

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

**JOSÉ HENRIQUE ANTUNES VOLKVEIS**

**A VIABILIDADE DA ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO NO ATUAL CONTEXTO  
DO EXÉRCITO BRASILEIRO – POSSIBILIDADES E OPÇÕES**

**Rio de Janeiro  
2019**

**JOSÉ HENRIQUE ANTUNES VOLKVEIS**

**A VIABILIDADE DA ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO NO ATUAL CONTEXTO  
DO EXÉRCITO BRASILEIRO – POSSIBILIDADES E OPÇÕES**

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

**ORIENTADOR: Maj Art AUGUSTO CÉSAR RODRIGUES FORTES**

**Rio de Janeiro  
2019**



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

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

VOLKVEIS, José Henrique Antunes (1º Ten Art). A Viabilidade da Artilharia Antiaérea Tubo no Atual Contexto do Exército Brasileiro – Possibilidades e Opções. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de pós-graduação em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: AUGUSTO CÉSAR RODRIGUES FORTES / MAJOR / ARTILHARIA

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

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

\_\_\_\_\_  
AUGUSTO CESAR RODRIGUES FORTES/MAJOR/ARTILHARIA  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
CARLOS EDUARDO DE FARIA GUIMARÃES/CAPITÃO/ARTILHARIA  
MEMBRO

\_\_\_\_\_  
FELIPE SOARES DA ROCHA CHAVES/CAPITÃO/ARTILHARIA  
MEMBRO

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por estar sempre me abençoando na minha carreira e por ter me dado a oportunidade de realizar este curso.

À minha esposa, por estar sempre ao meu lado, seja nos dias bons ou ruins, me motivando e me dando conselhos para que eu possa me tornar um profissional cada dia melhor.

Ao meu orientador, pelas correções oportunas, pela disponibilidade e dedicação, contribuindo para o resultado final deste trabalho.

Aos meus companheiros de turma que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

*“Conheça o seu inimigo como conhece a si mesmo e não precisará temer o resultado de cem batalhas.” (Sun Tzu)*

## RESUMO

VOLKVEIS, José Henrique Antunes. **A Artilharia Antiaérea Tubo no Atual Contexto do Exército Brasileiro – Possibilidades e Opções**. Rio de Janeiro: EsACosAAe, 2019. Monografia.

O presente trabalho tem como objetivo levantar os armamentos de artilharia antiaérea tubo utilizados atualmente pelos seguintes países: Estados Unidos, Rússia, China, Índia França Japão e Alemanha. A fim de facilitar a compreensão do estudo, são abordados, com mais profundidade, as características dos canhões antiaéreos utilizados e sua forma de emprego para a realização da defesa antiaérea. É realizada uma abordagem factual sobre as principais características técnicas e sobre o emprego na realização da defesa antiaérea, com a finalidade de auxiliar a compreensão e orientar a análise dos dados e a conclusão do presente trabalho. Ainda, é realizada uma abordagem da utilização do canhão antiaéreo na doutrina do Exército Brasileiro, a fim de subsidiar as possibilidades para a modernização da artilharia antiaérea tubo, com o propósito de possuírem uma defesa de baixa altura eficaz. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo indutivo, dividindo a pesquisa em sete capítulos destinados à exposição dos dados pesquisados dos sistemas de armas de artilharia antiaérea tubo de cada país, seguidos de uma análise dos dados obtidos e de uma conclusão sobre o tema.

**PALAVRAS-CHAVE: Canhão, Defesa Antiaérea, Artilharia Antiaérea Tubo.**

## ABSTRACT

VOLKVEIS, José Henrique Antunes. **Anti-Aircraft Gun Artillery in the Current Context of the Brazilian Army – Possibilities and Options.** Rio de Janeiro: EsACosAAe, 2019. Monograph.

The present work aims to raise the anti-aircraft gun artillery armaments currently used by the following countries: United States, Russia, China, India France Japan and Germany. In order to facilitate the understanding of the study, the characteristics of the anti-aircraft guns used and their use for anti-aircraft defense are discussed in more depth. A factual approach is taken on the main technical characteristics and on the use of air defense in order to help understand and guide the analysis of the data and the conclusion of the present work. Also, an approach is made to the use of the anti-aircraft gun in Brazilian Army doctrine in order to subsidize the possibilities for the modernization of the tube anti-aircraft artillery, with the purpose of having an effective low-height defense. To achieve the proposed objectives, a bibliographic research was conducted based on an inductive process, dividing the research into seven chapters intended to expose the researched data of the anti-aircraft artillery tube systems of each country, followed by an analysis of the data obtained and of a conclusion on the topic.

**KEYWORDS: Cannon, Anti Aircraft Defense, Anti Aircraft Artillery Cannon.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Avenger NA/TWQ-1.....	20
Figura 2	Centurion C-RAM System.....	21
Figura 3	Capacidades A2/AD da Rússia.....	22
Figura 4	Pantsir S-1.....	23
Figura 5	2S6M Tunguska.....	24
Figura 6	2S38 Derivatsiya – PVO.....	26
Figura 7	BTR-ZD.....	27
Figura 8	ZSU-23-4 "Shilka" M4.....	28
Figura 9	China's Anti-Access/Area Denial (A2/AD).....	29
Figura 10	PGZ-09.....	30
Figura 11	Type-95.....	31
Figura 12	Ludun-2000.....	32
Figura 13	Type 90.....	33
Figura 14	CS / SA1.....	34
Figura 15	Bofors L/70.....	36
Figura 16	RapidFire.....	37
Figura 17	Type-87.....	39
Figura 18	M167 Vulcan.....	40
Figura 19	Oerlikon GDF-001.....	41
Figura 20	Locais das subunidades de defesa antiaérea alemãs.....	42
Figura 21	Flakpanzer 1 Gepard.....	43
Figura 22	Oerlikon Skyshield.....	44
Figura 23	Oerlikon Skyguard I.....	45



**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1	Materiais que combinam míssil e canhão.....	46
Tabela 2	Materiais autopropulsado de cada país.....	47
Tabela 3	Apresentação das tecnologias dos materiais.....	47

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Tema.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Formulação do Problema.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Questões de Estudo.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5</b>	<b>Justificativas.....</b>	<b>13</b>
<b>2.6</b>	<b>Contribuição.....</b>	<b>14</b>
<b>2.7</b>	<b>Procedimentos Metodológicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA NO EXÉRCITO BRASILEIRO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Fundamentos de Emprego das Unidades de Defesa Antiaérea.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>A Artilharia Antiaérea Tubo na Defesa Antiaérea.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO DOS ESTADOS UNIDOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Avenger AN/TWQ-1</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Centurion C-RAM</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO RUSSO.....</b>	<b>22</b>
<b>5.1</b>	<b><i>KBP-96K6 Pantsir S-1</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>5.2</b>	<b><i>2S6M - Tunguska</i>.....</b>	<b>24</b>
<b>5.3</b>	<b><i>Derivatsiya – PVO</i>.....</b>	<b>25</b>
<b>5.4</b>	<b><i>BTR-ZD</i>.....</b>	<b>27</b>
<b>5.5</b>	<b><i>ZSU-23-4-M4 “Shilka”</i> .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO CHINÊS.....</b>	<b>29</b>

6.1	<i>PGZ-09</i> .....	29
6.2	<i>Type-95</i> .....	30
6.3	<i>Ludun-2000</i> .....	32
6.4	<i>Type-90</i> .....	33
6.5	<i>CS / SAI</i> .....	34
7	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO INDIANO</b> .....	35
7.1	<i>9K22 Tunguka</i> .....	35
7.2	<i>ZSU-23-4 “Shilka”</i> .....	35
7.3	<i>Bofors L/70</i> .....	36
8	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO FRANCÊS</b> .....	37
8.1	<i>RapidFire</i> .....	37
9	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO JAPONÊS</b> .....	39
9.1	<i>Type-87</i> .....	39
9.2	<i>M167 Vulcan</i> .....	40
9.3	<i>Oerlikon GDF-001 (L-90)</i> .....	40
10	<b>A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO ALEMÃO</b> .....	42
10.1	<i>Flakpanzer-1 Gepard</i> .....	43
10.2	<i>Oerlikon Skyshield</i> .....	44
10.3	<i>Oerlikon Skyguard I</i> .....	45
11	<b>ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS</b> .....	46
11.1	<b>Resultados</b> .....	46
12	<b>CONCLUSÃO</b> .....	49
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a Segunda Guerra Mundial, os vetores aéreos ganharam uma enorme importância para que os exércitos conquistassem sucesso nas batalhas. Passaram por inúmeros avanços tecnológicos, diversificando seu emprego e ratificando sua importância para a obtenção de superioridade contra o inimigo. Tal fato, fez com que os exércitos buscassem armamentos para se contraporem a essas ameaças vindas do céu, criando, então, a artilharia antiaérea (AAAe).

A artilharia antiaérea, acompanhando o desenvolvimento dos vetores aéreos, passou por inúmeros avanços tecnológicos, diversificando seus métodos para abater aeronaves. Dos canhões aos mísseis mais tecnológicos, busca-se acompanhar, à altura, o grande desenvolvimento dos vetores aéreos. Para que isso aconteça são necessários grandes investimentos em armamentos antiaéreos que sejam capazes de sobrepujar as ameaças vindas do céu.

O Exército Brasileiro (EB), atualmente, está buscando ampliar e desenvolver, tecnologicamente, sua artilharia antiaérea, tendo em vista sua importância no contexto dos conflitos modernos. Assim como os mísseis de baixa e média altura tem sua importância, o canhão também possui um papel relevante na defesa antiaérea (DA Ae), necessitando ser modernizado. Segundo Brasil (2017, p. 4-3), os fundamentos de emprego das unidades antiaéreas ressaltam a importância da capacidade de uma defesa antiaérea em engajar o alvo, com base nos seus armamentos, do mais afastado até o mais próximo possível e de que os armamentos possam se apoiar, evitando falhas em uma defesa. Com isso, é imperioso que a artilharia antiaérea tubo do Exército Brasileira seja modernizada.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Tema**

O tema central do presente trabalho é realizar um estudo, sob diferentes aspectos, acerca da utilização da artilharia antiaérea tubo em grandes exércitos, a fim de proporcionar possibilidades e opções de modernização para o Exército Brasileiro, baseando-se em fatores operacionais e doutrinários que a afetem e beneficiem. Segundo Global Firepower (2019), os sete maiores exércitos do mundo são: Estados Unidos, Rússia, China, Índia, França, Japão e Alemanha. O tema está limitado à presença do canhão na realização da defesa antiaérea de cada país, acima expostos, pela extensão do tema e a especificidade do presente trabalho. Não há limitação no tempo, tendo em vista a pesquisa estar baseada na atualidade.

A presente pesquisa trata o tema sob a perspectiva bibliográfica, realizando um estudo factual e prognóstico, dependendo de fontes ostensivas daquilo que os países desejam repassar sobre os seus armamentos. Será apresentado a situação atual da artilharia antiaérea tubo dos países acima mencionados, bem como sugestões para a modernização da artilharia antiaérea tubo do Exército Brasileiro.

### **2.2 Formulação do Problema**

A situação problematizada, que norteou a pesquisa realizada foi a seguinte: “Quais as necessidades da Artilharia Antiaérea (AAAe) Tubo no atual contexto do Exército Brasileiro (EB)?”

### **2.3 Questões de Estudo**

Dentre os questionamentos levantados para o guiamento do presente estudo, destacam-se os seguintes:

1) No viés operacional:

a) Como os exércitos mencionados empregam a AAAe Tubo para a realizar sua defesa antiaérea?

b) Quais são os materiais de AAAe Tubo utilizados para realizar sua defesa antiaérea?

2) No viés doutrinário:

a) Como a doutrina do Exército Brasileiro preconiza a utilização do canhão antiaéreo?

b) Quais os materiais de AAAe Tubo são opções viáveis para a modernização dessa AAAe no Exército Brasileiro?

## **2.4 Objetivos**

Arelado aos questionamentos apresentados e ao problema exposto, traçou-se o objetivo geral de pesquisa foi de abordar aspectos gerais relacionados aos subsistemas de armas de AAAe, sendo os objetivos específicos os que seguem:

a. Apresentar, de uma maneira geral, os materiais de AAAe Tubo dos exércitos mencionados;

b. Identificar a viabilidade da AAAe Tubo na atual Doutrina da AAAe do Exército Brasileiro; e

c. Avaliar, de acordo com a Doutrina da AAAe do Exército Brasileiro, as possibilidades da modernização da AAAe Tubo na defesa antiaérea no atual contexto do Exército Brasileiro.

## **2.5 Justificativa**

O combate moderno tem utilizado tecnologias que conferem elevada precisão, alto poder de fogo e ações cada vez mais rápidas, além de se desenvolverem, na maioria das vezes, dentro das grandes cidades. Geralmente são realizados por aeronaves ou mísseis.

A AAAe do EB, juntamente com a Força Aérea Brasileira (FAB), realiza a primeira defesa contra ameaças realizadas por vetores aéreos hostis. A artilharia antiaérea tubo do Exército Brasileiro é parte integrante da defesa antiaérea do país, atuando contra vetores aéreos hostis que se apresentem dentro de posições defendidas e em baixa altura.

Assim, faz-se necessário um estudo acerca da modernização da artilharia antiaérea tubo devido seu papel na defesa antiaérea do país, diante a atual situação de modernidade e investimentos no Exército Brasileiro.

O Exército Brasileiro (EB), em seu Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea (PEEDA Ae), teve como um de seus objetivos, a recuperação da capacidade do sistema operacional defesa antiaérea de baixa altura. Atingindo este objetivo, no que diz

respeito ao canhão, o EB adquiriu o sistema *Gepard* da empresa *KMW* para a defesa do espaço aéreo brasileiro. (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2014).

## 2.6 Contribuição

O presente estudo pretende contribuir para a modernização da artilharia antiaérea tubo, baseando-se nos materiais existentes e utilizados por grandes exércitos para a realização da defesa antiaérea de seus países.

Ainda, a partir das informações levantadas, o presente estudo pretende dar subsídios para pesquisas futuras sobre a artilharia antiaérea tubo do EB.

## 2.7 Procedimentos Metodológicos

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, por ter por objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática em estudos futuros sobre a artilharia antiaérea tubo do Exército Brasileiro, valendo-se para tal do método indutivo, o qual considera o conhecimento como baseado na experiência e no empirismo.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua consecução, terá por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

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

O presente trabalho está estruturado da seguinte maneira:

- a. Os capítulos de 4 a 10, respectivamente, abordam os canhões antiaéreos, bem como sua utilização por parte dos seguintes exércitos: Estados Unidos, Russo, Chinês, Indiano, Francês, Japonês e Alemão.
- b. No capítulo 11 é realizada a análise da utilização do canhão antiaéreo na doutrina do Exército Brasileiro.
- c. No capítulo 12, último do presente trabalho, são apresentadas as conclusões da

pesquisa e suas considerações finais, apresentando as opções para a modernização da artilharia antiaérea tubo do Exército Brasileiro.

Com o propósito de operacionalizar a pesquisa, foram adotados os procedimentos metodológicos descritos nos próximos parágrafos.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando rever a literatura que nos fornecesse dados oficiais, se disponíveis, sobre quais os canhões antiaéreos atualmente utilizados pelos países objetos do estudo. Nesse sentido, foram encontrados dados relevantes sobre os meios de AAAe de todos os países, de acordo com estudos e dados fornecidos pelos detentores dos materiais. Dados complementares foram encontrados em diversas publicações de periódicos na área de defesa, dos quais foram, principalmente, extraídos dados técnicos relevantes para o trabalho.

Em um segundo momento, foi conduzida uma pesquisa com o objetivo de encontrar o emprego dos canhões antiaéreos pesquisados na realização da defesa antiaérea de seus países, sendo encontradas publicações relevantes sobre a maioria dos meios estudados em *ebooks* específicos de domínio público na rede. Ressalta-se que nessa etapa foram necessárias a leitura e a tradução, por parte do autor, de um grande volume de textos em inglês.

Na última etapa da pesquisa, foi adotado como foco principal a análise das opções de canhões antiaéreos, citados na pesquisa, para a modernização ou substituição dos existentes. Para tanto, foram adotadas as fontes utilizadas para a realização da pesquisa. Evidencia-se que, assim como na etapa anterior, o trabalho de tradução foi de considerável relevância.

O principal instrumento de coleta de dados foi o fichamento, tendo em vista a natureza factual e histórica dos fatos referentes ao tema e aos objetivos específicos do presente trabalho.

Na análise dos dados, foram comparados os dados obtidos na pesquisa dos diferentes países de forma conjunta, a fim de estabelecer uma linha de raciocínio lógica baseada no processo dedutivo, uma vez que as conclusões advindas da presente análise são baseadas em proposições ou resultado de experiências.



### **3. A ARTILHARIA ANTIAÉREA NO EXÉRCITO BRASILEIRO**

A artilharia antiaérea do Exército Brasileiro realiza a defesa antiaérea de forças, áreas ou instalações, desencadeada da superfície contra vetores aeroespaciais inimigos. Sua missão é dividida em dois tipos: a missão antiaérea, missão principal, e a missão de superfície, missão eventual. Para cumprir as missões antiaéreas, os diversos escalões possuem a seguinte estrutura: um subsistema de controle e alerta, um subsistema de armas, um subsistema de apoio logístico e um subsistema de comunicações. (BRASIL, 2017, p. 3-2).

A missão antiaérea consiste na proteção de zonas de ação, de áreas sensíveis, de pontos sensíveis e de tropas contra vetores aeroespaciais hostis. Tem as seguintes finalidades: impedir ou dificultar o reconhecimento aéreo inimigo; impedir ou dificultar ataques aéreos inimigos para permitir o funcionamento das infraestruturas críticas do país, permitir a liberdade de manobra para elementos de combate, o livre exercício do comando e uma maior disponibilidade e eficiência das unidades de apoio de combate e apoio logístico. (BRASIL, 2017, p. 3-2).

A ameaça aérea, capaz de realizar ameaças à soberania nacional, é classificada nas seguintes faixas de emprego: de 0 a 3.000 metros – baixa altura, entre 3.000 e 15.000 metros – média altura e acima de 15.000 metros – grande altura. (BRASIL, 2017, p. 3-3).

A missão de superfície consiste na atuação contra alvos terrestres ou navais. Esta missão é eventual e ocorre quando a interferência do inimigo aéreo é mínima, o valor da ameaça terrestre é considerável e as características dos sistemas de armas possibilitem. (BRASIL, 2017, p. 3-2).

Ainda, para melhor compreensão, a AAAe é classificada quanto ao tipo como de tubo ou de mísseis. Já, quanto ao transporte é classificada como portátil, quando é transportado pela guarnição; autorrebocada, quando é tracionada por viatura; e autopropulsada, quando o material é montado sobre viatura. Pode, ainda, e de acordo com as especificidades dos materiais, ser transportada por meios não orgânicos através de rodovias, ferrovias, aquávias, aerotransportadas ou helitransportadas. (BRASIL, 2017, p. 3-3).

#### **3.1 Fundamentos de Emprego das Unidades de Defesa Antiaérea**

Os fundamentos de emprego constituem como uma base para o planejamento de uma defesa antiaérea eficaz, levando em consideração, dentre outros fatores, as características dos mísseis e dos canhões. Os fundamentos que englobam a utilização do canhão, justificando sua

importância são: defesa em profundidade, apoio mútuo, a combinação de armas antiaéreas e a mobilidade. (BRASIL, 2017, p. 4-3-4).

Sobre o fundamento defesa em profundidade, Brasil (2017, p. 4-3) nos diz o seguinte:

A defesa em profundidade consiste na forma de atuação sobre o inimigo aéreo de maneira a mantê-lo sob engajamento gradativo pelos mísseis de média altura, pelos mísseis de baixa altura e pelos canhões antiaéreos. Quando estes forem escalonados, permitirão à DA Ae várias possibilidades de engajamento da ameaça aérea pelos diversos sistemas de armas, aumentando a probabilidade de neutralizá-la.

A respeito do fundamento apoio mútuo, Brasil (2017, p. 4-4) nos fala:

Este fundamento consiste na forma de posicionar as U Tir no terreno, mantendo-se determinada distância entre elas, em função das características do sistema de armas disponível, de tal modo a obter um recobrimento entre seus setores de tiro. O apoio mútuo impede a incursão dos vetores aeroespaciais hostis entre as U Tir, pois o espaço entre estas fica permanentemente sob fogos.

Ainda, sobre o fundamento combinação de armas antiaéreas, Brasil (2017, p. 4-4) nos apresenta:

No emprego da AAAe devem-se considerar as possibilidades e limitações de cada sistema de armas, adotando, sempre que possível, uma combinação de armas de modo que um sistema recubra as limitações do outro.

A mobilidade, associada ao canhão, constitui-se num importante fundamento e, sobre isso, Brasil (2017, p. 4-5) nos fala:

A AAAe deve ter mobilidade adequada ao seu emprego. Um escalão de AAAe deve possuir mobilidade maior ou pelo menos igual à do elemento defendido. Mesmo elementos de AAAe com missão de realizar a defesa de pontos fixos devem ter mobilidade suficiente para ocupar posições alternativas de tiro ou para cumprirem outra missão, quando a situação exigir.

Com base nos canhões estudados nos tópicos anteriores é possível identificar a grande utilização destes armamentos montados sobre chassis com lagartas ou sobre rodas, ou seja, com mobilidade considerável.

A doutrina de defesa antiaérea do Exército Brasileiro estabelece a importância de se possuir canhões para a realização da defesa, tendo em vista que complementa a proteção fornecida pelos mísseis e visa diminuir seus pontos fracos. Portanto, é necessário que nossos canhões antiaéreos estejam atualizados e acompanhando as evoluções tecnológicas das ameaças aéreas.

### **3.2 A Artilharia Antiaérea Tubo na Defesa Antiaérea**

As ameaças aéreas, voando a baixa altura, acompanham o relevo do terreno com o intuito de furtar-se a detecção pelos radares, surgindo inesperadamente sobre o seu objetivo. O canhão dispõe de um curto tempo para realizarem o fogo, necessitando de um tempo de reação curto. Assim, na baixa altura, o canhão apresenta-se como um meio eficaz. (BRASIL, 2017, p. 3-6).

Para melhor compreensão, o alcance dos armamentos é classificado da seguinte forma: até 6.000 metros – muito curto alcance, entre 6.000 e 12.000 metros – curto alcance, entre 12.000 e 40.000 metros – médio alcance e mais de 40.000 metros – longo alcance. A AAAe tubo atua no muito curto alcance. (BRASIL, 2017, p. 3-5).

A artilharia antiaérea estabelece dois tipos de defesa: a estática e a móvel. A defesa estática é aquela em que o objetivo defendido é fixo, como pontes e aeródromos, permitindo que canhões autorrebocados realizem a defesa e necessitem trocar de posição com menor frequência, ou o objetivo está temporariamente estacionado, como posições de artilharia e postos de comando, necessitando que o canhão possua mobilidade para acompanhar as constantes mudanças de posição. (BRASIL, 2017, p. 3-7-8).

A defesa móvel acontece quando a tropa apoiada está em movimento e a artilharia antiaérea está acompanhando o seu deslocamento. As unidades de tiro deslocam-se junto com a tropa apoiada. O canhão mais adequado a este tipo de defesa é o autopropulsado que estará marchando à testa, ao centro e à retaguarda da tropa apoiada. (BRASIL, 2017, p. 3-9).

#### 4. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO DOS ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos da América são um país com uma enorme influência no cenário internacional, além de possuírem um imenso poderio militar. Tal superioridade militar pode ser constatada através dos grandes investimentos realizados nas suas forças armadas:

O gasto militar dos EUA subiu no ano passado pela primeira vez desde 2010. A Administração de Donald Trump elevou o investimento em Defesa em 4,6% com relação ao ano anterior, chegando a 649 milhões de dólares (2,56 bilhões de reais), ou 36% do total mundial, que cresceu até seu máximo histórico. Washington e seu rival estratégico, a China, somam pela primeira vez mais de metade do investimento global em Defesa, segundo os dados publicados nesta segunda-feira pelo Instituto Internacional de Estocolmo para a Pesquisa da Paz (SIPRI). (TORRALBA, 2019).

A defesa antiaérea dos Estados Unidos está estruturada na utilização de mísseis. Possuem defesa contra ataques limitados de mísseis balísticos intercontinentais (*Intercontinental Ballistic Missile – ICBM*), que são resultado dos investimentos realizados nos sistemas interceptadores baseados no solo (*Ground-Based Interceptors – GBI*) contra mísseis balísticos na sua fase intermediária de voo. Quarenta GBIs estão implantados no *Ft. Greely*, Alasca e quatro na Base Aérea de *Vandenberg*, Califórnia. Estes sistemas estão posicionados para realizarem defesa contra ameaças provenientes, principalmente, da Coreia do Norte e Irã e também de qualquer outro lugar. (UNITED STATES OF AMERICA, 2019, p. 10-1).

Também contam com as defesas ativas regionais que possuem grande flexibilidade de defesa. Possuem um sistema de defesa de área terminal de alta altitude (*Terminal High Altitude Area Defense – THAAD*) contra mísseis balísticos de curto, médio e intermediário alcances, sendo sete sistemas instalados nos Estados Unidos, em Guam e um na Coreia do Sul, além de sistemas *Patriot* (PAC-3). A defesa do país também conta com a instalação de sistemas em países membros da OTAN: sistemas *Aegis Ashore* instalados na Polônia, e sistemas *Patriot* (PAC-3) instalados em países aliados. (UNITED STATES OF AMERICA, 2019, p. 12).

#### 4.1 Avenger AN/TWQ-1

O sistema de defesa aérea Avenger AN/TWQ-1, desenvolvido pela *Boeing Company*, é um sistema que fornece proteção aérea de curto alcance, podendo ser instalado em outros tipos de chassis. (ARMY RECOGNITION, 2018).



**Figura 1 – Avenger NA/TWQ-1**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

O sistema Avenger fornece proteção para unidades terrestres contra mísseis de cruzeiro, veículos aéreos não tripulados (VANT) e aeronaves de asa fixa e asa rotativa voando a baixa altura. Consiste em uma torre estabilizada, operada por dois militares, que pode girar em 360 graus que opera totalmente automática, podendo ser instalada em uma variedade de veículos 4x4 HMMWV (*High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle*) ou operar de forma independente, constituindo-se em um importante elemento para a Defesa Aérea do Exército dos EUA. (ARMY RECOGNITION, 2018).

Ainda, segundo Army Recognition (2018), o sistema possui os seguintes armamentos: 2 POD com capacidade para quatro mísseis FIM-92C Stinger com alcance mínimo de 200 metros e máximo de 3.800 metros, podendo abater alvos a uma altitude máxima de 3.800 metros. Também está equipado com uma metralhadora calibre .50 M3P para cobrir zonas mortas do míssil e para engajar alvos terrestres.

Segundo JR. (2017), a doutrina emergente dos Estados Unidos está baseada num cenário caótico onde suas unidades precisam atuar em pequenas quantidades, dispersas e em constante movimento para evitar ataques. Com a atual complexidade e desenvolvimento da guerra moderna e com a crescente preocupação com o desenvolvimento russo de drones, helicópteros e caças, o Exército Americano percebeu que, em grande parte, havia deixado de

lado sua defesa aérea de curto alcance. O sistema Avenger pode avançar para realizar a defesa das baterias *Patriot*, tendo cada unidade seu sistema de defesa aérea de curto alcance (SHORAD).

#### 4.2 *Centurion C-RAM*

O C-RAM é um sistema de defesa efetivo contra foguetes, munições de artilharia e morteiros. Tem a capacidade de detectar, avisar, interceptar, comandar e controlar e proteger tropas terrestres. Seu emprego foi visualizado durante a Operação *Iraqi Freedom*. (MISSILE DEFENSE ADVOCACY ALLIANCE, [201-]).



**Figura 2 – Centurion C-RAM System**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

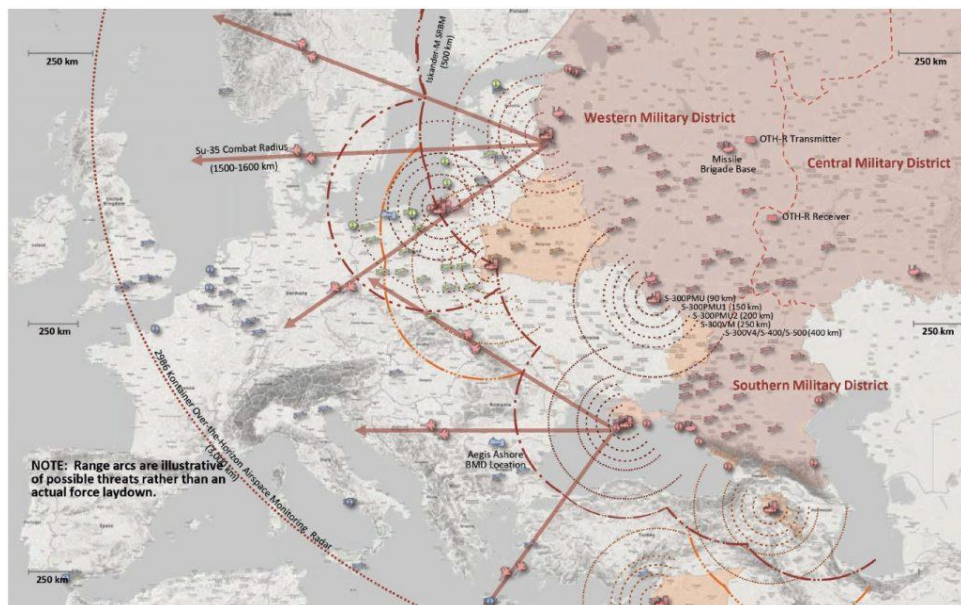
O C-RAM é eficaz, defendendo tropas terrestres, em detectar e engajar ameaças aéreas como foguetes, munições de artilharia e de morteiros ainda no ar. O sistema foi enviado ao Iraque, no final do ano de 2006, para defender a Zona Verde, onde foi percebido que conseguia derrubar de 70 a 80% dos foguetes e munições de morteiros lançados dentro do seu alcance. Foram destruídos cerca de 100 foguetes e munições de morteiro. (ARMY RECOGNITION, 2018).

O material está equipado com um canhão *Phalanx M61A1* de 20 milímetros que pode alternar sua cadência entre 3.000 ou 4.500 tiros por minuto. Pode ser conectado com uma variedade de sensores e sistemas projetados para fornecer uma proteção abrangente como: *Forward Looking Infrared (FLIR)*; um radar que atua na banda K, detectando as ameaças no início de seu voo; um termovisor com rastreamento automático de aquisição. (ARMY RECOGNITION, 2018).

## 5. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO RUSSO

A Rússia é uma das grandes potências mundiais atualmente e seu Exército possui um considerável poder, podendo ser comprovado ao longo dos conflitos em que participou.

Segundo Center for Strategic and International Studies (2018), a doutrina atual de defesa aérea russa possui três níveis que visam negar ao inimigo o acesso ao espaço aéreo (A2/AD). O mais alto nível, utiliza sistemas de longo alcance, como o S-200 e o S-400, fornecendo uma defesa aérea de até 800 Km de diâmetro. O segundo nível é protegido por sistemas de média altura, como os S-300 e o 9K37 Buk, e destina-se a aumentar a cobertura radar. O terceiro nível, de curto alcance, possui sistemas altamente móveis que também realizam a defesa de unidades terrestres.



**Figura 3 – Capacidades A2/AD da Rússia**  
**Fonte: Poder Aéreo. 2018.**

A doutrina russa de capacidades de anti-acesso ou negação de áreas (A2/AD) baseia-se na combinação de sensores, aeronaves e mísseis de longo alcance com o propósito de impedir que inimigos operem em uma zona de exclusão, ou “bolhas”. A Rússia, caso realizasse uma operação para tomar terras vizinhas, poderia evitar que suprimentos chegassem a tempo na área de operações. (DALSIÖ; BERGLUND; JONSSON, 2019).

### 5.1 KBP-96K6 Pantsir S-1

O desenvolvimento do Pantsir S-1 começou em 1989 no *KBP Instrument Design Bureau*. Com o fim da União Soviética, as necessidades para esse sistema mudaram.

Inicialmente, foi projetado para fornecer proteção antiaérea para aeródromos, silos de mísseis, centros de comando e estruturas de comunicações. Foi redefinido para um sistema que poderia fornecer defesa para alvos industriais, forças terrestres e sistemas de defesa antiaérea de longo alcance, como o S-300, S-400 e S-500. (CENTER FOR STRATEGIC AND INTERNATIONAL STUDIES, 2018).



**Figura 4 – Pantsir S-1**

**Fonte: Center for Strategic and International Studies. 2018.**

A importância da artilharia antiaérea tubo pode ser verificado em um sistema russo: “A integração tubo-míssil no Pantsir S-1 lhe confere flexibilidade e maior eficácia nas baixa e média alturas”. (CALDAS, 2014, p. 63).

A torre Pantsir S-1 possui os seguintes armamentos: 12 (doze) lançadores de mísseis 57E6-E (MAG), podendo abater alvos voando, com velocidade de 1.000 m/s (Mach 3), de 1,2 Km até 20 Km de alcance e com altitude de 15 m até 15 Km. Também possui 2 (dois) canhões duplos 2A38M de 30 milímetros disparam munições explosivas traçantes e incendiárias que podem atingir um alvo de 200 m até 4 Km de alcance com uma altitude máxima de 3 Km. Os canhões automáticos, que contam com 1.400 tiros, possuem elevada precisão e cadência de tiro, podendo atingir um máximo de 5.000 tiros por minuto. (CALDAS, 2014).

Conjugado com o MAG, a probabilidade de êxito supera 90%. Isoladamente, a destruição de aeronaves e helicópteros é da ordem de 60%. Ainda assim, a relação custo-benefício orienta preferir canhões contra alvos próximos, mormente em DAAe sistêmicas, com outros meios integrados. (CALDAS, 2014, p. 64).

Para a realização dos disparos com alta precisão, o Pantsir S-1 possui um radar de vigilância Kasta 2E1/2E2, que pode detectar 50 alvos simultâneos, de até 150 Km de alcance;



possui um radar de busca VNIIRT PESA 2RL80E, com acompanhamento automático de até 20 alvos, de até 20 Km e um radar de tiro VNIIRT PESA 1RS2-E que apreende, classifica o ataque, acompanha oito vetores, e prioriza três de maior risco. (CALDAS, 2014).

Sobre as informações acerca de um Grupo de Artilharia Antiaérea (GAA Ae) e de uma Bateria de Artilharia Antiaérea (Bia AA Ae), Caldas (2014, p. 62) apresenta o seguinte:

Um Grupo de Artilharia Antiaérea (GAA Ae) Pantsir-S1 dispõe de três baterias antiaéreas e defende extensa área. A configuração padrão de uma bateria contém: Um Radar de Vigilância; um Posto de Comando Móvel (PC/COAAe), 4 a 6 unidades de tiro/veículos de combate (UT), uma viatura de remuniamento/munck (transporte de mísseis e munição/canhões) para cada duas UT (2 a 3 viaturas), quatro viaturas de manutenção técnica e uma com um simulador móvel.

Este armamento, que combina média e baixa alturas, fornece um poder dissuasório considerável, além de possuir uma tecnologia considerável.

## 5.2 2S6M – Tunguska

O 2S6M – Tunguska, AS-19 Grison no padrão OTAN, é um armamento de defesa antiaérea autopropulsado, montado sobre um chassi GM-352M, que entrou em serviço na Rússia no ano de 1986. Possui as seguintes versões: 2S6 com dois lançadores de mísseis de cada lado da torre, 2S6M com um total de oito mísseis e 2S6M1 com comando e controle automático e um novo míssil 9M311M. (ARMY RECOGNITION, 2018).



**Figura 5 – 2S6M Tunguska**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

Segundo algumas fontes, o design de desenvolvimento do Tunguska foi fortemente influenciado pelo material alemão Gepard. A torre está equipada com dois canhões duplos automáticos 2A38M de 30mm que possuem uma alta precisão, sendo altamente eficazes

contra alvos aéreos que estejam voando em baixa altura a uma distância máxima de 4 Km e a uma altitude máxima de 3 Km, conseguindo uma cadência máxima de 5.000 tiros por minuto. Também está equipado com mísseis 9M311, de guiamento semi-ativo, que conseguem abater alvos voando a uma distância máxima de 8 Km em uma altitude máxima de 3,5 Km (MILITARY-TODAY, [201-]).

Conforme nos fala Вестника ПВО (2000), o Tunguska é empregado para realizar a defesa antiaérea, de batalhões de infantaria e regimentos de blindados, contra ameaças de baixa altitude, sejam elas aeronaves de asa fixa ou rotativa ou mísseis de cruzeiro voando a baixa altitude.

Segundo Вестника ПВО (2000), o sistema Osa-AK, puramente baseado em mísseis, não era tão eficaz em lidar com helicópteros de ataque a baixa altura, atacando a curta distância, com surpresa, como se provara tão bem-sucedido na guerra árabe-israelense de 1973. Como o tempo de reação do sistema de armas 9K22 Tunguska é de cerca de 8 a 10 segundos, comparado a aproximadamente 30 segundos para um sistema baseado em mísseis, a combinação canhão e míssil mostrou-se mais eficaz.

Segundo Kopp (2014), uma bateria Tunguska está composta da seguinte forma: de 4 a 6 Unidades de Tiro, 2 a 3 viaturas transportadoras de mísseis, 1 posto de comando móvel, 1 viatura de reparos de engenharia / estação de testes, 1 viatura de preparação / montagem de mísseis, 1 viatura de reparações de engenharia, 1 viatura oficina móvel e 1 viatura radar Kasta 2E2.

### **5.3 2S38 Derivatsiya – PVO**

O Exército Russo está buscando a modernização de sua artilharia antiaérea. Segundo Army Recognition (2016), a indústria de defesa da Rússia está trabalhando em um novo armamento antiaéreo chamado 2S38 Derivatsiya – PVO, que foi inicialmente testado em 2017. De acordo com South Front (2019), “O mais novo sistema de artilharia antiaérea 2S38 Derivatsiya completará os testes em novembro de 2019, informou o *Zvezda TV*, do Ministério da Defesa da Rússia, em 8 de março.”



**Figura 6 – 2S38 Derivatsiya – PVO**  
**Fonte: Military-Today. [201-].**

Está montado sobre um chassi de veículo de combate de infantaria BMP-3 e possui um canhão automático de 57 milímetros. O canhão pode atingir alvos a uma distância máxima de 6 Km com uma altitude máxima de 4,5 Km, disparando a uma cadência máxima de 120 tiros por minuto. Uma limitação é a sua carga de munições que chega a um máximo de 148 tiros. (MILITARY-TODAY, [201-]).

Ainda há poucas informações sobre o armamento, porém Military-Today ([201-]) nos apresenta algumas informações sobre o sistema de detecção:

Este sistema de defesa aérea possui sistemas passivos de detecção e rastreamento. Usa sua visão térmica ao invés de radar para detectar e rastrear alvos aéreos. Pode detectar aeronaves de ataque terrestre A-10 Thunderbolt II em intervalos de até 6.400 a 12.300 metros, dependendo do modo de detecção. Pequenos UAVs, como o IAI Bird Eye 400, são detectados em intervalos de 700 a 4.900 metros.

Este sistema pode engajar aeronaves de asa fixa ou rotativa, SARPs e mísseis de cruzeiro voando a baixa altitude com uma velocidade máxima de 1.800Km/h, além de ser eficaz contra alvos terrestres, veículos blindados de infantaria e sistemas de artilharia autopropulsado. (MILITARY-TODAY, [201-]).

O Exército Russo preocupa-se com sua artilharia antiaérea, em todos os alcances possíveis, quando investe também em seus canhões antiaéreos:

Alguns especialistas acreditam que a artilharia antiaérea é uma coisa do passado, e os sistemas de míssil superfície-ar (SAM) são mais eficazes, ou pelo menos podem ser usados como parte de um sistema combinado de mísseis e antiaéreas. É por uma razão que o Ocidente interrompeu o desenvolvimento de canhões antiaéreos autopropulsados nos anos 80. No entanto, os projetistas do Derivatsiya-PVO conseguiram aumentar sua eficácia contra alvos aéreos. Como o custo da produção e operação do canhão antiaéreo autopropulsado é muito menor do que o de fabricar e

operar SAM e sistemas de mísseis e armas, Burevestnik e Tochmash desenvolveram uma arma extremamente relevante. (MILITARY-TODAY, [201-]).

#### 5.4 BTR-ZD

O BTR-ZD é um sistema de artilharia antiaérea que combina o veículo blindado BTR-D, que serve para transporte de militares, e o canhão antiaéreo ZU-23-2 de 23 milímetros de calibre. Este armamento pode ser aerotransportado. (MILITARY-TODAY, [201-]).



**Figura 7 – BTR-ZD**  
**Fonte: Military-Today.** [201-].

Sobre o emprego desse armamento para a realização da defesa antiaérea, sabe-se que:

Este veículo destina-se a proteger as unidades *airborne* contra helicópteros, no entanto, também é eficaz contra alvos terrestres, suprimindo o fogo inimigo. Essa combinação foi bem-sucedida durante a guerra soviética-afegã. (MILITARY-TODAY, [201-]).

O veículo está equipado com dois canhões ZU-23-2 de 23 milímetros que podem atingir um alvo a um alcance máximo de 2,5 Km e a uma altitude máxima de 2 Km. Este canhão é um armamento simples, podendo ser retirado do veículo e ser rebocado ou utilizado fixo no solo. Utiliza as munições alto-explosivas de fragmentação (HE-FRAG) e perfurantes traçantes (AP-T). (MILITARY-TODAY, [201-]).

#### 5.5 ZSU-23-4-M4 “Shilka”

O ZSU-23-4 “Shilka” é um sistema de defesa antiaérea, montado sobre lagartas, produzida no início dos anos de 1960 que provou sua eficácia durante a guerra, no ano de 1973, no Oriente Médio, no Vietnã e no Golfo Pérsico. (ARMY RECGNITION, 2019).



**Figura 8 - ZSU-23-4 "Shilka" M4**  
**Fonte: Sputniknews. 2017.**

O ZSU-23-4-M4 é uma atualização desenvolvida em em 1999 que, dentre outras melhorias, equipou dois mísseis IGLA. O sistema antiaéreo conta com quatro canhões de 23 milímetros, com capacidade máxima de 2.000 tiros, que conta com um alcance máximo de tiro de 2.500 metros e um alcance máximo de inclinação de 2.000 metros, cada canhão disparando a uma cadência máxima de 3.400 tiros por minuto. O míssil IGLA possui um alcance máximo de 5.000 metros, proporcionando maiores distâncias para o sistema. (MILITARY-TODAY, [201-]).

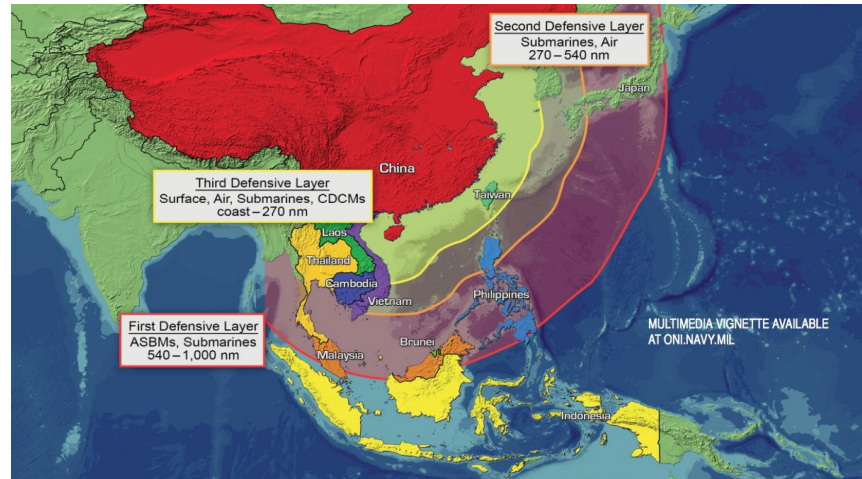
Algumas outras modernizações deste armamento são apresentadas por Sputnik (2018):

Todos os equipamentos elétricos também passaram a ser digitais e o sistema de visão noturna ativo foi substituído por um passivo, o que melhora a invisibilidade do Shilka [...] A distância máxima de detecção de alvos aéreos é de 34 quilômetros, com a distância máxima de acompanhamento de alvos de 10 quilômetros. A distância mínima é de 200 metros.

Este armamento foi projetado para defender as tropas russas contra aeronaves de asa fixa ou rotativa voando a baixa altura, mísseis de cruzeiro e até mesmo contra alvos marítimos. Com a atualização, ele continuará realizando a defesa do espaço aéreo russo. (SPUTNIK, 2018).

## 6. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO CHINÊS

A China também utiliza a doutrina de Anti-Acesso/Negação de Área (A2/AD) que visa negar ao inimigo a liberdade de movimento no campo de batalha, seja o terrestre, o marítimo ou o aéreo. A defesa está concentrada em torno de Taiwan e do Mar do Sul da China. (MISSILE DEFENSE ADVOCACY ALIANCE, [201-]).



**Figura 9 – China's Anti-Access/Area Denial (A2/AD)**  
 Fonte: Missile Defense Advocacy. [201-].

Este sistema de defesa está constituído em três camadas defensivas: a primeira camada consiste na atuação dos mísseis balísticos anti-navios (ASBMs), mísseis de cruzeiro anti-navios (ASCMs) e os submarinos com alcances de 540 a 1.000 milhas náuticas. A segunda camada consiste na atuação das aeronaves e dos submarinos com alcances de 270 a 540 milhas náuticas. A terceira camada consiste na atuação de meios de superfície, aéreos, submarinos e mísseis de cruzeiro de defesa costeira com alcance de até 270 milhas náuticas. (MISSILE DEFENSE ADVOCACY ALIANCE, [201-]).

### 6.1 PGZ-09

O sistema autopropulsado de artilharia antiaérea, também conhecido como PGZ-07 ou Type-09, é um armamento moderno que faz parte do Exército de Libertação do Povo Chinês (Chinese People's Liberation Army – PLA), produzido pela China North Industries Group Corporation Limited (NORINCO). Em 1987, a China importou o canhão Oerlikon GDF com licenças para fabricação, permitindo o desenvolvimento de armamentos de 35 milímetros. (WIKIMILI, 2019).



**Figura 10 – PGZ-09.**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

Está equipado com dois canhões PG99 de 35 milímetros que podem disparar munições a uma cadencia máxima de 550 tiros por minuto, cada canhão, a uma distância máxima de 5.500 metros. Pode disparar as seguintes munições: incendiária alto-explosiva (HEI), semi-perfurante alto-explosiva incendiária (SHAPEI), pré-fragmentadas (FAPDS) e pré-fragmentada programada por espoleta tempo (PTFP). Complementando a defesa antiaérea, também pode ser atualizado com quatro lançadores de mísseis superfície-ar (SAM) FL-3000 / HQ-10, com 9.000 metros de alcance. (JT, 2012).

Possui grande eficácia contra aeronaves de asa fixa e rotativa, sistemas remotamente pilotados (SARP), além de fornecer proteção contra mísseis de cruzeiro. Este sistema de defesa antiaérea é empregado para a realização da defesa de baixa altura de unidades blindadas. (JT, 2012).

## **6.2 Type-95**

O sistema de defesa antiaérea Type-95, ou PGZ95, começou a ser desenvolvido nos anos 80, equivalente ao sistema russo ZSU-23-4M4 “Shilka”. Acredita-se que a China tenha utilizado o sistema italiano Sidam de 25 milímetros como base para o projeto, tendo em vista a aquisição de uma torre para avaliação, nessa mesma época. (ARMY-TECHNOLOGY, [201-]).



**Figura 11 – Type-95.**  
**Fonte: Military-Today. [201-].**

Está armado com quatro canhões de 25 milímetros, dois de cada lado da torre, que podem disparar a uma cadência máxima de 600 a 800 tiros por minuto e armazenar um total de 1.000 munições. Pode abater aeronaves voando a uma altitude de voo de 2.000 metros. Também está equipado com quatro mísseis superfície-ar de curto alcance QW-2, podendo engajar alvos aéreos a uma distância de 6.000 metros a uma altitude de voo de 3.500 metros. (ARMY-TECHNOLOGY, [201-]).

A respeito dos dados referentes à detecção de alvos, Army-Technology, ([201-]) nos diz o seguinte:

Um diretor de eletro-óptica (EOD) montado na frente da torre consiste de uma TV, câmeras de rastreamento infravermelho e um telêmetro a laser. O EOD envia dados para o computador de controle de tiro a bordo. O rastreador de TV tem um alcance de rastreamento de 6 km, enquanto a câmera de rastreamento infravermelho tem um alcance máximo de 5 km. O telêmetro a laser tem um alcance máximo de 5,5 km com uma precisão de +/- 5 m. O computador de bordo calcula os dados de colocação de armas quando o atirador abre fogo contra o alvo. O artilheiro também recebe um joystick para atirar com armas no alvo. O radar de busca de alvos de baixa altitude C-1 da banda S instalado no teto da torre de armamento tem um alcance de detecção de 11 km. A antena de radar acima da torre pode ser dobrada para a frente durante a viagem.

Uma bateria Type-95 inclui um veículo de comando, que está equipado com um radar de vigilância CLC-2 PD e pode controlar até 8 unidades de tiro; um veículo de teste de bateria; um veículo de fornecimento de energia e três veículos remuniçadores. Esta bateria realiza a defesa de tropas terrestres. (ARMY-TECHNOLOGY, [201-]).



### 6.3 Ludun-2000

O armamento chinês Ludun-2000 é a cópia do armamento holandês Thales Goalkeeper (*Close in Weapon System - CIWS*) de 30 milímetros, porém está montado sobre um veículo 8x8. (ANDREW, 2014).



**Figura 12 – Ludun-2000.**  
**Fonte: Air Power Australia. 2014.**

Está equipado com um canhão 730B que é uma cópia do canhão GAU-8 de 30 milímetros, usada na aeronave A-10, da empresa *General-Eletric*. O canhão chinês pode disparar a uma cadência de 4.200 tiros por minuto. Possui um alcance efetivo de 2.500 metros, engajando mísseis de cruzeiro, helicópteros de ataque, VANTs e munições de artilharia e morteiros com uma velocidade de até Mach 2. Contra alvos terrestres, possui um alcance máximo de 3.000 metros. Seu tempo de reação é de 9,8 segundos, podendo acompanhar até 48 alvos simultaneamente. Pode receber ainda seis lançadores de mísseis, superfície-ar, TY-90. (ANDREW, 2014).

Contribuindo para a eficácia desse sistema de artilharia antiaérea, está equipado com um radar de busca na banda C, com alcance de 12.000 metros, e um radar de tiro na banda Ku, com alcance de 9.000 metros, além de um sistema de busca TV/IR (*Thermal Vision/Infrared*). Uma bateria Ludun-2000 realiza a defesa de tropas terrestres e pontos sensíveis e está composta de um veículo de comando e controle, oito unidades de tiro e veículos remuniçadores. Pode ser atualizado para o sistema de defesa antiaérea integrada de mísseis multi-camadas. (ARMY RECOGNITION, 2016).

## 6.4 Type-90

O sistema antiaéreo autorrebotado Type-90 (PGZ99), produzido pela empresa de defesa NORINCO, é uma cópia do armamento Oerlikon GDF e do radar Skyguard, ambos adquiridos no ano 1980, comparado ao sistema GDF-2. Substituíram os armamentos Type-65 e Type-74. (ARMY GUIDE, [201-]).



**Figura 13 – Type 90.**  
**Fonte: Army Recognition. 2013.**

Este armamento antiaéreo está equipado com dois canhões de 35 milímetros que disparam a uma cadência de 1.100 tiros por minuto, podendo abater alvos aéreos em até 4.000 metros. Pode disparar as seguintes munições: alto-explosiva incendiária (HEI), alto-explosiva incendiária traçante (HEI-T), semi-perfurante alto-explosiva traçante (SHAPEI-T) e munição de instrução traçante (TP-T). O tempo para entrar e sair de posição é de 90 segundos e o tempo de reação para um alvo aéreo é de 6 segundos. (ARMY RECOGNITION, 2013).

O radar de busca Type 902 foi baseado no radar Skyguard-II, possuindo um alcance de detecção de 8.000 metros. Também está equipado com um sistema de rastreamento passivo eletro-óptico de alta resolução óptico/infravermelho para tempo limpo. (ARMY GUIDE, [201-]).

Uma bateria Type-90 consiste em duas unidades de tiro e um radar de busca Type 902. Fornece proteção para tropas terrestres no nível divisão contra mísseis de cruzeiro, aeronaves de asa fixa ou rotativa e VANT's voando a baixa altura e com alta velocidade. (ARMY GUIDE, [201-]).

## 6.5 CS / SA1

O CS / SA1 foi produzido pela *China North Industries Corporation (NORINCO)* e está montado sobre um chassi 6X6. (JT, 2012).



**Figura 14 – CS / SA1.**  
**Fonte: Defense Updates. 2012.**

Está equipado com dois canhões Oerlikon de 35 milímetros. Possui um alcance efetivo de 4.000 metros e um alcance máximo de 8.000 metros. O teto efetivo é de 3.500 metros. (DEFENSE UPDATES, 2012).

Está integrado ao sistema de controle de tiro AF902A. Possui um radar de busca 3D, um radar de tiro e sensores eletro-ópticos diurnos e noturnos. Seu radar de busca possui alcance de detecção, contra aeronaves, de 35 Km e um alcance, contra mísseis de cruzeiro, de 15 Km. A altitude máxima de detecção é de 6 Km. (DEFENSE UPDATES, 2012).

Este sistema foi projetado para realizar a defesa antiaérea contra aeronaves de asa fixa ou rotativa, mísseis de cruzeiro e sistemas remotamente pilotados (SARP). (DEFENSE UPDATES, 2012).

## **7. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO INDIANO**

O sistema de defesa antiaéreo indiano está estruturado da seguinte forma: o Sistema Terrestre de Defesa Aérea (ADGES) que gerencia o espaço aéreo e realiza a detecção de ameaças e também coordena e controla as defesas aéreas e as Zonas de Defesa Aérea em Solo (BADZ) que está encarregada de defender alvos de grande valor para o país como bases aéreas, instalações nucleares e instalações militares importantes. As BADZ concentram os radares, interceptadores, mísseis superfície-ar (SAM) e a artilharia antiaérea. (KULKREJA, 2015).

As Zonas de Defesa Aérea em Solo são divididas em três camadas. A primeira consiste em postos de observação móveis, seguidas por outras duas camadas mistas defendidas por baterias de artilharia antiaérea. (BADRI-MAHARAJ, 2009).

Os materiais existentes nas Zonas de Defesa Aérea em Solo são: o míssil Akash; os mísseis navais Barak 1 e Barak 8; os sistemas SPYDER e S-300 e os armamentos antiaéreos Bofors L/60, ZSU-23-4 e o 9K22 Tunguska. Para a defesa contra mísseis balísticos a Índia conta com o míssil Prithvy. (BADRI-MAHARAJ, 2009).

### **7.1 9K22 *Tunguska***

A Índia utiliza este armamento russo para a realização de sua defesa antiaérea. As características deste material estão expostos no item 4.2. Segundo Badri-Maharaj (2009), este armamento realiza a defesa de estruturas de alto valor para o país, atuando nas Zonas de Defesa em Solo (BADZ).

### **7.2 ZSU-23-4 “*Shilka*”**

O Exército indiano também utiliza esse armamento antiaéreo russo para a realização de sua defesa. As características deste material estão expostas no item 4.5.

A empresa indiana de defesa e segurança *Bharat Electronics Limited* (BEL) realizou uma atualização neste material. Seu radar e computadores foram atualizados; ganhou novos sistemas de controle de fogo eletro-ópticos; consegue operar mesmo com bloqueios realizados pelo inimigo, conseguindo detectar alvos a mais de 15.000 metros e o seu armamento é capaz de abater alvos voando a uma velocidade de até 720 Km/h e a uma distância entre 1.500 a 2.500 metros. (ARMY RECOGNITION, 2014).

### 7.3 Bofors L/70

O sistema antiaéreo Bofors L/70 é um armamento, inicialmente, utilizado pelo Exército sueco em 1951. A empresa indiana *Bharat Electronics Limited* (BEL) exibiu uma modernização deste armamento durante uma exposição em 2017, atendendo demandas do Exército indiano. (VASQUEZ, 2019).



**Figura 15 – Bofors L/70.**  
Fonte: [bel-india.com](http://bel-india.com). 2019.

O canhão deste armamento possui um calibre de 40 milímetros que tem uma cadência de 240 tiros por minuto, disparando contra ameaças aéreas num alcance efetivo de 3.000 a 4.000 metros. Dispara munições pré-fragmentada alto-explosivas (PFHE), Mk2, HCHE, HE-T, APC-T e PT. (VASQUEZ, 2019).

Seu sistema de controle de disparo foi atualizado para um eletro-óptico, com acionamento elétrico de última geração, e todos os seus sistemas foram computadorizados, rastreando automaticamente o alvo. Possui também um modo de visão noturna. A mesma empresa também desenvolveu um simulador computadorizado para treinar os seus militares. (VASQUEZ, 2019).

## 8. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO FRANCÊS

### 8.1 *RapidFire*

O *RapidFire* é um sistema antiaéreo autopropulsado, montado sobre um chassi *Mercedes-Benz Unimog* 6x6, desenvolvido pela empresa francesa *Thales*, *Nexter* e pela empresa anglo-francesa de *joint venture* *CTA*. (ARMY RECOGNITION, 2019).



**Figura 16 – RapidFire.**  
Fonte: *Army Recognition*. 2019.

O sistema *RapidFire* está equipado com um canhão de 40 milímetros que possui uma cadência de 200 tiros por minuto, disparando contra alvos aéreos num alcance efetivo de 4.000 metros e contra alvos terrestres num alcance de 2.500 metros, levando 4,5 segundos para detectar e engajar uma ameaça. Também foi projetado para permitir o disparo do sistema de mísseis *STARStreak* a uma distância de cerca de 7.000 metros. A combinação do míssil com o canhão garante tanto o poder de fogo quanto a precisão. (ARMY RECOGNITION, 2019).

Utiliza as seguintes munições: *Anti-Aerial Air Burst* (AA-BB), *Armour Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot* (APFSDS) ou *General Purpose Round-Air Burst* (GPR-AB). Pode utilizar também munições telescópicas, ou seja, onde a ponta do projétil está dentro da cápsula. Carrega consigo 140 munições prontas para serem disparadas. (ARMY RECOGNITION, 2019).

Seu sistema de controle de tiro possui um sensor giro-estabilizado eletro-óptico infravermelho (IR), diurno e noturno, com uma faixa de detecção de até 18.000 metros, além de um telêmetro *laser*. Possui imunidade, de acordo com a *Thales*, as mais conhecidas formas de

bloqueio de sinal, garantindo proteção contra interferências e ataques eletrônicos inimigos. Atua juntamente com a estação CONTROLMaster que possuem radares com 40.000 metros de cobertura. (ARMY RECOGNITION, 2019).

Segundo Army Recognition (2019), este armamento é utilizado para a proteção de pontos fixos ou de comboios, podendo abater aeronaves de asa fixa ou rotativa, mísseis de cruzeiro e sistemas remotamente pilotados (SARP).

## 9. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO JAPONÊS

A Força de Autodefesa Aérea Japonesa (JASDF) é responsável pelo sistema de defesa antiaérea que está, basicamente, estruturada em diversas Unidades de Defesa Aérea espalhadas pelo seu território, realizando a defesa de pontos sensíveis e de tropas. Conta com os seguintes armamentos: os canhões Type 87 e o M167 Vulcan; os lançadores de mísseis Type 81 Tan-SAM, Patriot e PAC-3 e os lançadores portáteis Type 81, Type 91 e o FIM-92<sup>a</sup> Stinger. (XAIR FORCES, [201-]).

### 9.1 Type-87

Esta arma antiaérea foi desenvolvida pela *Mitsubishi Heavy Industries* para as Forças de Autodefesa em Solo do Japão (JASDF), substituindo os M42 Duster fornecidos pelos Estados Unidos. Possui grande influência do armamento alemão Gepard. (ARMY-TECHNOLOGY, [201-]).



**Figura 17 – Type-87.**  
**Fonte: Army-Technology.** [201-].

Este sistema antiaéreo está equipado com dois canhões Oerlikon Contraves GDF de 35 milímetros que podem disparar a uma cadência de 550 tiros por minuto, cada canhão. Conseguem engajar uma ameaça aérea a uma distância de 4.000 metros. (ARMY-TECHNOLOGY, [201-]).

De acordo com Army-Technology ([201-]):

O Type 87 SPAAG possui um moderno sistema de controle de incêndio. O Oerlikon Contraves 35mm pode ser complementado pelo sistema de controle de tiro Super Fledermaus. O sistema instalado no reboque rebocado de quatro rodas integra um



radar de pesquisa doppler de impulsos de banda E / F e um radar de rastreamento doppler de impulsos de banda J com um alcance de 15 km.

### 9.2 M167 Vulcan

O M167 Vulcan é um sistema de defesa antiaérea de curto alcance desenvolvido pela empresa *Rock Island Arsenal* dos Estados Unidos da América que foi adquirido pelo exército japonês. (MILITARY FACTORY, [201-]).



**Figura 18 – M167 Vulcan.**  
**Fonte: Wikipedia. 2019.**

Está equipado com um canhão giratório, com seis canos, M61 de 20 milímetros podendo disparar munições a uma cadência, ajustável pelo operador, de 1.000 a 3.000 tiros por minuto. Possui um alcance máximo, contra alvos aéreos, de 1.200 metros e um alcance, contra alvos terrestres, de 2.000 metros. (MILITARY FACTORY, [201-]).

### 9.3 Oerlikon GDF-001 (L-90)

O Japão utiliza o sistema Oerlikon GDF-001 de 35 milímetros autorrebocado, produzindo em seu território através da empresa *Mitsubishi Electric Co., Ltd.*, sendo designado como L-90. (ARMY RECOGNITION, 2018).



**Figura 19 – Oerlikon GDF-001.**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

Está equipado com dois canhões automáticos de 35 milímetros, disparando a uma cadência de 550 tiros por minuto, cada canhão, a um alcance de 4.000 metros. Uma bateria consiste em duas unidades de tiro, controladas por um radar de tiro Skyguard. (ARMY RECOGNITION, 2018).

Este armamento realiza a proteção de tropas e pontos sensíveis contra aeronaves de asa fixa ou rotativa e mísseis de cruzeiro. (ARMY RECOGNITION, 2018).

## 10. A ARTILHARIA ANTIAÉREA TUBO DO EXÉRCITO ALEMÃO

Segundo GOTKOWSKA (2018), atualmente a Alemanha possui uma capacidade limitada de defesa antiaérea, quando compara com países ao seu redor e planeja melhorias:

Como a OTAN voltou seu foco para a defesa coletiva desde 2014, a defesa aérea baseada em superfície muito curta, de curto e médio alcance tornou-se uma capacidade desejável. A Alemanha, que vem recalibrando o Bundeswehr para retomar a participação em conflitos militares convencionais, está no processo de recriar as capacidades de defesa aérea. Em 2018–2019, espera-se que o Ministério da Defesa alemão tome decisões a respeito de dois programas cruciais de defesa aérea: o NNbS e o TLVS.

NNbS (*NAH- UND NÄCHSTBEREICHSSCHUTZ*), refere-se à proteção de muito curto e curto alcance. Já TLVS (*TAKTISCHES LUFTVERTEIDIGUNGSSYSTEM*), refere-se ao sistema de defesa aérea tática, compreendendo o curto e médio alcance.



Air Defence Missile Group 21 in Sanitz (Patriot batteries) 🚀  
 Air Defence Missile Group 24 in Bad Sülze (Patriot batteries) 🚀  
 Air Defence Missile Group 26 in Husum (Patriot batteries) 🚀  
 Air Defence Missile Group 61 in Todendorf/Panker (MANTIS and LeFlaSys batteries) 🚀

**Figura 20 – Locais das subunidades de defesa antiaérea alemãs.**

**Fonte:** Gotkowska. 2018.

Hoje, a defesa antiaérea alemã está estruturada da seguinte forma: quatro sistemas MANTIS (Oerlikon Skyshield) protegem bases militares contra foguetes, munições de artilharia e de morteiros e, provavelmente, uma bateria LeFlaSys Ozelot realizando proteção para as unidades móveis. (GOTKOWSKA, 2018).

Complementando as informações sobre os sistemas de defesa antiaérea alemã, Gotkowska (2018) apresenta o seguinte:

Alemanha vai precisar de cerca de 20 baterias de defesa aérea de muito curto e curto alcance para proteger as brigadas e quartéis-generais que Berlim identificou como parte do Processo de Planejamento de Defesa da OTAN. Outras fontes mencionam 14 baterias.

Com tais informações, pode-se perceber a preocupação da Alemanha em atualizar sua defesa antiaérea, bem como as ações que a OTAN realiza para que nenhum membro fique defasado.

### 10.1 *Flakpanzer-1 Gepard*

O Gepard é um sistema antiaéreo autopropulsado desenvolvido no ano de 1960 na Alemanha e é montado no chassi do Leopard 1. (MILITARY-TODAY, [201-]).



**Figura 21 – Flakpanzer 1 Gepard.**  
**Fonte: Military-Today. [201-].**

Está equipado com dois canhões Oerlikon GDF de 35 milímetros que podem disparar a uma cadência de 550 tiros por minuto, cada canhão. Possui um alcance efetivo contra ameaças aéreas de 4.000 metros e um alcance máximo de 12.000 metros.

Military-Today ([201-]), também nos apresenta as seguintes informações:

O radar de busca geral está localizado na parte traseira do teto da torre e o radar de rastreamento está localizado entre as armas. O veículo está equipado com um sistema de identificação amigo-ou-inimigo. O radar do Gepard tem um alcance de 15 km. Ele fornece varredura completa com rastreamento simultâneo de alvos. O veículo tem a capacidade de pesquisa em movimento. Este armamento autopropulsado também está equipado com sistema de controle de fogo.

Realiza a defesa antiaérea de unidades de combate, tropas e instalações vitais para o país contra a realização de ataques aéreos de baixa altura. (MILITARY-TODAY, [201-]).

## 10.2 Oerlikon Skyshield

O Oerlikon Skyshield é um sistema antiaéreo estático de curto alcance. A tecnologia *Skyshield Rheinmentall* coloca a empresa na vanguarda global. A Alemanha, Indonésia, África do Sul e Suíça operam. Existe uma variante que permite a colocação deste sistema em centros urbanos. Possui uma variante C-RAM (*Counter Rocket, Artillery and Mortar*) projetado para a defesa de ativos civis ou militares. (ARMY RECGNITION, 2018).



**Figura 22 – Oerlikon Skyshield.**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

Está equipado com um canhão de 35 milímetros que realiza a defesa antiaérea de curto e muito curto alcance. Consegue abater ameaças aéreas num alcance de 4.000 metros. Dispara munições AHEAD, eficiente contr alvos de pequenas dimensões, que possuem uma carga de 152 sub-projéteis lançados a frente em forma de cone com uma abertura de 10°. Um exemplo dessa eficiência pode ser observado na sua capacidade em disparar 25 tiros em 0,7 segundos, totalizando 3.800 sub-projéteis lançados sobre o alvo. Existe a possibilidade de serem colocados dois lançadores de mísseis ADATS, ampliando consideravelmente seu alcance operacional para 8.000 metros. (ARMY RECOGNITION, 2018).

A respeito do seu emprego na defesa antiaérea, Army recognition (2018) nos diz o seguinte:

Uma combinação altamente eficaz de sensores, efetores e tecnologia de comando permite derrubar aeronaves inimigas, bem como lançamentos de foguetes, artilharia e morteiros. Esse processo abrange a prevenção, a detecção de objetos que chegam, o alerta de forças amigas, a interceptação do objeto, a proteção de quartelamentos e instalações e o retorno do fogo. Hoje, mais do que nunca, as instalações militares, como bases operacionais avançadas, são vulneráveis a ataques com foguetes, artilharia e morteiros.

Uma bateria inclui de dois a quatro canhões, uma unidade de controle de tiro Skyshield 35 (FCU) com um sensor C4I e sensores eletro-ópticos que permitem a detecção de aeronaves a uma distância de 20 Km e de mísseis a uma distância de 10 Km e um posto de comando Skyshield. O sistema é controlado remotamente, podendo detectar e disparar num tempo de 4,5 segundos. (ARMY RECOGNITION, 2018).

### 10.3 Oerlikon Skyguard I

O Oerlikon Skyguard I é um sistema antiaéreo autorrelocado desenvolvido pela empresa alemã Rheinmetall Defence. Este sistema combina o canhão com o míssil, garantindo uma maior precisão e poder de fogo, engajando o inimigo do mais longe possível até o mais próximo possível. (ARMY RECOGNITION, 2018).



**Figura 23 – Oerlikon Skyguard I.**  
**Fonte: Army Recognition. 2018.**

Está equipado com dois canhões Oerlikon GDF007 de 35 milímetros que podem abater ameaças aéreas a uma distância de 4000 metros. Também possui uma unidade com dois lançadores de mísseis superfície-ar que podem atingir um alcance de 7000 metros. Pode lançar os seguintes mísseis: Raytheon AIM-7E / AIM-7F / AIM-7F Sparrow, Aspide, SAHV-IR ou Adats. (ARMY RECOGNITION, 2018).

Uma bateria possui uma unidade radar de busca e controle de tiro, com alcance de 20Km; até três unidades lançadoras de mísseis e quatro unidades do canhão. Realiza a defesa aérea contra aeronaves de asa fixa e rotativa, sistemas remotamente pilotados, drones e mísseis de cruzeiro voando a baixa altura. (ARMY RECOGNITION, 2018).

## 11. RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Na busca por uma resposta ao problema que norteou a pesquisa, chegou-se aos seguintes resultados, a partir dos quais desenvolveu-se uma análise de dados.

### 11.1 Resultados

Os mísseis possuem considerável importância para a garantia da defesa antiaérea de um país, resultando em investimentos constantes e em grandes tecnologias empregadas. Estes armamentos garantem uma defesa o mais longe possível contra uma variedade de vetores aéreos hostis, desde aeronaves de asa rotativa até mísseis balísticos lançados de outros países. Entretanto, do ponto de vista da defesa antiaérea de curto alcance, estes mesmos armamentos possuem suas limitações, como, por exemplo, a existência de um alcance mínimo de utilização.

A artilharia antiaérea tubo complementa a defesa realizada por mísseis, ou seja, a existência de canhões antiaéreos atualizados garante uma defesa antiaérea consistente. Segundo Brasil (2017, p. 4-4), a doutrina de defesa antiaérea do Exército Brasileiro diz que o princípio de emprego combinação de armas antiaéreas visa a manter um recobrimento entre míssil e canhão. A partir deste princípio, podemos analisar, através de uma tabela comparativa, os sistemas que utilizam os dois armamentos em um único veículo:

*Tabela 1 – Materiais que combinam míssil e canhão.*

<b>País</b>	<b>Materiais Antiaéreos</b>
<b>Estados Unidos</b>	Avenger NA/TWQ-1
<b>Rússia</b>	Pantsir S-1, 2S6M Tunguska, ZSU 23-4-M4 “Shilka”
<b>China</b>	Type-95, Ludun-2000
<b>Índia</b>	9K22 Tunguska, ZSU 23-4 “Shilka”
<b>França</b>	RapidFire
<b>Japão</b>	Não possui
<b>Alemanha</b>	Oerlikon Skyshield

Fonte: O Autor.

Estes mesmos armamentos também atendem aos fundamentos de emprego defesa em profundidade e apoio mútuo.

Outro aspecto importante a se observar é o fundamento de emprego mobilidade. Sobre isto, Brasil (2017) nos diz que os materiais devem ter mobilidade compatível para acompanhar os elementos apoiados e para ocuparem posições alternativas. Com base neste fundamento, é possível comparar os materiais existentes em cada exército:

**Tabela 2 – Materiais autopropulsado de cada país.**

<b>País</b>	<b>Materiais sobre lagartas</b>	<b>Materiais sobre rodas</b>
<b>Estados Unidos</b>	-	Centurion C-RAM, Avenger NA/TWQ-1
<b>Rússia</b>	2S6M Tunguska, ZSU 23-4-M4 “Shilka”, Derivatsiya-PVO, BTR-ZD	Pantsir S-1
<b>China</b>	PGZ-09, Type-95	Ludun-2000, CS / SA1
<b>Índia</b>	9K22 Tunguska, ZSU-23-4 “Shilka”	-
<b>França</b>	-	RapidFire
<b>Japão</b>	Type-87	-
<b>Alemanha</b>	Flakpanzer Gepard-1	-

Fonte: O Autor.

Mais um aspecto importante a se apresentar é a tecnologia empregada nos armamentos antiaéreos tubo, mostrando que possuem grande relevância na defesa e estão constantemente em atualização. Os dados serão apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 3 – Apresentação das tecnologias dos materiais.**

<b>Material (país)</b>	<b>Tecnologia</b>
Pantsir S-1 (Rússia)	Canhão automático com elevada precisão, radar de vigilância <i>Kasta 2E1/2E2</i> , radar de busca <i>VNIIRT PESA 2RL80E</i> , radar de tiro <i>VNIIRT PESA IRS2-E</i> , lançadora de mísseis.
2S6M Tunguska (Rússia)	Canhão automático com elevada precisão, lançadoras de mísseis.
ZSU 23-4-M4 “Shilka” (Rússia)	Lançadoras de míssil <i>IGLA</i> , sistemas passivos de detecção.
Derivatsiya – PVO (Rússia)	Canhão automático de 57mm, visão térmica, engaja pequenos SARP.
BTR-ZD (Rússia)	Torre pode ser desacoplada do chassi e usado no solo ou



	rebocado.
PGZ-09 (China)	Dispara uma variedade de munições, lançadoras de mísseis, canhão produzido a partir do <i>Oerlikon GDF</i>
Type-95 (China)	Lançadoras de mísseis, rastreamento infra-vermelho, telêmetro <i>laser</i> , diretor eletro-óptico, radar na banda S
Ludun-2000 (China)	Pode receber lançadores de mísseis, radar na banda C e Ku, sistema de busca TV/IR
Type-90 (China)	Dispara uma variedade de munições, sistema passivo eletro-óptico de alta resolução óptico/infravermelho para tempo limpo
CS / SA1 (China)	Boa detecção contra aeronaves e mísseis de cruzeiro, sistemas de detecção eletro-ópticos.
9K22 Tunguska (Índia)	Semelhante ao material russo
ZSU 23-4 “Shilka” (Índia)	Sistema de controle de tiro eletro-óptico, opera sob bloqueios inimigos
Bofors L/70 (Índia)	Dispara uma variedade de munições, sistema de tiro eletro-óptico, modo de visão noturna, sistemas computadorizados.
RapidFire (França)	Lançadores de mísseis, dispara munições telescópicas, sistema de controle de tiro eletro-óptico infra-vermelho
Type-87 (Japão)	Radar doppler na banda E/F e outro na J
M167 Vulcan (Japão)	Grande volume de fogos.
Oerlikon GDF-001 (L-90) (Japão)	-
Flakpanzer Gepard-1 (Alemanha)	Radar de busca tecnológico, identificação amigo-inimigo.
Oerlikon Skyshield (Alemanha)	Grande volume de fogos, controlado remotamente, tempo de reação de 4,5 segundos, tecnologia C-RAM.
Oerlikon Skyguard (Alemanha)	Combina canhão e míssil em plataformas separadas, canhões GDF-007.
Centurion C-RAM (Estados Unidos)	FLIR, radar que atua na banda K, termovisor, tecnologia C-RAM.
Avenger NA/TWQ-1 (Estados Unidos)	Torre automática, integrável a outros chassis.

**Fonte:** O Autor.

## 12. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo geral verificar as possibilidades e opções para a modernização da AAAe tubo do EB, apresentando os materiais de artilharia antiaérea tubo dos exércitos dos Estados Unidos, Rússia, China, Índia, França, Japão e Alemanha. Mais especificamente, teve-se como foco apresentar as características e o modo como estes armamentos são empregados para a realização da defesa antiaérea de baixa altura. Ainda foi apresentada a maneira como a doutrina do Exército Brasileiro emprega o canhão antiaéreo.

Baseando-se nos resultados encontrados pode-se verificar a existência de materiais que possuem o canhão e o míssil num mesmo sistema, indo ao encontro, do ponto de vista da doutrina de defesa antiaérea do EB, dos fundamentos de emprego das unidades de defesa antiaérea combinação de armas antiaéreas, apoio mútuo e defesa em profundidade. Ressaltando-se a importância destes materiais na defesa de baixa altura, vale lembrar que Caldas (2014, p. 64) fala que a conjugação do míssil com o canhão, no caso do *Pantsir S-1*, conferem uma probabilidade de êxito de 90% e que é preferível a utilização do canhão contra alvos próximos, em relação ao custo-benefício.

Outro resultado colhido, foi a grande utilização, por parte dos exércitos mencionados, de materiais autopropulsados, sejam eles sobre lagartas ou sobre rodas, favorecendo o fundamento de emprego das unidades de defesa antiaérea mobilidade, permitindo com que estes armamentos consigam manobrar, mudarem de posição e acompanharem as tropas apoiadas de forma rápida.

Do ponto de vista das tecnologias empregadas, verifica-se a grande frequência de sistemas eletro-ópticos de controle de tiro e de radares tecnológicos. Os sistemas C-RAM mostram-se altamente eficazes na defesa de estruturas e pontos sensíveis, combinando sensores eficazes e grande poder de fogo com elevada taxa de acerto. Verifica-se que os exércitos mencionados investem na aquisição e modernização de sua AAAe tubo, demonstrando, com isto, a importância que o canhão possui na defesa antiaérea de baixa altura nos seus países.

Atendendo aos objetivos propostos, a AAAe tubo do EB mostra-se viável atualmente, do ponto de vista doutrinária, pois está atrelada aos fundamentos de emprego das unidades de defesa antiaérea, provendo a defesa de pontos e áreas sensíveis na baixa altura. Do ponto de vista do emprego dos materiais expostos, percebe-se que os exércitos não abrem mão de seus canhões para a realização da defesa de baixa altura, sejam de tropas ou pontos sensíveis, combinando seu volume de fogo com a precisão dos mísseis. Para que a artilharia antiaérea de

média e grande altura possam atuar de forma eficaz, necessita-se de uma defesa de baixa altura altamente eficaz e tecnológica.

Analisando os materiais expostos e a doutrina de defesa antiaérea do EB, pode-se dizer que as opções viáveis para a modernização da artilharia antiaérea tubo são: atendendo ao fundamento mobilidade, combinação de armas antiaéreas e defesa em profundidade, o sistema sobre rodas *RapidFire* apresenta-se como uma boa opção, pois possui poder de fogo, rápido tempo de reação, sensores tecnológicos e a possibilidade de se adaptarem lançadores de mísseis; outra opção viável é a modernização do sistema *Bofors* do EB, tendo como base a modernização realizada pelo Exército Indiano; os sistemas *C-RAM* são altamente viáveis para a defesa antiaérea de baixa altura, principalmente o sistema alemão *Skyshield*, pois exercem excelente defesa de aquartelamentos ou pontos sensíveis contra foguetes, fogos de artilharia e fogos de morteiro, com comprovada probabilidade de acerto.

Do exposto, conclui-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados satisfatoriamente, dentro de seu escopo, mostrando que a artilharia antiaérea tubo do EB é altamente viável, no seu atual contexto, e necessita maiores modernizações. O presente trabalho abre caminho para novos estudos relevantes, tendo em consideração que houveram temas de grande interesse encontrados durante o processo, mas que fugiram ao recorte inicial proposto. Sugere-se que, no sentido de continuar e aprofundar as pesquisas sobre o tema, sejam abordados em propostas futuras as possibilidades da realização de um sistema antiaéreo nacional que combine o canhão e o míssil e da implantação de sistemas *C-RAM* em áreas fronteiriças do Brasil.

## REFERÊNCIAS

- 2019 Military Strength Ranking. **Global Firepower**. 2019. Disponível em: <<https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>>. Acesso em 10 de maio de 2019.
- 2S38 Derivaciya PVO - Self-Propelled anti-aircraft gun. **Military-Today**. [201-]. Disponível em: <[http://www.military-today.com/artillery/2s38\\_derivaciya\\_pvo.htm](http://www.military-today.com/artillery/2s38_derivaciya_pvo.htm)>. Acesso em 29 de junho de 2019.
- 2S6/2S6M SA-19 Grison Tunguska 2K22M Self-Propelled air Defence System. **Army Recognition**. 7 ago. 2018. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/russia\\_russian\\_army\\_vehicles\\_system\\_artillery\\_uk/2s6\\_2s6m\\_sa-19\\_grison\\_9k22\\_9k22m\\_tunguska\\_tunguska-m\\_self-propelled\\_air\\_defence\\_cannon\\_missile\\_data\\_sheet\\_picture.html](https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_vehicles_system_artillery_uk/2s6_2s6m_sa-19_grison_9k22_9k22m_tunguska_tunguska-m_self-propelled_air_defence_cannon_missile_data_sheet_picture.html)>. Acesso em 23 de junho de 2019.
- 2S6 Tunguska - 30mm self-propelled anti-aircraft gun/missile system. **Military-Today**. [201-]. Disponível em: <[http://www.military-today.com/artillery/2s6\\_tunguska.htm](http://www.military-today.com/artillery/2s6_tunguska.htm)>. Acesso em 23 de junho de 2019.
- ЗЕНИТНЫЙ РАКЕТНО-ПУШЕЧНЫЙ КОМПЛЕКС 2К22 "ТУНГУСКА" (SA-19 Grison). **Вестника ПВО**. 3 out. 2000. Disponível em: <<http://pvo.guns.ru/tunguska/tunguska.htm>>. Acesso em 29 junho de 2019.
- ANDREW, Martin. PLA Mechanised Infantry Division Air Defence Systems. **Air Power Australia**. 27 jan. 2014. Disponível em: <<https://www.ausairpower.net/APA-PLA-Div-ADS.html#mozTocId582542>>. Acesso em 17 de julho de 2019.
- AVENGER AN / TWQ-1 Veículo de defesa antiaérea de curto alcance. **Army Recognition**. DATA 2018. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/united\\_states\\_american\\_missile\\_system\\_vehicle\\_uk/avenger\\_an/twq-1\\_short-range\\_missile\\_air\\_defense\\_vehicle\\_technical\\_data\\_sheet\\_specifications\\_picture.html](https://www.armyrecognition.com/united_states_american_missile_system_vehicle_uk/avenger_an/twq-1_short-range_missile_air_defense_vehicle_technical_data_sheet_specifications_picture.html)>. Acesso em 15 junho 2019.
- BADRI-MAHARAJ, Sanjay. Strategic Air Defences in a Nuclear South-Asia. **Bharat Rakshak**. 2 jul. 2009. Disponível em: <<http://www.bharat-rakshak.com/IAF/Today/Contemporary/325-SAD.html>> Acesso em 19 de julho de 2019.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea**. Brasília: Comando de Operações Terrestres, 2017.
- BTR-ZD / 23 mm Self-Propelled Anti-Aircraft Gun. **Military-Today**. [201-]. Disponível em: <[http://www.military-today.com/artillery/btr\\_zd.htm](http://www.military-today.com/artillery/btr_zd.htm)>. Acesso em 30 de junho de 2019.

CALDAS, Júlio César Spíndola. O Perdigueiro: Conhecendo o Sistema Pantsir S1/SA-99. **Revista Força Aérea**. Rio de Janeiro, ano 17, n. 86, p. 58, fev. 2014.

CENTURION C-RAM Counter-Rocket, Artillery and Mortar Weapon System. **Army Recognition**. 12 ago. 2018. Disponível em:  
<[https://www.armyrecognition.com/united\\_states\\_us\\_army\\_artillery\\_vehicles\\_system\\_uk/centurion\\_c-ram\\_land-based\\_weapon\\_system\\_phalanx\\_technical\\_data\\_sheet\\_specifications\\_pictures\\_video.html](https://www.armyrecognition.com/united_states_us_army_artillery_vehicles_system_uk/centurion_c-ram_land-based_weapon_system_phalanx_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html)>. Acesso em 7 de julho de 2019.

COUNTER-Rocket, Artillery, Mortar (C-RAM). **Missile Defense Advocacy Alliance**. [201-]. Disponível em:  
<<https://missiledefenseadvocacy.org/missile-defense-systems-2/missile-defense-systems/u-s-deployed-intercept-systems/counter-rocket-artillery-mortar-c-ram/>>. Acesso em 7 de julho de 2019.

CHINA'S Anti-Access Area Denial. **Missile Defense Advocacy Alliance**. [201-]. Disponível em:  
<<https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/china-anti-access-area-denial-coming-soon/>>. Acesso em 6 de julho de 2019.

DALSJÖ Robert, BERGLUND Christofer, JONSSON Michael. Bursting the Bubble. Russian A2/AD in the Baltic Sea Region: Capabilities, Countermeasures, and Implications. **FOI**. mar. 2019. Disponível em:  
<<https://www.foi.se/rest-api/report/FOI-R--4651--SE>>. Acesso em 22 de junho de 2019.

DEFENCE & Security News - India. **Army recognition**. 26 nov. 2014. Disponível em:  
<[https://www.armyrecognition.com/november\\_2014\\_global\\_defense\\_security\\_news\\_uk/indian\\_army\\_receives\\_its\\_first\\_upgraded\\_schilka\\_zsu-23-4\\_air\\_defense\\_weapon\\_system.html](https://www.armyrecognition.com/november_2014_global_defense_security_news_uk/indian_army_receives_its_first_upgraded_schilka_zsu-23-4_air_defense_weapon_system.html)> Acesso em 20 de julho de 2019.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Press Release - Solenidade das Entregas do Projeto Estratégico do Exército Defesa Antiaérea. **Exército Brasileiro**. 30 mai. 2014. Disponível em:  
<[http://www.eb.mil.br/web/imprensa/documentos-a-imprensa?p\\_p\\_id=56&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_56\\_groupId=18107&\\_56\\_articleId=5218159](http://www.eb.mil.br/web/imprensa/documentos-a-imprensa?p_p_id=56&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_56_groupId=18107&_56_articleId=5218159)>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

GEPARD: 35 mm Self-Propelled Anti-Aircraft Gun. **Military-Today**. [201-]. Disponível em:  
<<http://www.military-today.com/artillery/gepard.htm>>. Acesso em 21 de julho de 2019.

GOTKOWSKA, Justyna. Rebuilding Germany's air defence capabilities: on the eve of crucial decisions. **OSW**. 17 mai. 2018. Disponível em:  
<<https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/osw-commentary/2018-05-17/rebuilding-germanys-air-defence-capabilities-eve-crucial>>. Acesso em 21 de julho de 2019.

JAPANESE Air Self Defence Force (JASDF). **Xair Forces**. [201-]. Disponível em:  
<<https://xairforces.net/airforces.asp?id=163#.XTTW3FRKjIV>>. Acesso em 21 de julho de 2019.

JR., Sydney J. Freedberg. Boeing Upgrades Air Defense Vs. Russians: Avenger SHORAD. **Breaking Defense**. 2017. Disponível em: <<https://breakingdefense.com/2017/04/boeing-upgrades-air-defense-vs-russians-avenger-shorad/>>. Acesso em 16 junho 2019.

JT. China upgrades tracked SPAAG from PGZ04 to PGZ07 for short-range air defense. **Defense Updates**. 13 dez. 2012. Disponível em: <<http://defenseupdates.blogspot.com/2012/12/china-upgrades-tracked-spaag-from-pgz04.html>>. Acesso em 14 de julho de 2019.

JT. NORINCO CS/SA1 35 mm Low-Level SPAAG. **Defense Updates**. 16 nov. 2012. Disponível em: <<http://defenseupdates.blogspot.com/2012/11/norinco-cssa1-35mm-low-level-spaag.html>>. Acesso em 17 de julho de 2019.

KOPP, Carlo. KBP 2K22/2K22M/M1 Tunguska SA-19 Grison / 96K6 Pantsir S1 / SA-22 Greyhound SPAAGM. **Air Power Australia**. 27 jan. 2014. Disponível em: <<http://www.ausairpower.net/APA-96K6-Pantsir-2K22-Tunguska.html#mozTocId178145>>. Acesso em 29 de junho de 2019.

KULKREJA, Dhiraj. Integrated Air Defence for the Indian Airspace. **Indian Defence Review**. 29. jan. 2015. Disponível em: <<http://www.indiandefencereview.com/news/integrated-air-defence-for-the-indian-airspace/2/>>. Acesso em 19 de julho de 2019.

LD2000 LuDun-2000 ground-based air defense close-in weapon system technical data sheet specifications. **Army Recognition**. 28 ago. 2016. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/china\\_artillery\\_vehicles\\_and\\_weapon\\_systems\\_uk/ld2000\\_ludun-2000\\_ground-based\\_air\\_defense\\_close-in\\_weapon\\_system\\_technical\\_data\\_sheet\\_specifications\\_pictures\\_video\\_12808161.html](https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/ld2000_ludun-2000_ground-based_air_defense_close-in_weapon_system_technical_data_sheet_specifications_pictures_video_12808161.html)>. Acesso em 17 de julho de 2019.

M167 Vulcan. **Military Factory**. [201-]. Disponível em: <[https://www.militaryfactory.com/armor/detail.asp?armor\\_id=119](https://www.militaryfactory.com/armor/detail.asp?armor_id=119)>. Acesso em 21 de julho de 2019.

MILITARY Defense Industry Technology - Derivatsiya-PVO. **Army Recognition**. 23 jun. 2016. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/weapons\\_defence\\_industry\\_military\\_technology\\_uk/new\\_russian-made\\_derivatsiya-pvo\\_57mm\\_anti-aircraft\\_artillery\\_system\\_ready\\_for\\_tests\\_in\\_2017\\_12306161.html](https://www.armyrecognition.com/weapons_defence_industry_military_technology_uk/new_russian-made_derivatsiya-pvo_57mm_anti-aircraft_artillery_system_ready_for_tests_in_2017_12306161.html)>. Acesso em 29 de junho de 2019.

OERLIKON 35 mm Twin gun Skyguard anti-aircraft defence system. **Army Recognition**. 17 fev. 2018. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/germany\\_german\\_army\\_light\\_heavy\\_weapons/oerlikon\\_35\\_mm\\_twin\\_cannon\\_gdf-001\\_gdf-003\\_gdf-005\\_gdf-007\\_technical\\_data\\_sheet\\_pictures\\_video.html](https://www.armyrecognition.com/germany_german_army_light_heavy_weapons/oerlikon_35_mm_twin_cannon_gdf-001_gdf-003_gdf-005_gdf-007_technical_data_sheet_pictures_video.html)>. Acesso em 21 de julho de 2019.

OERLIKON Skyshield Ground-Based Short-Range Air defence System. **Army Recognition**. 17 fev. 2018. Disponível em:

<[https://www.armyrecognition.com/germany\\_german\\_army\\_artillery\\_vehicles\\_systems\\_uk/skyshield\\_oerlikon\\_ground-based\\_short\\_range\\_air\\_defense\\_system\\_cannon\\_missile\\_technical\\_data\\_sheet.html](https://www.armyrecognition.com/germany_german_army_artillery_vehicles_systems_uk/skyshield_oerlikon_ground-based_short_range_air_defense_system_cannon_missile_technical_data_sheet.html)>. Acesso em 21 de julho de 2019.

OERLIKON Skyguard I Air defense System Cannon/Missiles. **Army Recognition**. 17 fev. 2018. Disponível em:

<[https://www.armyrecognition.com/germany\\_german\\_army\\_artillery\\_vehicles\\_systems\\_uk/skyguard\\_i\\_1\\_oerlikon\\_air\\_defense\\_system\\_cannon\\_missile\\_technical\\_data\\_sheet\\_specifications\\_pictures.html](https://www.armyrecognition.com/germany_german_army_artillery_vehicles_systems_uk/skyguard_i_1_oerlikon_air_defense_system_cannon_missile_technical_data_sheet_specifications_pictures.html)>. Acesso em 21 de julho de 2019.

PANTSIR S-1. **Center for Strategic and International Studies**. 2018. Disponível em: <<https://missilethreat.csis.org/defsys/pantsir-s-1/>>. Acesso em 16 de junho de 2019.

PANTSIR S-1/Pantsyr-S1 Air Defense missile - gun system SA-22 Greyhound. **Army Recognition**. 27 jan. 2019. Disponível em:

<[https://www.armyrecognition.com/russia\\_russian\\_missile\\_system\\_vehicle\\_uk/pantsir\\_pantsyr\\_s1\\_sa-22\\_greyhound\\_air\\_defense\\_missile\\_gun\\_system\\_technical\\_data\\_sheet\\_specification.html](https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/pantsir_pantsyr_s1_sa-22_greyhound_air_defense_missile_gun_system_technical_data_sheet_specification.html)>. Acesso em 22 de junho de 2019.

PGZ95 (Type 95) 25mm Self-Propelled Anti-Aircraft Artillery (SPAAA) System. **Army-Technology**. [201-]. Disponível em:

<<https://www.army-technology.com/projects/pgz95-spaaa-system/>>. Acesso em 14 de julho de 2019.

RAPIDFIRE 40mm 6x6 Self-Propelled Anti-Aircraft Gun Missile System. **Army Recognition**. 5 jul. 2019. Disponível em:

<[https://www.armyrecognition.com/armoured\\_vehicles\\_artillery\\_france\\_french\\_army\\_uk/rapidfire\\_40mm\\_self-propelled\\_anti-aircraft\\_gun\\_missile\\_air\\_defense\\_system\\_technical\\_data\\_sheet\\_uk.html](https://www.armyrecognition.com/armoured_vehicles_artillery_france_french_army_uk/rapidfire_40mm_self-propelled_anti-aircraft_gun_missile_air_defense_system_technical_data_sheet_uk.html)>. Acesso em 20 de julho de 2019.

RELATÓRIO: Capacidades russas de A2AD degradam potencial de resposta da OTAN. **Poder Aéreo**. 16 dez. 2018. Disponível em:

<<https://www.aereo.jor.br/2018/12/16/relatorio-capacidades-russas-de-a2ad-degradam-potencial-de-resposta-da-otan/>>. Acesso em 6 de julho de 2019.

RUSSIAN Air and Missile Defense. **Center for Strategic and International Studies**. 2018. Disponível em:

<<https://missilethreat.csis.org/system/russian-air-defense/>>. Acesso em 16 de junho de 2019.

SHILKA-M4: Sistema Antiaéreo Russo Adquire Segunda Vida. **Sputnik**. 10 out. 2018. Disponível em:

<<https://br.sputniknews.com/defesa/2018101612446786-sistema-defesa-antiaerea-shilka-m4-canhoes/>>. Acesso em 6 de julho de 2019.

TESTS of 2S38 Derivatsiya Anti-Aircraft Artillery System to be Finished by November 2019. **South Front**. 8 mar. 2019. Disponível em:

<<https://southfront.org/tests-of-2s38-derivatsiya-anti-aircraft-artillery-system-to-be-finished-by-november-2019/>>. Acesso em 29 de junho de 2019.

TORRALBA, Carlos. Impulsionado pelos EUA, gasto militar mundial atinge seu nível máximo. **El País**. 2019. Disponível em: <[https://brasil.elpais.com/brasil/2019/04/28/internacional/1556487884\\_515159.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2019/04/28/internacional/1556487884_515159.html)>. Acesso em 8 de junho de 2019.

TYPE 09 SPAAA. **WikiMili**. 23 mar. 2019. Disponível em: <[https://wikimili.com/en/Type\\_09\\_SPAAA](https://wikimili.com/en/Type_09_SPAAA)>. Acesso em 14 de julho de 2019.

TYPE 87 Self-Propelled Anti-Aircraft Gun (SPAAG). **Army-Technology**. [201-]. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/type-87-self-propelled-anti-aircraft-gun-spaag/>>. Acesso em 21 de julho de 2019.

TYPE 90. **Army Guide**. [201-]. Disponível em: <<http://www.army-guide.com/eng/product4185.html>>. Acesso em 17 de julho de 2019.

TYPE 90 PG99 35 mm anti-aircraft twin-gun. **Army Recognition**. 30 jul. 2013. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/china\\_artillery\\_vehicles\\_and\\_weapon\\_systems\\_uk/pg99\\_type\\_90\\_35mm\\_anti-aircraft\\_twin-gun\\_technical\\_data\\_sheet\\_specifications\\_pictures\\_video.html](https://www.armyrecognition.com/china_artillery_vehicles_and_weapon_systems_uk/pg99_type_90_35mm_anti-aircraft_twin-gun_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html)>. Acesso em 17 de julho de 2019.

UNITED States of America. Headquarters, Department of the Army. FM 3-01. U.S. **Army Air and Missile Defense Operations**. Washington, DC, 2009.

UNITED States of America. Headquarters, Department of the Army. FM 3-01.11. **Air Defense Artillery Reference Handbook**. Washington, DC, 2000.

VASQUEZ, James. Bharat Electronics Limited Presented a Modern Version of the L70 40mm Anti-Aircraft Gun. **Bel-India**. 6 mar. 2019. Disponível em: <<https://bel-india.com/bharat-electronics-limited-presented-a-modern-version-of-the-l70-40mm-anti-aircraft-gun/>>. Acesso em 20 de julho de 2019.

ZSU-23-4 Armoured Vehicle Self-Propelled Anti-Aircraft Gun. **Army Recognition**. 11 jan. 2019. Disponível em: <[https://www.armyrecognition.com/russia\\_russian\\_army\\_vehicles\\_system\\_artillery\\_uk/zsu-23-4\\_shilka\\_tracked\\_self-propelled\\_anti-aircraft\\_gun\\_technical\\_data\\_sheet\\_description\\_uk.html](https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_vehicles_system_artillery_uk/zsu-23-4_shilka_tracked_self-propelled_anti-aircraft_gun_technical_data_sheet_description_uk.html)>. Acesso em 6 de julho de 2019.

ZSU-23-4 Shilka: 23 mm Self-Propelled Anti-Aircraft Gun. **Military-Today**. [201-]. Disponível em: <[http://www.military-today.com/artillery/zsu\\_23\\_4\\_shilka.htm](http://www.military-today.com/artillery/zsu_23_4_shilka.htm)>. Acesso em 6 de julho de 2019.