como resultado a criação e organização do 2º, 3º, 4º e 11º Grupos de Artilharia Antiaérea (GAA Ae). De acordo com informação do Manual Escolar ME B-2, Sistema 40 mm Fila-Bofors, o canhão automático antiaéreo, de origem sueca, é uma arma de curto alcance, aproximadamente 4 km, com desempenho para ser empregado na defesa antiaérea de áreas ou pontos sensíveis, assim como podendo ser utilizado com grande eficiência contra alvos terrestres. Acoplado em um reparo, com função também de reboque, possui dispositivos elétricos com a finalidade de controle remoto ou local, sendo tracionado por viatura tratora, por via aérea ou aquática. O Sistema Antiaéreo tem a capacidade de realizar, de forma simultânea, a busca e acompanhamento de alvos, podendo até, com restrições, realizar a vigilância do espaço aéreo, sendo capaz também de detectar ameaças aéreas voando a baixas alturas, apresentando baixo tempo de reação. Tem como característica 5250 kg, uma cadência de 300 tiros por minuto, calibre 40 mm, além de inclinar entre -5° e 90° (BRASIL, 2004).

Concomitante a aquisição do Sistema Antiaéreo Bofors, a empresa Avibrás desenvolveu o Equipamento de Direção de Tiro Fila (EDT FILA), em apoio ao Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e em associação a empresa sueca Bofors. Segundo informações do site do CTEx, o EDT FILA tem a capacidade de operar com condições meteorológicas adversas; o reduzido tempo de reação; a capacidade de detectar alvos voando a baixa altura; a alta precisão nos comandos dos canhões; eficiente nas medidas de proteção eletrônicas e se destaca pela grande velocidade na entrada e saída de posição, além de necessitar de uma viatura para reboque. Como limitação, possui um alcance mínimo de engajamento de 300 metros e um limite de 1500" de inclinação, criando um ângulo morto, impedindo o equipamento de engajar alvos neste espaço (BRASIL, 2004).

Figura 12 — Canhão Bofors 40 mm C/70



Fonte: Brasil em Defesa (2013)

2.4.8 Mísseis Antiaéreos Portáteis 9K38 IGLA e 9K338 IGLA-S

O Míssil 9k38 IGLA é de origem russa, desenvolvido por volta da década de 1960, tendo ao longo dos anos, algumas adaptações e melhorias. O material foi adquirido pelo Exército Brasileiro por volta de 1995, sendo o primeiro armamento da categoria de mísseis portáteis de ombro adquirido pelo governo, no qual o país recebeu ao longo dos anos cerca de 100 unidades do míssil e 50 lançadoras. Integrado ao sistema de defesa antiaérea, o míssil tem a finalidade de abater aeronaves que voem a baixa altura, até 3 km, bem como engajar mísseis ou veículos aéreos não tripulados, os VANT. O 9K38 IGLA funciona através da captação do calor do alvo, ou seja, ao ser disparado, o mesmo se dirige para o local de maior emissão de calor do alvo. De acordo com o site Brasil em Defesa, o alcance máximo do míssil é de 5,2 km; pesando 10,8 kg somente o míssil e 18 kg todo o conjunto; calibre 70 mm e eficaz contra alvos entre 50 e 3500 metros de altura (BRASIL, 2017).

O Brasil possuía até meados de 2011 o míssil Iгла 9K38, no qual passou a ser substituído por uma versão mais nova, o então míssil Iгла 9K338, conhecido também pelo nome de míssil Iгла S. As principais diferenças entre ambos é que o míssil Iгла S possui uma maior resistência a medidas de proteção eletrônicas, uma maior sensibilidade em sua cabeça de guiamento, um maior alcance máximo, passando a atingir até 6 km de distância, uma maior capacidade explosiva e de fragmentação e o mesmo passou a utilizar a espoleta de proximidade, dados segundo o Manual de Campanha C 44-62, Serviço da Peça do Míssil Iгла. O Iгла S repete a capacidade do anterior em relação ao sistema de guiamento por atração passiva por infravermelho, ou seja, segue a fonte de calor emitida pelo alvo, além de deter o auxílio de uma luneta com aparelho de visão noturna, possibilitando disparos noturnos e eficazes. Baseado nos dados disponíveis no site Brasil em Defesa, a altitude eficaz está entre 10 e 3500 metros; o peso do conjunto é de aproximadamente 19 kg, sendo somente o míssil 11,7 kg e calibre 72 mm (BRASIL, 2017).

Figura 13 — Míssil IGLA 9K38



Fonte: DefesaNet (2016)

2.4.9 Radar SABER M60

O projeto do radar SABER M60 iniciou-se em 2006 e concluiu-se em 2010 com a avaliação pelo Centro de Avaliações do Exército. É utilizado pela Artilharia Antiaérea desde 2011, sendo empregado com sucesso em diversos treinamentos e em operações reais tais como na segurança dos Jogos Mundiais Militares em 2011, Copa do Mundo de 2014, Jogos Olímpicos Rio 2016, dentre outros. O Radar Saber M60 é o primeiro produto de uma família de radares de

defesa antiaérea a ser desenvolvida com tecnologia 100% nacional pelo Centro Tecnológico do Exército em parceria com a empresa OrbiSat (BRASIL, 2020).

O Radar incorpora as mais avançadas tecnologias para detectar, simultaneamente, até 60 alvos que estejam sobrevoando uma área vigiada, sendo também capaz de classificar as aeronaves como amigas ou inimigas, bem como identificar asas fixas e rotativas. O sistema de acompanhamento do SABER-M60 permite rastrear alvos dentro de um raio de até 60 km e até 5 mil metros de altura, além de necessitar apenas de 3 homens e 15 minutos para estar pronto e em operação. Sua operacionalidade conta com dois radares, o primário, capaz de detectar alvos de até 60 km, enquanto que o secundário se estende até 75 km (BRASIL, 2020).

Segundo o Centro Tecnológico do Exército, esse sensor é integrável a sistemas de armas baseados em mísseis ou canhões antiaéreos, no qual seu sistema tecnológico é de alto nível no processamento digital de sinais. As interfaces dos operadores são instaladas em computadores portáteis robustos, com sistema estável e atualizável baseado em Linux, podendo ser facilmente adequadas às necessidades diversas. Os dados são transmitidos ao sistema de armas por intermédio de cabos ou conexões de rádio, com total segurança (BRASIL 2020).

Figura 14 — Radar SABER M60



Fonte: Centro Tecnológico do Exército (2015)

2.4.10 COAAe ELETRÔNICO

Baseado nas informações contidas no site do Centro Tecnológico do Exército, o centro de Operações Artilharia Antiaérea Eletrônico de Seção (COAAe Elt Seç) é um sistema de comando e controle da Seção de Míssil da AAe de baixa altura, tendo a finalidade de proporcionar, através de meios eletrônicos, condições de acompanhar a evolução da situação da área e de controlar e coordenar as Unidades de Tiro de Míssil (U Tir Msl). A fim de facilitar

operações no terreno e aumentar a sua mobilidade, o COAAe eletrônico foi montado sobre uma viatura ¾ Ton Agrale Marruá, estando em operação juntamente com o Radar Saber M60 (BRASIL, 2020).

O COAAe, desde 2013, quando foi entregue pelo CTEEx as primeiras unidades, foi empregado em diversos eventos ocorridos no país de grande repercussão, como a Copa das Confederações, em 2013, Copa do Mundo de 2014 e Olimpíadas do Rio de Janeiro em 2016, além das inúmeras atividades operacionais no território nacional, sendo em tempos de paz ou em operações de não guerra (BRASIL, 2020).

Pode-se extrair do Manual de Operações e Manutenção de COAAe, da Empresa OrbitSat, os meios para que sejam executadas as seguintes atividades: Controlar as ações das Defesas Antiaéreas (DA Ae) contra as ameaças aéreas como aeronaves de asa fixa, asa rotativa, mísseis de cruzeiro, mísseis balísticos e SARP, designando as incursões para U Tir Msl; Estabelecer as ligações por meio de dados e voz, em tempo real, com os centros de controle dos escalões de artilharia antiaérea superior e com os elementos subordinados (unidades de tiro, radar de busca e postos de vigilância); Receber as informações oriundas dos radares de busca e de vigilância do elemento de AAAe considerado, processá-las, transformando-as em elementos de designação para as unidades de tiro; Ter mobilidade compatível com o tipo de operação ou tropa, para a qual a Sec Msl está atuando em proveito. (BRASIL, 2013, p. 6)

Baseado nos fatos apresentados acima, com o desenvolvimento do COAAe eletrônico, que está substituindo nas Organizações Militares de AAAe o COAAe manual, o tempo de resposta contra a ameaça aérea foi consideravelmente diminuído, possibilitando também ao comandante da seção acompanhar, continuamente, a evolução da situação aérea, controlando e coordenando as suas unidades de tiro de míssil.

Figura 15 — Centro de Operações Antiaéreo (COAAe)



Fonte: Centro Tecnológico do Exército (2016)

2.4.11 Viatura Blindada Gepard

O Flakpanzer Gepard é uma viatura blindada de combate antiaéreo (VBC AAe) de alta tecnologia, de origem alemã, que tinha como objetivo, entre as décadas de 1970 e 80, a defesa antiaérea contra aviação tática soviética, e principalmente os helicópteros de ataque equipados com mísseis. Ao decorrer dos anos, a viatura blindada passou por muitas modernizações, sendo a última, em 2010, passando a ser denominado Viatura Blindada Gepard 1A2, com novos sistemas de radar e eletrônica, no qual o antigo sistema de direção de tiro analógico foi substituído por um sistema de direção de tiro digital, os sensores de velocidade inicial do projétil passaram por melhorias a fim de se adaptarem aos novos tipos de munições e foi feita a integração dos Gepard ao sistema de comando e controle de defesa antiaérea. Este modelo atualizado foi adquirido pelo Exército Brasileiro em 2013, comprando um total de 37 exemplares, sendo totalmente entregues até 2016. No início da aquisição, com apenas 10 unidades, a Viatura passou a ser empregada em larga escala nos eventos de grande proporção no país, como na composição da segurança da Jornada Mundial da Juventude, em julho 2013 no Rio de Janeiro, na Copa do Mundo de 2014 e nos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016 (BRASIL, 2014).

O blindado possui dois canhões de 35 milímetros com uma cadência de tiros de 1100 tiros por minuto sendo 550 em cada arma. Tem como capacidade 640 tiros antiaéreo e mais 40 terrestre sendo 320 e 20 em cada arma com suas funções respectivamente. A munição tem alcance de 5km e possui defesa passiva com as granadas fumígenas. Além disso, há radar de busca com alcance de 15km, que faz uma varredura no espaço aéreo juntamente com o radar de tiro, com também alcance de 15km. Além disso, o Gepard possui um sistema de direção de tiro constituído por um conjunto de radares de busca e de tiro, podendo ainda ser complementado por um radar de vigilância, como no caso Brasileiro o radar SABER M60, atualmente cumprindo missão de vigilância, podendo ser empregado também o Radar SABER M200, um radar propriamente de vigilância, que será explanado mais a frente. Podemos ainda destacar que esse armamento possui um telêmetro laser e pode ser dotado de um sistema de visão termal, capacitando-o de atuar durante o período noturno (BRASIL, 2014).

Baseado em todo o conteúdo exposto sobre o Gepard, podemos destacar que o armamento satisfaz todas as exigências imediatas de nosso país, no qual o Brasil melhorou consideravelmente sua defesa antiaérea de baixa altura, reforçando a importância de

equipamentos modernos no Exército Brasileiro, capazes de realizar a defesa antiaérea frente a possíveis ameaças estrangeiras.

Figura 16 — Viatura Blindada de Combate Aéreo Gepard 1A2



Fonte: DefesaNet (2013)

2.4.12 Míssil Telecomandado RBS-70

RBS 70 (Robotsystem 70), projetado inicialmente pela Bofors na década de 1970 e sucedendo o projeto para Saab, ambas suecas, é um sistema de defesa aérea portátil projetado para a guerra antiaérea em todas as zonas climáticas e com pouco ou nenhum apoio logístico para se manter na zona de combate. O repertório do RBS 70 existente está em serviço com o Exército Brasileiro desde 2014, e segundo a empresa Saab, a aquisição do míssil incluía sistemas de treinamento, sistemas de camuflagem e outros equipamentos associados, no qual o sistema teve um grande papel em 2016, por fazer parte do sistema de segurança dos Jogos Olímpicos de 2016 no Rio de Janeiro (SAAB, 2019).

O alcance, de aproximadamente 7km, pode atingir alvos a 4 mil metros de altitude. Seu guiamento é feito por feixe laser, impossibilitando que o míssil sofra qualquer tipo de interferência. Em testes realizados pelo Exército, em mais de uma ocasião, os acertos foram de 100%, embora a Saab divulgue que a média de acertos é de 94%. O tempo de entrada de posição dura em média 10 minutos e o remuniamento é feito em até seis segundos, enquanto que há uma espoleta equipada de proximidade a laser com raio de ação de 3,3 metros, que pode ser desativada antes do lançamento se for necessário. O peso do míssil é de aproximadamente 15 kg, enquanto que o visor, o tripé e o IFF, partes que compõe o sistema lançador, pesam respectivamente 35, 24 e 11 kg (SAAB, 2019).

Em 2018, o EB optou em adquirir um lote do RBS 70 NG, mais moderno do que a versão anterior. O sistema realiza o acompanhamento automático do alvo, resultando no aumento do alcance de utilização do míssil para 8 km, e pode ser operado remotamente, cumprindo missão de defesa antiaérea estática, bem como empregado contra alvos terrestres com blindagem leve (SAAB, 2019).

De acordo com o Manual Escolar ME B-4, será explanado o acionamento e funcionamento do RBS-70: O procedimento para o disparo começa após o recebimento de um alerta inimigo, quando a partir daí, o atirador começa a realizar a busca em direção movimentando o tripé horizontalmente. Após isto ele passa a realizar a busca em altura movimentando o tripé verticalmente, até que ele encontre a aeronave. Quando a incursão estiver dentro do envelope de emprego do sistema, ele aciona o iluminador laser e mantém a visada sobre o alvo, realiza o disparo do míssil, e então, o míssil irá se posicionar dentro do fecho laser do iluminador até atingir o alvo. Fica claro, portanto, que este sistema não é do tipo atira e esqueça, pois é necessário manter a pontaria constantemente sobre o alvo até o momento do acionamento da carga explosiva do míssil (BRASIL, 2004, p. 3-16).

De acordo com as características apresentadas, a forma de engajar o alvo, no qual não necessita depender de temperaturas elevadas, resulta na possibilidade de impactar diversas partes críticas do alvo. Como aspecto negativo, o peso do conjunto é notório, limitando a mobilidade e necessidade de maior tempo destinado ao treinamento e aperfeiçoamento do militar operador. Enfatizando os testes realizados pelo Exército Brasileiro, com eficácia do RBS-70 de 100%, destaca-se a confiabilidade no equipamento e sua incorporação a modernização da Artilharia Antiaérea Brasileira, sendo de fundamental importância sua letalidade na proteção do território nacional.

Figura 17 — Míssil Telecomandado RBS-70



Fonte: Airway (2016)

2.4.13 Radar SABER M200

O Radar SABER M200 teve seu projeto desenvolvido em 2015, no qual em 2016 já iniciou testes com o equipamento e obtendo excelentes resultados. De acordo com informações do Centro Tecnológico do Exército, o SABER M200 é um radar multimissão de defesa antiaérea, de média altura, tridimensional, que emprega avançada tecnologia de varredura eletrônica para detecção e acompanhamento de aeronaves além de ser o primeiro radar de painéis fixos no mercado mundial instalado em um contêiner. O Radar capaz de acompanhar múltiplos alvos aéreos simultaneamente, além de guiar mísseis, realizar missões de vigilância, meteorologia e aproximação, num raio de 450 quilômetros, além de ser transportável de média altura, capaz de operar nos modos de busca, vigilância e sistema de orientação de tiro (BRASIL, 2020).

O projeto teve grande participação da Empresa BRADAR, que desenvolve radares voltados para a segurança e defesa, explorando sua capacidade de desenvolvimento de novas soluções tecnológicas em radiofrequência (BRASIL, 2020).

Com o desenvolvimento do Radar SABER M200, o Brasil adquiri um equipamento altamente tecnológico e de extrema importância para a Artilharia Antiaérea, assim como para a defesa nacional, no que tange a proteção aérea do território brasileiro, intensificando a capacidade de busca e vigilância com o novo Radar, sendo atrativo inclusive para outros países, como a Alemanha, que recentemente solicitou informações sobre o equipamento (BRASIL, 2020).

Figura 18 — Radar SABER M200



Fonte: Centro Tecnológico do Exército (2018)

2.4.14 Radar Saber M60 atualizado tecnologicamente (2.0)

Em 15 de abril de 2019, foi entregue ao CTEEx pela empresa Embraer S.A. a versão 2.0 do Radar SABER M60, resultado da execução bem sucedida do contrato de atualização tecnológica desse produto de defesa. Os módulos atualizados tecnologicamente são compatíveis e intercambiáveis com os da primeira versão do Radar SABER M60 (BRASIL, 2020).

A relevância de tal projeto junto à sociedade, deve-se não somente ao aumento na qualidade do produto, cuja propriedade intelectual é do Exército Brasileiro, de sua competitividade nos mercados nacionais e internacionais e de seu valor agregado em decorrência da nacionalização de boa parte de seus componentes, mas também ao aumento de nível de emprego de profissionais com elevado grau de especialização (EMILIÃO, 2013).

Todas as especificações da Radar SABER M60 versão 2.0 foram verificadas durante a execução do projeto, através de, entre outros, testes de detecção e rastreamento de aeronaves, testes de alta temperatura em operação em câmara climática, testes de vibração e choque mecânico, testes de integração do radar primário, testes de integração do radar secundário, testes de compatibilidade com o radar legado e testes de compatibilidade eletromagnética. Todos os ensaios foram realizados à luz de normas relevantes, como a MIL STD 461E, de ensaios de compatibilidade/interferência eletromagnética, e a MIL STD 810G, de ensaios ambientais (EMILIÃO, 2013).

2.5 POSSÍVEIS AQUISIÇÕES PARA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA

2.5.1 Astros II Antiaéreo

Vislumbrando o futuro da defesa antiaérea brasileira, segundo a Enciclopédia Multilíngue de licença livre, a empresa europeia MBDA Systems planeja, ao lado da Avibras, desenvolver um sistema de artilharia antiaérea de média altura que use a base do Astros II MK-6 e um míssil fabricado por Avibras e MBDA, baseado no CAMM britânico. O CAMM oferece proteção completa contra todos os alvos aéreos conhecidos ou previstos. O lançamento é vertical e o sistema seria usado em conjunto com o radar SABER M200 e o Comando e controle Astros, tendo 70% de conteúdo nacional (JONES, 2017, p. 84 – 95)

2.5.2 Pantsir S2

Em 2020, segundo o Diário Oficial da União, publicado em 11 de dezembro de 2020, de portaria nº4181, aprovou os “Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC)” para o Sistema de Artilharia Antiaérea de Média Altura /Médio Alcance das Forças Armadas, mostrando os requisitos que o país irá adotar para adquirir materiais de defesa antiaérea de média altura, sendo utilizado pelas Forças Armadas (BRASIL, 2020).

Como já mencionado, a AAAe possui apenas equipamentos de baixa altura, sendo agora requisitado o material de origem russa, o Pantsir S2, mais moderno que o proposto anteriormente, em 2013, o modelo Pantsir S1. Segundo o site oficial da Empresa Sputnik, as características mais evidentes do material se referem a sua forma mais robustas do radar e alcance maior dos mísseis, que podem engajar alvos a 40 km, justamente uma das condições que solicitam do ROC. O novo Pantsir também empregará mísseis que podem abater pequenos drones, além de poder atuar de forma autônoma com seu veículo de combate, realizando o individualmente o procedimento de busca e engajamento dos alvos pelos mísseis ou canhões. Se formos considerar a bateria como um todo, seis veículos de combate, teremos na constituição dessa bateria uma viatura de comando e controle, que será responsável em realizar o alerta antecipado e a determinação dos alvos atingir (BLINOVA, 2019).

De acordo com informações do Ministério da Defesa, adquiridas no site do Governo, há a intenção de adquirir o material para as 03 forças, o Exército, Marinha e Aeronáutica, no qual cada instituição receberia uma bateria com 06 peças cada, e fazendo referência ao EB, a aquisição faz parte do macroprojeto de modernização da AAAe (BRASIL, 2020).

Figura 19 — Viatura Pantsir S2



Fonte: Sputnik News (2020)

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

O referencial metodológico adotado no trabalho adere a perspectiva da metodologia de pesquisa histórica. O método escolhido tem como características a coleta, organização e avaliação de dados obtidos relacionados ao passado, buscando abordar os fatos decorridos para apresentar o presente. A pesquisa menciona o surgimento da Artilharia Antiaérea, em escala global, porém com maior ênfase na AAAe brasileira, explorando as causas da eclosão do ramo no Brasil, fases e principais acontecimentos que levaram a criação da Artilharia Antiaérea brasileira, além de apresentar os materiais que fizeram e ainda fazem parte do Exército Brasileiro. Por fim, será apresentado o atual contexto da AAAe nacional, bem como seu sistema operacional vigente no ramo.

O tipo de pesquisa utilizado é a qualitativa, pelo fato de a natureza histórica do assunto abordado ser fundamentalmente narrativa, ressaltando a produção do conhecimento sobre determinada época, apresentando perspectivas passadas associadas ao presente. O resultado final tem como objetivo desenvolver um entendimento profundo sobre a Artilharia Antiaérea brasileira, devido principalmente a qualidade das informações apresentadas.

O faseamento da pesquisa tem como tema a Artilharia Antiaérea brasileira, sendo um assunto de extrema importância, em razão pelo cenário vivido na década de 2010, tanto no Brasil quanto no mundo. Este tema ganhou relevância devido principalmente aos eventos que marcaram o país nesta década, a começar pela visita do Papa em 2013, Copa do Mundo em 2014 e Olimpíadas em 2016, sendo eventos notórios que necessitavam de uma Defesa Antiaérea preparada e a pronto emprego. Relacionado aos eventos mundiais, pode-se abordar a crise da Crimeia, envolvendo Ucrânia e Rússia, o conflito entre Israel e Palestina e os diversos embates que a Guerra ao Terror provocou, sendo o uso da Artilharia Antiaérea um denominador comum entre esses eventos. Outro propósito a ser explorado é apresentar ao brasileiro, tendo este vínculo ou não com o militarismo, sobre o surgimento, evolução e a atual situação que a Artilharia Antiaérea brasileira apresenta, além de dissimular o conhecimento sobre o tema abordado na pesquisa.

O questionamento da pesquisa refere-se de que maneira surgiu a AAAe brasileira e como esta evoluiu desde a década de 1930 até 2020. Uma solução plausível para o questionamento é a origem da AAAe brasileira derivada dos fatos ocorridos principalmente na Primeira Guerra

Mundial, no qual as "adaptações forçadas" nas peças de Artilharia de Campanha foram nitidamente ineficazes contra ameaças aéreas, levando as principais nações a desenvolverem materiais destinados a Defesa Antiaérea. Outro fator é a defesa do Estado, no qual as dimensões territoriais e riquezas do Brasil são chamativas e reconhecidas mundialmente, forçando o Exército Brasileiro a iniciar tratativas de desenvolver uma Artilharia Antiaérea nacional. Sua evolução é baseada na necessidade do país em adquirir novas unidades e modelos de peças de AAAe, eventos de grande repercussão ocorridos no Brasil, além do poder aquisitivo, limitando algumas aquisições, mas estando sempre preparada e pronta para qualquer eventualidade.

O objetivo geral da pesquisa é apresentar o surgimento da Artilharia Antiaérea brasileira, desde a década de 1930 até 2020. No trabalho, é abordado primeiramente o contexto mundial da Artilharia Antiaérea, isto é, o motivo da sua criação. Após, aborda-se a AAAe âmbito nacional, apresentando os principais fatores que culminaram o Exército Brasileiro em adotar a criação de uma Artilharia Antiaérea brasileira e abordar o atual cenário deste ramo. Posteriormente, menciona-se os materiais que fizeram e fazem parte da AAAe brasileira, tendo por último, a exploração do atual sistema vigente, em 2020, na Artilharia Antiaérea brasileira.

O instrumento de coleta de dados utilizado é a análise de materiais e documentais, por se basear em conteúdos já existentes, estando disponíveis nos mais diversos meios de consulta, tanto de origem nacional quanto estrangeiro. Com a obtenção dos dados necessários, constata-se semelhança de informações com o período temporal analisado, tendo como objetivo apresentar a maior quantidade de dados coletados possível.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Coleta de dados

A coleta de dados do presente trabalho de conclusão de curso será dada por meio da coleta na literatura, realizando-se uma pesquisa bibliográfica pelo meio de informação citado e também por livros, manuais, revistas especializadas, jornais, artigos, internet, monografias, além de fontes de consulta estrangeiras, especializadas no tema, sempre buscando os dados pertinentes ao assunto. Nessa oportunidade, será abordada a fundamentação histórica para a comprovação da hipótese levantada.

3.2.2 Limites do Método

A metodologia em questão possui limitações, particularmente, quanto à profundidade do estudo a ser realizado, pois não contempla, dentre outros aspectos, o estudo de campo e a entrevista com pessoas diretamente ligadas aos processos em estudo. Porém, devido ao fato de se tratar de um trabalho de término de curso, a ser realizado em aproximadamente seis meses, o método escolhido é adequado e possibilitará o alcance dos objetivos propostos no presente trabalho.

4 DISCUSSÕES

É inegável que o tamanho e a riqueza que o território brasileiro apresenta exija uma Artilharia Antiaérea bem equipada e moderna, sendo fundamental para manutenção da soberania nacional. Analisando os últimos conflitos mundiais, é possível afirmar que não há possibilidade de improvisos ou mobilização de recursos humanos e de materiais quanto ao emprego da Artilharia Antiaérea (AAe) em situação real, em função da importância estratégica, da necessidade de adestramento constante, e, particularmente, do emprego de sistemas com complexa tecnologia agregada em constante evolução tecnológica e operacional dos meios envolvidos. Assim, os conflitos que exijam reação imediata, devem contar com uma AAe preparada e adestrada.

Como foi explorado pelo trabalho, a AAe brasileira surgiu anos após as principais nações do mundo já iniciarem o desenvolvimento de projetos e investimentos no ramo. Um dos principais motivos que levaram o início tardio da nossa AAe é a distância considerável do país em relação aos conflitos de amplitude global, não havendo o emprego necessário do Exército Brasileiro no geral, e em especial, a AAe, ocasionando uma estagnação em investimentos e desenvolvimentos tecnológicos, além de não haver preocupação em modernizar os materiais destinados a defesa antiaérea. A forma adotada pelo EB foi primeiro adestrar os militares, para após isso, iniciar a aquisição dos materiais.

A capacitação do pessoal é fundamental para a obtenção do êxito. Pode-se observar que, ao longo dos anos, com a aquisição de novos materiais, a EsACosAAe, instituição responsável pelo adestramento dos militares em defesa antiaérea, adequa e atualiza os cursos a serem ministrados baseados nos equipamentos da AAe brasileira. Vários são os cursos que permitem uma especialização adequada aos materiais, desde os primeiros a serem adquiridos até os utilizados atualmente, pois a aquisição de equipamentos sem pessoal capacitado é inviável. Assim, com a aquisição ou sua possibilidade, há em paralelo, a previsão de cursos no Brasil e no exterior para a capacitação dos futuros usuários dos equipamentos adquiridos.

Observa-se que, até meados da década de 1990, os materiais adquiridos eram todos importados, além de serem equipamentos de nível inferior em relação aos utilizados na época, dando ênfase nos períodos das aquisições, pois relacionando as etapas, algumas compras tiveram um lapso temporal muito elevado, ocasionando sucateamento e perda de materiais da nossa AAe.

No início do século XXI, de forma expressiva, houve um aumento considerável nos investimentos em desenvolver tecnologia nacional voltada pra o meio bélico, com um alinhamento aos eventos de grande repercussão que ocorreram no país nos últimos anos, como a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016 no Rio de Janeiro. Um exemplo citado no trabalho é o desenvolvimento e emprego do Radar SABER M60, no qual sua presença na AAAe é realidade, pois sua capacidade em monitorar e detectar alvos é bastante eficaz. O modelo é altamente tecnológico e avançado, ocasionando na exportação do material para países interessados, sendo um avanço não só para nossa AAAe, mas um avanço considerável na indústria nacional bélica, incentivando cada vez mais o desenvolvimento de projetos originados e arquitetados no país.

A partir da aquisição do míssil IGLA, em especial, fez com que o alto escalão do Exército repensasse sobre o sistema vigente da nossa AAAe. Com isso, deu-se início, ao longo dos últimos anos, a arquitetura e implantação de um novo sistema vigente, no intuito de facilitar a organização e a descentralização de missões e encargos, sendo subdividida em escalões. Diante deste fato, alterou-se também os requisitos para adquirir novos materiais, no qual a simples modernização dos materiais que já dotam a AAAe do Exército não é o objetivo principal, pois ainda há necessidade de investimentos em alguns sistemas da AAAe. Vislumbra-se equipar todos os ramos dependentes explicitados na pesquisa que compõe a AAAe igualmente, modernizando tanto o setor de comunicações quanto o de logística, assim como a dotação de obuseiros e blindados. Portanto, não é possível somente adquirir mísseis ou canhões sem que eles possam ser utilizados em situações reais, o que impõe a aquisição planejada de radares, sistemas de comunicações e o adequado suporte logístico.

Com toda a arquitetura de um novo sistema e embasado nos materiais presentes na nossa AAAe, resume-se o objetivo geral da AAAe, que é recuperar e obter a capacidade do Sistema Operacional Defesa Antiaérea, para permitir a proteção das estruturas estratégicas terrestres brasileiras, além de prover a capacidade de defender a soberania nacional. Os próximos passos são a aquisição e/ou desenvolvimento de equipamentos capacitados em prover a defesa de média altura, como foi explanado no trabalho, com a possibilidade de desenvolver o Astros II, e/ou adquirir o material russo Pantsir S2.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado com todo o conteúdo exposto na pesquisa, pode-se notar que a Artilharia, inicialmente, era basicamente formada pela Artilharia de Campanha. Houve momentos de dupla

função por parte da Artilharia da época, início do século XX, no qual havia missões de tiro voltado para Artilharia de Campanha, e momentos que realizava o emprego de missões antiaérea. O surgimento da defesa antiaérea tem relação com o emprego de meios aéreos como arma de combate. Com o constante aprimoramento e evolução tecnológica dos vetores aéreos, houve uma imposição às principais nações e empresas bélicas a desenvolverem equipamentos capazes de engajar as ameaças aéreas.

Com a evolução citada, houve uma "corrida armamentista antiaérea" por parte das grandes nações, principalmente com o início da Primeira Guerra Mundial, no qual serviu de palco para testar e aplicar novos meios de combate, como as modernas aeronaves da época. Visualizando o emprego forte dos meios aéreos, os principais países buscaram principalmente nas adaptações rápidas, uma válvula de escape para fazer frente às novas ameaças, utilizando-as como armas antiaéreas. Muitas destas adaptações eram utilizadas as peças de artilharia de menor calibre, basicamente colocadas em ambiente plano com o tubo apontado para cima, no qual, inicialmente, os resultados evidenciaram a ineficácia das adaptações, pelo fato das aeronaves serem mais rápidas e eficientes.

As peças de artilharia da época tinham como principais características o elevado peso e o demasiado tamanho, sendo ineficazes para serem apontadas e não conseguindo acompanhar as rápidas aeronaves. Como solução rápida, as nações iniciaram o emprego de metralhadoras acopladas em pedestais ou em reparos, no intuito de acompanhar as ameaças aéreas e tentar conter a letalidade das mesmas.

O aperfeiçoamento e a evolução das aeronaves se tornaram constantes, como se destaca não só no melhoramento nos motores, aumentando a potência e velocidade, mas também era evidente a elevação da capacidade das aeronaves, podendo armazenar maior quantidade de munições e explosivos. Com esse cenário e a ineficiência das peças adaptadas, iniciou um constante investimento em desenvolver peças de artilharia antiaérea, tendo função única e específica em realizar a defesa antiaérea. Como resultado, alguns sistemas antiaéreos se destacaram inicialmente, como o 35 mm Oerlikon e 40 mm Fila, da Bofors.

O ensino sobre defesa antiaérea na Escola de Aviação Militar, sediada no Rio de Janeiro, foi o marco para que o Brasil fizesse parte dos países que detêm meios de defesa antiaérea, em 1927. Como metodologia, o Exército Brasileiro optou por primeiro aperfeiçoar os artilheiros em defesa antiaérea ao invés de adquirir equipamentos, sendo assim, o país passou a ter militares aperfeiçoados em armamentos e sensores antiaéreos. Nos dias de hoje, a Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, EsACosAAe, fica responsável pelo adestramento dos oficiais e sargentos em defesa antiaérea, disponibilizando cursos e estágios. Com o passar dos anos, o Brasil iniciou

a aquisição de materiais, tanto os sistemas de canhões antiaéreos, como o 35 mm Oerlikon, e o Canhão 40 mm C70 Bofors, quanto os Equipamentos de Direção de Tiro (EDT), exemplificado pelos sistemas Superfledermaus e o FILA. A Artilharia Antiaérea se modernizou tanto no aperfeiçoamento dos sistemas antiaéreos, quanto no desenvolvimento de mísseis, no qual o investimento neste ramo passou a ser destacado principalmente pelas empresas suecas, como a Saab, com o Míssil RBS-70.

Os atuais mísseis RBS-70 e IGLA, ambos adquiridos pelo Exército Brasileiro, foram de extrema importância para alavancar a Artilharia Antiaérea Nacional, aperfeiçoando as opções que o país tem de baixa altura, além da rapidez para entrar e sair de posição, assim como a mobilidade, essenciais para estabelecer a defesa antiaérea do território.

Nesse contexto da modernização tecnológica militar, notam-se que artilharia antiaérea do nosso país está buscando uma reestruturação e substituição de seus materiais, no qual evidencia-se mais a procura pela modernização dos equipamentos do Exército Brasileiro e o investimento nacional no ramo, ao invés de adquirir novos armamentos antiaéreos, com elevado custo. Dentre os armamentos e sensores que a nossa artilharia possui para realizar a defesa antiaérea podemos citar os seguintes materiais: sistema antiaéreo 35 mm Oerlikon – Contraves, o sistema antiaéreo 40 mm Fila – Bofors, o míssil IGLA S, o radar SABER M60, o sistema antiaéreo Gepard e o COAAe Eletrônico.

Com a apresentação das informações históricas sobre os materiais, pode-se analisar que desde o surgimento da Artilharia Antiaérea no cenário mundial e nacional, além de sua evolução e ganho exponencial de importância no nosso país, verifica-se diversos materiais que fizeram e fazem parte do nosso Exército, além dos equipamentos formados, fundidos, extintos, da nossa artilharia antiaérea. O ganho de importância da Artilharia Antiaérea nacional perante, principalmente, ao Alto Comando do Exército, fez com que o ramo se tornasse um órgão de grande investimento, devido a sua finalidade em realizar a Defesa Nacional.

A Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro dota de meios focados nos materiais de baixa altura, tanto os de controle e alerta, como os sistemas de armas, no qual há projetos em desenvolvimento e análises sobre futuras aquisições em equipar a AAAe com materiais de média altura. Atualmente, as principais metas estabelecidas são a reequipagem das Organizações Militares de AAAe do EB, a modernização dos meios, a capacitação de pessoal e o incremento de uma logística eficaz, além de adquirir e manter o desenvolvimento de equipamentos de controle e alerta altamente tecnológicos, a fim de se possibilitar uma eficiente DA Ae das Estruturas Estratégicas do país.

As grandes dimensões do nosso território, as riquezas naturais presentes e a sua importância geopolítica foram extremamente relevantes na elaboração das Políticas de Defesa na última década, sendo similares essas premissas comparadas com o restante do mundo. Os eventos de grande importância e magnitude ocorridos no país, principalmente a Copa das Confederações, em 2013, exigiu-se um elevado empenho e mobilidade da Artilharia Antiaérea brasileira antes, durante e após os eventos, no qual houve a necessidade de reequipar nossa AAAe, destacando a aquisição de equipamentos após 2013, como a Viatura Gepard, Radar SABER M200 e COAAe Elt Seq.

Dessa forma, conclui-se que a aquisição de radares de vigilância foi tardia, frente aos demais países, no qual ficou dependente basicamente dos sensores de seus equipamentos de direção de tiro. Outra deficiência foi o sucateamento dos materiais de defesa antiaérea em determinado momento e a falta de incentivo ao investimento nacional em tecnologia militar, fator evidenciado pelos longos períodos de tempo entre uma aquisição e outra. Porém, as aquisições feitas desde o final do século XX enaltecem a importância do ramo militarmente, renovando os materiais antiaéreos e colocando o Brasil em outro patamar, devido a quantidade de equipamentos adquiridos, a alta tecnologia empregada e o incentivo constante pelo desenvolvimento de materiais nacionais do ramo bélico, elevando o nível de defesa antiaérea de baixa altura nacional.

Com isso, o trabalho buscou mostrar a evolução da artilharia antiaérea no Brasil, seu surgimento e a explanação dos materiais adquiridos durante o século XX ao XXI, além de mostrar a atual situação da nossa AAAe.

REFERÊNCIAS

1º Grupo de Artilharia Antiaérea Grupo General Alves Maia: Resumo Histórico. *In: Canhão antitanque 90mm norte americano*. [S. l.], 10 fev. 2016. Disponível em: <http://www.1gaaae.eb.mil.br/2016-02-10-19-06-22>. Acesso em: 20 mar. 2021.

2º Grupo de Artilharia Antiaérea. [S. l.], 26 set. 2015. Disponível em: <http://www.2gaaae.eb.mil.br/index.php/a-fortaleza>. Acesso em: 10 mar. 2021.

11º Grupo de Artilharia Antiaérea. [S. l.], 14 maio 2020. Disponível em: <http://www.11gaaae.eb.mil.br/index.php/resumo-historico.html>. Acesso em: 10 mar. 2021.

AIRWAY: “**Ballon Kanone**”, a primeira arma anti-aérea da história. [S. l.], 12 set. 2016. Disponível em: <https://www.airway.com.br/ballon-kanone-primeira-arma-anti-aerea/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

AIRWAY: SAAB vai apresentar nova geração de mísseis em Brasília. [S. l.], 20 set. 2016. Disponível em: <https://www.airway.com.br/saab-vai-apresentar-nova-geracao-de-misseis-embrasil/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

ÁREA MILITAR. **Gepard, Flakpanzer.** Disponível em: <http://www.areamilitar.net/DIRECTORIO/TER.aspx?nn=88>>. Acesso em 08 jan. 2021.

ARMA DE ARTILHARIA. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/web/guest/artilharia>>. Acesso em 05 jan. 2021.

ARMAS Nacionais: **História e Modelismo.** [S. l.], 2018. Disponível em: <http://www.armasnacionais.com/2018/06/flak-krupp-88-mm-c56-modelo-18.html>. Acesso em: 28 mar. 2021.

AVENTURAS na História: **Metralhadora: Brutal mundo novo.** [S. l.], 21 ago. 2017. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/metralhadorabrutal-mundo-novo.phtml>. Acesso em: 28 mar. 2021.

BASTOS, Expedito. Da Cultura. **Uma realidade brasileira: Foguetes e mísseis no Exército Brasileiro 1949 – 20121**, [s. l.], ed. 20º, 2020.

BLINOVA, Ekaterina. **Post WW2 World Order: US Planned to wipe URSS out by massive nuclear strike.** Sputnik News, Moscow, 15 Aug. 2015. Disponível em: <https://sputniknews.com/politics/201508151025789574-us-planned-to-wipe-out-ussr/>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL. Estado-Maior do Exército: EPEX. [S. l.], [entre 2010 e 2019]. Disponível em: <http://www.eme.eb.mil.br/index.php/epex>. Acesso em: 01 jan. 2021.
_____. Estado-Maior do Exército. **C 44-1: Emprego da artilharia antiaérea.** 4. ed. Brasília, DF, 2001.

_____. Estado-Maior do Exército. **C 44-8: Comando e controle na artilharia antiaérea.** 1. ed. Brasília, DF, 2003.

_____, Exército. Centro de Preparação de Oficiais da Reserva de Porto Alegre. **Canhão antitanque 37mm M3.** [S. l.], 06 ago. 2020. Disponível em: <http://www.cporpa.eb.mil.br/index.php/qrcode/483-canhao-antitanque-37mm-m3>. Acesso em: 4 mar. 2021.

_____. Exército. Estado-Maior. **ME B-2: Sistema Antiaéreo 40 mm Fila Bofors.** 1ª Edição. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

_____. Exército. Estado Maior. **EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea.** 1. ed. Brasília, 2017a.

_____. Exército. Estado Maior. **EB70-MC-10.235: Defesa Antiaérea nas Operações**. 1. ed. Brasília, 2017b.

_____, Ministério da Defesa. **C 44-61: Serviço da Peça do EDT FILA**. 2ª ed. Brasília: EGGCF, 2003.

_____. 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-ME23.018: Princípios Básicos de Radar**. 1ª Ed. Brasília: EGGCF, 2014.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **EB 70-MC-10.231: Defesa Antiaérea**. 2017

_____, Ministério da Defesa. **O Papel da Defesa Nacional**. [S. l.], 17 jun. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/papel-da-defesanacional. Acesso em: 03 fev. 2021.

BRASIL em Defesa: **Canhão Bofors 40 mm C/70**. [S. l.], 26 mar. 2013. Disponível em: <https://www.brasilemdefesa.com/2013/03/canhao-antiaereo-bofors-170-40mm.html>. Acesso em: 7 fev. 2021.

CENTRO Tecnológico do Exército. **Radar Saber M60**. Disponível em: <<http://www.ctex.eb.br/index.php/component/content/article/10-pad/projetos/12-radarsaberm60>>. Acesso em 02 jan. 2021.

CENTRO Tecnológico do Exército. [S. l.], 8 fev. 2021. Disponível em: <http://www.ctex.eb.mil.br/historico>. Acesso em: 10 mar. 2021.

COSTA, Eduardo. **As possibilidades e limitações da AAAe do EB frente às modernas ameaças aéreas existentes no TO Sul-Americano**. Orientador: Maj Art Alan Sander de Oliveira Jones. 2018. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso para Especialista em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, [S. l.], 2018.

Disponível em:

<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/4093/1/MO%206034%20%20EDUARDO%20COSTA.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2021.

DEFESANET: **AAe - Os 35mm sobrevivem**. [S. l.], 4 mar. 2014. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/14421/AAe---Os-35mm-Sobrevivem/>. Acesso em: 7 fev. 2021.

DEFESANET: **EB confirma bases para distribuição dos mísseis Igla-S**. [S. l.], 12 fev. 2016. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/21545/EB-confirmabases-para-distribuicao-dos-misseis-Igla-S/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

DEFESANET: **Gepard 1A2**. [S. l.], 25 set. 2013. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/leo/noticia/3487/O-GEPARD-1A2/>. Acesso em: 5 fev. 2021.

EMILIÃO, Diogo Pinto. **O emprego do Radar SABER M60 no SISFRON**. Considerações. Informativo antiaéreo- Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, p. 55, ago. 2013.

EPEX: **Aquisição do Sistema de Mísseis RBS 70 na Suécia**. [S. l.], 6 nov. 2017. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/654-aquisicao-do-sistema-demisséis-rbs-70-na-suecia>. Acesso em: 2 fev. 2021.

EPEX. *In*: **Defesa Antiaérea**. [S. l.], [entre 2010 e 2019]. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/defesa-antiaerea>. Acesso em: 04 jan. 2021.

EPEX. *In*: **Portfólio Estratégico do Exército**. [S. l.], [entre 2010 e 2019]. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/component/content/article?id=462>. Acesso em: 04 jan. 2021.

EPEX. *In*: **Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea**. [S. l.], [entre 2010 e 2019]. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/defesa-antiaerea/escopodaae>. Acesso em: 03 jan. 2021.

EPEX. *In*: **Subprogramas/Projetos**. [S. l.], [entre 2010 e 2019]. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/defesa-antiaerea/subprogramasantiaerea>. Acesso em: 05 jan. 2021.

EsACosAAE. **Edição Comemorativa: Órgão Informativo da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea**, [s. l.], julho 2004. Disponível em: <http://www.esacosaae.eb.mil.br/images/Documentos/2019/Revista-da-EsACosAAe-Nr-8--04.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2020.

ESTRATÉGIA GLOBAL. **CTEx entrega primeiras unidades do COAAE**. Disponível em: <<http://naargrosbar.blogspot.com.br/2013/02/ctex-entrega-primeiras-unidades-docoaae.html>>. Acesso em 01 jan. 2021.

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

EXÉRCITO Brasileiro: Arma de Artilharia. *In*: **Arma de Artilharia**. [S. l.]. Disponível em: <http://www.eb.mil.br/artilharia>. Acesso em: 29 dez. 2020.

EXÉRCITO Brasileiro. **Material de dotação**. Disponível em: <<http://www.4gaae.eb.mil.br/xfiles/4gaae/4gaae-fotos.htm>>. Acesso em 31 dez. 2020.

FORÇAS Terrestres. **Compra de sistemas antiaéreos russos: ‘precisamos conhecer os detalhes’**. Disponível em: <<http://www.forte.jor.br/tag/pantsir-s1/>>. Acesso em 03 jan. 2021.

FORÇAS Terrestres: **Testando canhão Bofors de 40mm**. [S. l.], 26 maio 2011. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2011/05/26/testando-um-canhao-bofors-de-40mm/>. Acesso em: 9 fev. 2021.

FORTES, Hugo Guimarães Borges Fortes. **O Rearmamento do Exército Brasileiro no Final da Década de 1930**. Revista A Defesa Nacional, 787. Rio de Janeiro: páginas 60 a 79, edição do 3º quadrimestre de 2000

FORUM Base Militar Web Magazine. **Sistema antiaéreo**. Disponível em: <<http://www.basemilitar.com.br/forum/viewtopic.php?f=5&t=4023>>. Acesso em: 02 jan. 2021.

GALANTE, Alexandre. **O Gepard entra em ação**. Forças de Defesa, São Paulo, ano 3, n. 8, p. 92-95, trim. 2013a.

GALANTE, Alexandre. **A ameaça aérea atual e o GEPARD**. Forças de Defesa, São Paulo, ano 3, n. 8, p. 96-99, trim. 2013b.

HOGG, Ian V., **Allied Artillery of World War 2**, Malborough: The Crowood Press, 1998

JONES, Alan. Estudo de Caso. **Astros 2020 antiaéreo: vantagens do investimento público para a ampliação da capacidade do sistema ASTROS**, [s. l.]. Revista da UNIFA, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 84 - 95, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.22480/rev.unifa.v30n1.419>. Acesso em: 06 jan. 2021.

JUNIOR, Sergio Antonio da Fonseca. **A companhia de comunicações da brigada de artilharia antiaérea no território nacional: uma proposta de organização**. INFORMATIVO ANTIAÉREO - Publicação Científica. 2008.

LACERDA, Acioly. **Estratégias de Defesa Nacional: Desafios para o Brasil no novo milênio**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3193/1/livro_estrategia_defesa.pdf. Acesso em: 30 dez. 2020.

MACEDO, Gustavo A. de. **A diversidade de materiais de artilharia antiaérea norteamericana na 2ª Guerra Mundial e seu reflexo para a vitória dos aliados**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao programa de pós-graduação lato sensu da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Rio de Janeiro, 2012. 7.

MATTOS, Fernando José Soares da Cunha. **Para onde vai a artilharia antiaérea?** Disponível em: <<http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apjp/1998/3tri98/mattos.htm>>. Acesso em 04 jan. 2021

MILITARY Power Review. **Míssil RBS 70 - Suécia**. Disponível em: <<http://www.militarypower.com.br/frame4-armas47.htm>>. Acesso em 06 jan. 2021.

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

MUSEU Militar Panambi: Canhão Antiaéreo M1 90mm. [S. l.], 30 ago. 2016. Disponível em: <http://museumilitarpanambi.com.br/canhao-antiaerea-90mm/>. Acesso em: 9 fev. 2021.

PRODÓSCIMO, César Bonfim Menine Camelo. **A Missão Militar Norte Americana no Brasil: sua influência para a Doutrina de Artilharia de Costa e Antiaérea brasileira**. 2010. 122 f. Monografia (Especialização em História Militar Brasileira) – UNIRIO, Rio de Janeiro, 2010

PENTEADO, Telma. A História da Defesa Antiaérea. **A História da Defesa Antiaérea**, [s. l.], 11 maio 2010. Disponível em: <https://issuu.com/aeroespaco/docs/aero-especial-defesaaerea/54>. Acesso em: 30 dez. 2020.

PLANO Estratégico do Exército: **2020 a 2023**. [S. l.]. Disponível em http://www.ceadex.eb.mil.br/images/legislacao/XI/plano_estrategico_do_exercito_20202023.pdf. Acesso em: 04 jan. 2021.

RADAR Tutorial: **AN/TPS-1E**. [S. l.], 28 set. 2015. Disponível em: <https://www.radartutorial.eu/19.kartei/11.ancient/karte026.en.html>. Acesso em: 7 fev. 2021.

RED Team: **EDT SUPERFLEDERMAUS**. [S. l.], 2005. Disponível em: <https://www.redteam.com.br/fotos/Soldado2005/Superfledermaus.htm>. Acesso em: 7 fev. 2021.

REVISTA MILITAR: **O Papel da Artilharia Antiaérea na Defesa do Estado e das Populações no Contexto da Conflitualidade Atual**. [S. l.]: 1849- . Disponível em: <https://www.revistamilitar.pt/artigopdf/1112>. Acesso em: 02 jan. 2021.

RIBEIRO, Ricardo L. **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.

SAAB. *In*: **O RBS 70 NG sob a ótica do Exército Brasileiro**. [S. l.], 16 maio 2019. Disponível em: <https://www.saab.com/pt-br/markets/brasil/historias/2019/o-rbs-70-ng-sob-aotica-do-exercito-brasileiro>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SANTOS, Nelson Alexandre Charréu. **Radars de Artilharia Antiaérea - Passado, Presente e Futuro**. Revista de Artilharia. 2011. Disponível em: http://www.revistaartilharia.net/index.php?option=com_content&task=view&id=435&Itemid=33. Acesso: 01 de março de 2021

SILVA, Hian Carreiro da. **A artilharia antiaérea do exército brasileiro face às ameaças do teatro de operações sul-americano**. INFORMATIVO ANTIAÉREO - Publicação Científica. 2005.

T&D História: **Os canhões antiaéreos Krupp, de 88mm, do Exército Brasileiro.** [S. l.], 3 jun. 2020. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/td-historia-krupp-88-no-eb/>. Acesso em: 2 fev. 2021.

VEÍCULOS e Armamentos Militares: **Metralhadora Browning M2 .50.** [S. l.], 24 jan. 2021. Disponível em: <https://veiculosearmamentosmilitares.blogspot.com/2021/01/metralhadorabrowning-m2-50.html>. Acesso em: 28 mar. 2021.