MINISTÉRIO DA DEFESA

EXÉRCITO BRASILEIRO

ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

(CI A Cos/1934)

CURSO DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARA OFICIAIS

ARTIGO CIENTÍFICO - 2021

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

Rio de Janeiro

2021

1º Ten **LEANDRO NUNES FREITAS**

A VIABILIDADE DA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE 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 para a obtenção do Grau de Pós-graduação *Lato Sensu* de **Especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral.**

Orientador: Cap DIOGO FIGUEREDO NASCIMENTO

Rio de Janeiro

2021

1º Ten **LEANDRO NUNES FREITAS**

A VIABILIDADE DA ARTILHARIA ANTIAÉREA DE 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 para a obtenção do Grau de Pós-graduação *Lato Sensu* de **Especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral.**

Aprovado em _____de_____de 2021.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

_____

VINÍCIUS DUARTE FERNANDES - Maj - Presidente

Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

_____

DIOGO FIGUEREDO NASCIMENTO - Cap - Membro

Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

_____

RODRIGO SANTOS COSTA - Cap - Membro

Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

RESUMO

O presente trabalho tem a finalidade de analisar e apresentar informações relevantes e atualizadas, a fim de abordar os principais materiais de artilharia antiaérea (AAAe) de tubo dos exércitos mais tecnológicos do mundo e sugerir opções e possibilidade de aquisição de materiais para o Exército Brasileiro. A fim de facilitar a compreensão do estudo, são abordadas, com mais profundidade, as características dos principais armamentos desse tipo, que são utilizados nos principais exércitos. Ainda, é realizada uma abordagem da utilização da artilharia antiaérea de tubo na doutrina do Exército Brasileiro, a fim de subsidiar as possibilidades para a modernização, com o propósito de possuir 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 quatro capítulos destinados à exposição dos dados pesquisados dos sistemas de armas de artilharia antiaérea de tubo de cada país, seguidos de uma análise dos dados obtidos e de uma conclusão sobre o tema.

Palavras-chave: Antiaérea, Principais Exércitos, Artilharia Antiaérea de tubo.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar y presentar información relevante y actualizada, con el fin de abordar los principales materiales de tubos de artillería antiaérea (AAAe) de los ejércitos más tecnológicos del mundo y sugerir opciones y posibilidad de adquisición de materiales para la Ejército Brasileño. Con el fin de facilitar la comprensión del estudio, se discuten con mayor profundidad las características de los principales armamentos de este tipo, que se utilizan en los principales ejércitos. Además, en la doctrina del Ejército Brasileño se realiza un acercamiento al uso de artillería antiaérea de tubo, con el fin de apoyar las posibilidades de modernización, con el fin de contar con una defensa efectiva a baja altura. Para lograr los objetivos propuestos, se realizó una búsqueda bibliográfica basada en un proceso inductivo, dividiendo la investigación en cuatro capítulos destinados a exponer los datos investigados de los sistemas de armas de artillería antiaérea de tubo de cada país, seguido de un análisis de los datos obtenidos y una conclusión sobre el tema.

Palabras clave: antiaéreo, ejércitos principales, artillería antiaérea de tubo.

1. INTRODUÇÃO

As operações militares, no amplo espectro, estabelecem como premissas a necessidade de enfrentamentos de novas ameaças e a aquisição das capacidades requeridas pelos conflitos modernos. Nesse contexto, destaca-se a exigência de transformação da doutrina de planejamento e emprego da defesa antiaérea (DA Ae) para fazer face à atual ameaça aérea.

Outras alterações foram decorrentes da evolução tecnológica e doutrinária de todos os meios envolvidos na busca pelo controle do espaço aéreo (Ae).

A defesa antiaérea busca obter a capacidade de atuar no teatro de operações/área de operações e no território nacional, proporcionando a proteção contra todos os tipos de ameaças aéreas modernas, como aeronaves remotamente pilotadas, foguetes, granadas, morteiros e mísseis (de cruzeiro e balístico tático). (BRASIL, 2017)

Tal evolução das ameaças aéreas nos conflitos modernos fez com que fossem desenvolvidas repostas adequadas para essa nova forma de combater que, desde a 1ª Guerra Mundial, se manteve claramente presente até os dias atuais. Dentre essas respostas está a artilharia antiaérea, que tem se adaptado aos constantes avanços tecnológicos dos vetores aéreos empregados em conflitos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

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 os meios de AAAe de tubo dos principais exércitos do mundo, valendo-se para tal do método indutivo, o qual considera o conhecimento como baseado 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.

No desenvolvimento serão abordadas as seguintes seções secundárias:

- A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO BRASILEIRO - Pretende apresentar como a artilharia antiaérea é embasada para seu emprego no Brasil;

- A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA - Pretende relacionar os sistemas de armas de AAAe de tubo mais relevantes em uso pelo Exército dos EUA;

- A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO RUSSO - Pretende relacionar os sistemas de armas de AAAe de tubo mais relevantes em uso pelo Exército da Rússia;

- A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO CHINÊS - Pretende relacionar os sistemas de armas de AAAe de tubo mais relevantes em uso pelo Exército da China;

- A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO INDIANO - Pretende relacionar os sistemas de armas de AAAe de tubo mais relevantes em uso pelo Exército da Índia;

- A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO JAPONÊS - Pretende relacionar os sistemas de armas de AAAe de tubo mais relevantes em uso pelo Exército do Japão;

2.2 A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO BRASILEIRO

2.2.1 Classificação da AAAe no Exército Brasileiro

A Artilharia antiaérea pode ser classificada quanto ao tipo, transporte e teto de emprego. Quanto ao tipo ela será de Tubo ou de Mísseis. Poderá ser classificada também quanto ao transporte, que será considerada será Portátil (Ptt) quando transportada pela própria guarnição, Autorrebocada (AR) quando o material é tracionado por viatura e é considerada Autopropulsada (AP) quando o armamento for montado sobre viatura. Quanto ao teto de emprego, é considerado de Baixa Altura quando pode ser empregada contra alvos voando até 3000 m, Média Altura

contra alvos voando entre 3000 e 15000 m e Grande Altura contra alvos voando acima de 15000 m. A AAAe pode ainda cumprir missões de superfície que consiste na atuação contra alvos terrestres ou navais, sendo esta uma missão eventual. (BRASIL, 2017)

2.2.2 Tipos de defesa da AAAe

São definidas na doutrina dois tipos de defesa, a estática e a móvel. É considerada defesa estática quando o objetivo defendido é um ponto fixo e/ ou temporariamente estacionado e é considerada móvel ao se defender tropas apoiadas em movimento.

E apesar dos tipos de defesa é necessário sempre mobilidade adequada para que a defesa seja mais eficiente e contínua. (BRASIL, 2017)

2.2.3 Fundamentos e princípios da AAAe

Em conjunto com os princípios de defesa antiaérea, os fundamentos de empregos de suas unidades constituem o alicerce para o planejamento de uma defesa antiaérea eficaz. A aplicação dos fundamentos de emprego das unidades de DA Ae está diretamente relacionada com o número de defesas a realizar, com a natureza, forma e dimensões dos objetivos a defender, com o tipo de material antiaéreo empregado, com o número de unidades de tiro disponíveis e com a situação tática existente.

Os fundamentos de emprego que se pode dar foco para o uso da artilharia antiaérea de tubo são: defesa em profundidade, apoio mútuo, a combinação de armas antiaéreas e a mobilidade. (BRASIL, 2017)

2.2.4 Importância da AAAe de tubo

O Subsistemas de Armas tem como missão a destruição dos vetores aéreos inimigos, podendo empregar mísseis ou canhões e, ainda, a combinação de ambos. Não há prevalência de um sistema sobre o outro, devendo sempre que possível a sua combinação ser buscada. Enquanto o míssil proporciona uma proteção mais afastada o canhão assegura a proteção aproximada. (BRASIL, 2017)

O emprego dos mísseis e canhões são complementares. Os mísseis destinando-se a alvos localizados na faixa da média e grande alturas, enquanto que os canhões são mais aptos a engajar vetores voando a baixa altura, empregando grande cadência de tiro e espoletas de proximidade e tempo para formar uma grande barreira de fogo e aço, compensando a maior dispersão do tiro. (BRASIL, 2017)

2.3 A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

2.3.1 Avenger AN/TWQ-1

O veículo do Sistema de Defesa Aérea Avenger AN / TWQ-1 é um sistema montado em mísseis em combinação com o tubo que fornece proteção móvel de defesa aérea de curto alcance para unidades terrestres contra mísseis de cruzeiro, veículos aéreos não tripulados, aeronaves de asa fixa voando baixo e helicópteros. (ARMY RECOGNITION, 2021).

A torre Avenger giro-estabilizada com mísseis Stinger é montada em um HMMWV 4x4 (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle), que atinge até 89 km/h, mas também pode operar em uma configuração independente ou montada em uma variedade de veículos militares. Mais de 1.100 *AVENGERs* foram produzidos e entregues ao Exército dos EUA, Guarda Nacional do Exército e clientes estrangeiros. O sistema Avenger pode ser instalado em outros tipos de chassis, sobre esteiras e rodas, e também é totalmente transportável por via aérea. (ARMY RECOGNITION, 2021).

Figura 1 : Avenger AN/TWQ-1

Fonte: Army Recognition. 2021.

O Avenger carrega oito mísseis de defesa antiaérea de curto alcance Raytheon Stinger em dois pods de lançamento montados em cada lado da torre. A torre também pode ser implantada como uma unidade autônoma fixa. A configuração básica consiste em uma torre de artilheiro com cápsulas de mísseis montadas em cada lado. Cada cápsula de míssil, chamada de lançador montado em veículo padrão, pode conter quatro mísseis que podem ser removidos e disparados na configuração de emprego MANPAD. O AVENGER é operado por uma tripulação de dois homens. Avenger está equipado com uma metralhadora automática M3P calibre .50, que possui uma cadência de tiro de 400 a 600 tiros por minuto e um alcance útil de 1500 metros, para cobrir a zona morta do míssil e atacar alvos terrestres. (ARMY RECOGNITION, 2021).

2.3.2 Centurion C-RAM

A capacidade de proteção do C-RAM Intercept foi originalmente desenvolvida e implantada para avançar bases operacionais no Iraque com base em requisitos urgentes da Operação *Iraqi Freedom*. Alguns sistemas estão atualmente implantados no Afeganistão em apoio à Operação Liberdade Duradoura (OEF). Em

2013, o setor executivo de aquisição do Exército americano designou formalmente o C-RAM Intercept um programa de aquisição do Exército e autorizou o envio de ativos e equipamentos de apoio C-RAM Intercept existentes para Batalhões de Artilharia de Defesa Aérea (ADA). (USAASC, 2021)

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).

Figura 2 : Centurion C-RAM

Fonte: USAASC. 2021.

O componente principal é o LPWS, um MK-15 MOD 29 Bloco IB da Marinha dos EUA modificado, Baseline 2 Close-In Weapon System, montado em um semirreboque comercial de 35 toneladas para operações terrestres. A metralhadora Gatling M61A1 de 20 mm é capaz de aquisição de alvos a bordo e controle de fogo com uma taxa de disparo de 4.500 tiros por minuto, com alcance efetivo de 3,6 km. Os barris LPWS são otimizados para uso com munição M940, que é projetada para se autodestruir além de 2.000 metros para minimizar os danos colaterais. Os radares

integrados de busca e rastreamento detectam / envolvem uma ampla gama de ameaças IDF. O LPWS trabalha em conjunto com outro programa de sistemas de registro para fornecer o conjunto completo de recursos do C-RAM Intercept. O sistema de Comando e Controle de Defesa Aérea da Área Avançada (FAAD C2) integra os sensores, armas e sistemas de alerta para C-RAM Intercept. O Fielding para 5-5 ADA foi iniciado em julho de 2013. (USAASC, 2021)

2.4 A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO RUSSO

2.4.1 Pantsir-S1

O Pantsir-S1 (nome de código SA-22 Greyhound OTAN) é um sistema de mísseis antiaéreo foi projetado para proteger áreas militares de pequeno e grande porte vitais, alvos industriais e unidades de forças terrestres e reforçou as unidades de defesa antiaérea responsáveis pela proteção de tropas e instalações militares contra ataques aéreos guiados com precisão de altitudes baixas e extremamente baixas. (ARMY RECOGNITION, 2021)

O armamento do Pantsir-S1 consiste em doze mísseis teleguiados 57E6 superfície-ar e dois canhões automáticos 2A38M30 milímetros desenvolvidos a partir do canhão GSh-30 de dois canos 30mm. É fornecido com um radar de alcance múltiplo capaz de detectar alvos aéreos com uma superfície de dispersão efetiva de até 2-3 metros quadrados a uma distância de mais de 30 quilômetros e rastreá-los a uma distância de mais de 24 quilômetros. (ARMY RECOGNITION, 2021)

Seus misseis possuem dois estágios guiados por rádio-comando de combustível sólido superfície-ar em contêineres selados prontos para lançamento. Os mísseis são organizados em dois grupos de seis tubos na torre. O míssil tem um corpo bi-calibre em configuração tandem. O primeiro estágio é um reforço, proporcionando rápida aceleração nos primeiros 2 segundos de vôo após ser separado do estágio de sustentação. O sustentador é a parte altamente ágil do míssil e contém várias hastes contínuas de alto explosivo e ogiva de fragmentação, fusíveis de contato e proximidade, bem como transponder de rádio e resposta a laser para serem localizados para orientação. O rastreamento de alvos e mísseis de alta precisão é fornecido através do sistema de sensores multibanda e os dados de orientação são enviados via link de rádio para até quatro mísseis em vôo. Mísseis

podem ser disparados em até quatro alvos, mas também salvas de dois mísseis em um alvo. Acredita-se que o míssil tenha uma probabilidade de acerto de 70-95% e uma vida útil de 15 anos em seus recipientes selados. (ARMY RECOGNITION, 2021)

O Pantsir-S1 pode ser montado em um chassi de caminhão 10t Ural-5323 com uma torre que abriga o armamento, acionamentos de instalação, sensores, equipamento de controle e tripulação. O caminhão Ural-5323 tem quatro eixos,

tração nas quatro rodas 8 × 8 e um único pneu. No exército russo, o sistema de armas Pantsir-S1 é montado em um chassi Kamaz 6560 8x8 e os veículos de combate Pantsir-S1 podem disparar mísseis em movimento. (ARMY RECOGNITION, 2021)

Figura 3 : Pantsir-S1

Fonte: ARMY RECOGNITION, 2021

O Pantsir S-1 pode conduzir fogo em dois alvos ao mesmo tempo e atacar até 12 alvos em um minuto. O alcance efetivo do sistema para mísseis é de 20 quilômetros e a altitude máxima é de 8 quilômetros, e para projéteis de artilharia de até 3 e 4 quilômetros, respectivamente, e com uma cadência de tiro de 5000 tiros por minuto. Também pode operar no modo passivo usando um canal infravermelho

na banda de ondas longas com processamento lógico do sinal e rastreamento automático. (ARMY RECOGNITION, 2021)

É capaz de derrotar quase todo o espectro de ameaças aéreas, todos os tipos de armas guiadas com precisão, em particular, voando a uma velocidade de até 1.000 m /s, aeronaves voando a uma velocidade de até 500 m / s, helicópteros, veículos pilotados remotamente, bem como alvos terrestres blindados leves. A combinação de míssil e armamento de canhão que permite ao operador criar uma

zona de combate ao alvo contínua e disparar contra alvos ininterruptamente, começando com seu alcance máximo de 18 a 20 km até um alcance mínimo de 200 m. O Pantsir-S1 é equipado com um sistema de controle de armas ópticas / radar adaptável de modo múltiplo operando nas regiões UHF, EHF e IR do espectro. O sistema apresenta alta imunidade a interferência, capacidade de sobrevivência na presença de contramedidas eletrônicas e sob fogo inimigo. Está também equipado com um sistema de controle de armas ópticas / radar adaptativo de modo múltiplo operando nas regiões UHF, EHF e IR do espectro. O alcance de detecção é de 32-36 km e o alcance de rastreamento é de 24-28 km para um alvo com 2 m² de RCS. Uma versão simplificada e de baixo custo também está sendo desenvolvida para exportação, com apenas o sistema de controle de fogo eletro-óptico instalado. Os dois canais de orientação independentes - radar e eletro-óptico - permitem que dois alvos sejam engajados simultaneamente. A taxa máxima de engajamento é de até 10 alvos por minuto. (ARMY RECOGNITION, 2021)

2.4.2 2S38 Derivaciya PVO

O 2S38 Derivaciya PVO é um novo canhão antiaéreo automotor russo (SPAAG). Foi concebido como um demonstrador de conceito ou tecnologia. Poderia ser uma possível substituição para um sistema de arma de defesa aérea / míssil 2S6 Tunguska, que foi adotado no início dos anos 1980. Em 2020, algumas unidades do novo sistema foram concluídas. (MILITARY TODAY)

Este novo sistema de defesa antiaérea móvel foi projetado para engajar aeronaves voando baixo, helicópteros, UAVs, mísseis de cruzeiro, mísseis ar-solo. O veículo de combate 2S38 é baseado em um chassi de veículo de combate de infantaria BMP-3. É equipado com uma estação de armas controlada remotamente, armada com um único canhão de 57 mm. Tal arranjo é bastante incomum para um veículo desta classe. (MILITARY TODAY)

Figura 4 : 2S38 Derivaciya PVO

Fonte: Sputnik News, 2021

Este sistema de defesa aérea possui sistemas passivos de detecção e rastreamento. Ele usa sua visão térmica em vez de radar para detectar e rastrear alvos aéreos. Ele pode detectar aeronaves de ataque ao solo A-10 Thunderbolt II em alcances de até 6400m - 12 300 m, dependendo do modo de detecção. Possui um alcance útil de 6000 metros e cadencia de tiro de 120 tiros por minuto. (MILITARY TODAY)

Este veículo de defesa antiaérea é operado por uma tripulação de 3 pessoas, incluindo comandante, artilheiro e motorista. Parece que este veículo também tem capacidade para desmontar, uma vez que existem portas de entrada e saída na parte traseira com escotilhas, embora a acomodação para desmontagem dentro do veículo de combate de infantaria BMP-3 original fosse bastante apertada devido a um motor montado na parte traseira. (MILITARY TODAY)

2.5 A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO CHINÊS

2.5.1 PGZ-09

O PGZ09 é um canhão antiaéreo autopropulsado chinês. Ele foi criado para complementar e eventualmente substituir o PGZ95, possuindo armamentos e sensores mais capazes.

O motor e o sistema de transmissão estão localizados na frente. O layout da torre é bastante semelhante ao Gepard alemão. Em ambos os lados um canhão de 35 mm é instalado. O radar de rastreamento está localizado na frente da torre e o radar de busca está na parte traseira. A tripulação de três homens consiste em um comandante, motorista e artilheiro. (WEAPONSYSTEMS**,** 2010)

O PGZ09 está armado com dois canhões automáticos de 35 mm. Estes são semelhantes ao canhão antiaéreo rebocado PG99, que por sua vez é uma cópia do Swiss GDF-002 com canhão automático Oerlikon KDA. A taxa de disparo cíclica é de 550 rpm por barril. O alcance efetivo máximo do PGZ09 é estimado em 4 km na horizontal e 3 km na vertical. (WEAPONSYSTEMS**,** 2010)

Figura 5 : PGZ-09

Fonte: WEAPONSYSTEMS**,** 2021.

O alcance efetivo máximo do PGZ09 é estimado em 4 km na horizontal e 3 km na vertical. Vários tipos de munição podem ser usadas, incluindo munição de estouro de ar programável. Alegadamente, dois ou quatro MANPADS guiados por infravermelho também podem ser instalados. Esses mísseis sua furtividade e não são afetados por contramedidas eletrônicas. (WEAPONSYSTEMS**,** 2010)

O PGZ09 possui dois tipos de radar. O radar de busca tem um alcance relatado de 20 km e capacidade IFF. O radar de rastreamento é usado para fornecer soluções de disparo para os canhões de 35 mm. Combinado com o telêmetro a

laser, o radar de rastreamento fornece dados para definir os detonadores programáveis. Um conjunto de quatro descarregadores de granadas de fumaça pode ser encontrado em cada lado da torre. NBC e sistemas de supressão de incêndio estão presentes. (WEAPONSYSTEMS**,** 2010)

2.6 A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO INDIANO

2.6.1 Tunguska

Denominado SA-19 “Grison” pela OTAN, o Tunguska (nome de um rio na Rússia) atua de modo similar ao descrito acima. Assim, uma bateria de Tunguska/Grison é integrada por 4 a 6 veículos antiaéreos; 2 a 3 veículos municiadores, com 8 mísseis cada; um posto móvel de comando; um veículo de testes e reparos; um veículo de teste e montagem de mísseis; um veículo de reparos de engenharia; um veículo de testes de engenharia e, por fim, uma oficina móvel. Cada um dos veículos antiaéreos é armado com dois canhões duplos 2A38 de 30mm, municiados com 1.936 projéteis 2A42 e capazes de disparar até 2.500 projéteis por minuto. Os canhões podem atingir alvos entre 200 e 4.000 metros de distância, com a altitude variando do nível do mar até 3.000m. (GALANTE, 2009)

Figura 6 : Tunguska

Fonte: GALANTE, 2009

Oito mísseis 9M311 completam o armamento do Tunguska. Trata-se de um míssil de 2.83m, pesando 42 kg (dos quais nove correspondem à ogiva), com um baixo nível de emissão de fumaça, minimizando problemas com o rastreamento ótico/infravermelho de alvos e a detecção de alcance a laser. A velocidade média do míssil é de 2.160km/h, sendo capaz de engajar alvos manobrando a 5-7Gs, embora possa destruir alvos capazes de manobrar a 18Gs do míssil. A sua ogiva pode ser detonada por contato, espoleta laser ou proximidade, sendo ativada a 5 metros do alvo, com o artefato também podendo ser empregado contra alvos terrestres. Podem atingir alvos situados entre 2.500 e 8.000 metros de distância e entre 15 a 3.500 metros de altitude. (GALANTE, 2009)

Os mísseis empregam o método de guiagem por link de comando, com controle automático de comando para a linha de visada (CLOS). O radar de aquisição de alvos 1RL144 possui alcance de 20km e o radar de engajamento de alvos 1RL144M de 16km. O conjunto é considerado resistente à interferência eletrônica, guiando uma mira óptica 1A29M e sendo complementado por um sistema de IFF 1RL138, para evitar fogo amigo. O armamento é montado sobre um veículo GM-352, com 500km de alcance e velocidade máxima de 65km/h. O sistema pode engajar um alvo por vez. (GALANTE, 2009)

2.7 A ARTILHARIA ANTIAÉREA DE TUBO DO EXÉRCITO JAPONÊS

2.7.1 Type 87 SPAAG

O Type 87 SPAAG (artilharia anti-aérea autopropulsada) é uma arma de defesa aérea japonesa construída em torno do sistema de canhões duplos Oerlikon de 35mm usado na viatura blindada alemão Gepard. Estas armas foram produzidas sob licença no Japão. A cadência de tiro de cada arma é de 550 tiros por minuto. O Type 87 dispara munição perfurante e perfurante-incendiária. Seu alcance efetivo contra alvos aéreos é de 4 km. O veículo pode disparar com precisão mesmo em movimento. O sistema utiliza uma versão modificada do chassis do Type 74. (MILITARY TODAY)

Figura 6 : Type 87 SPAAG

Fonte: Military-Today

O veículo está equipado com radares de vigilância e monitoramento, um sistema de identificação amigo ou inimigo, com sistemas de proteção NBC (Nuclear, Biológica e Química) e supressão automática de incêndio. (MILITARY TODAY)

A tripulação do veículo é de três, que incluem o comandante, artilheiro e motorista. O veículo é movido por um motor a diesel Mitsubishi 10ZF, desenvolvendo 750 cavalos de potência. (MILITARY TODAY)

3. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

É indiscutível a diferença entre as tecnologias embarcadas nos mísseis em comparação aos projetis utilizados em canhões. Porém ambos possuem fundamental importância para a defesa antiaérea de uma nação, pelo fato de sua integração não deixar brechas na defesa antiaérea, pelo recobrimento dos armamentos de tubo às deficiências dos mísseis, seu alcance mínimo, atendendo ao princípio de AAAe: defesa em profundidade e a combinação de armas antiaéreas.

A AAAe de tubo combinada com mísseis é de suma importância para que a defesa antiaérea seja consistente e observa-se a maioria dos países aqui estudados com materiais que empregam esta combinação como pode ser visto na tabela a seguir:

Tabela1: Materiais de tubo

PAÍS	MATERIAIS QUE COMBINAM MISSIL E CANHÃO	POSSUEM APENAS CANHÃO
EUA	Avenger AN/TWQ-1	Centurion C-RAM
RUSSIA	Pantsir-S1	2S38 Derivaciya PVO
CHINA	PGZ-09	-
ÍNDIA	Tunguska	-
JAPÃO	-	Type 87

Fonte: o autor

Dos 5 principais exércitos do mundo que foram explorados neste artigo, 4 deles tem em seu portifólio armamentos que tem o uso combinado de mísseis e canhões, são eles o Exército dos Estados Unidos da América com o Avenger AN/TWQ-1, o Exército Russo com o Pantsir-S1, o Exército Chinês com o PGZ-09 e o Exército Indiano com o Tunguska. Apesar dos demais armamentos, o Centurion C-RAM do Exército Americano, o 2S38 Derivaciya PVO do Exército Russo e o Type 87 SPAAG do Exército Japonês, possuírem em sua composição apenas o canhão, atende ao princípio de mobilidade e em conjunto com outro armamento composto por míssil atenderia também aos princípios de defesa em profundidade, apoio mútuo e a combinação de armas antiaéreas.

Outro ponto muito importante que mais uma vez converge para os princípios da AAAe do Exército Brasileiro é a mobilidade destes armamentos, para realizar defesas móveis e estáticas, possibilitando a estes materiais a capacidade de acompanhar a tropa apoiada e a ocuparem posições alternativas. Os principais armamentos destes países são autopropulsados como pode-se observar na tabela a seguir:

Tabela 2: Materiais autopropulsados

PAÍS	SOBRE RODAS	SOBRE LAGARTAS
EUA	Avenger AN/TWQ-1 Centurion C-RAM	-
RUSSIA	Pantsir-S1	2S38 Derivaciya PVO
CHINA	-	PGZ-09
ÍNDIA	-	Tunguska
JAPÃO	Type 87	-

Fonte: o autor

Mais dois fatores podem ser observados como muito importantes para os armamentos de tubo, são eles a cadência de tiro, que aumenta a probabilidade de acerto por saturar uma determinada região com projetis, e o alcance útil dos canhões. Tais características foram compiladas na tabela a seguir:

Tabela 3: Cadência de tiro

Material	Cadência de tiro	Alcance útil
Avenger AN/TWQ-1	400 a 600 tiros p/min	1.500 m
Centurion C-RAM	4.500 tiros por minuto	3.600 m
Pantsir-S1	5.000 tiros por minuto	4.000 m
2S38 Derivaciya PVO	120 tiros por minuto	6.000 m
PGZ-09	550 tiros por munuto	4.000 m
Tunguska	2.500 tiros por minuto	4.000 m
Type 87	550 tiros por minuto	4.000 m

Fonte: o autor

4. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo geral abordar aspectos relacionados aos subsistemas de armas, focado na AAAe de tubo dos principais exércitos do mundo, com a finalidade de proporcionar informações relevantes e atualizadas sobre o tema. Mais especificamente, teve-se como foco apresentar materiais modernos e opções variadas para aquisição, pesquisando quais materiais de AAAe de tubo os principais exércitos do mundo utilizam sem deixar de lado a doutrina empregada no Exército Brasileiro.

Diante dos dados obtidos, observou-se que 4 dos 5 países estudados possuem em seus exércitos materiais que combinam canhão e míssil, deixando evidente a dependência e importância da AAAe de tubo para a completa efetividade da DAAe. Abarcando os seguintes princípios: defesa em profundidade e combinação de armas antiaéreas. Pode-se perceber também que todos os países estudados possuem em seus principais armamentos plataformas autopropulsadas, oferecendo assim mobilidade dos meios, proporcionando melhor possibilidade de acompanhar os deslocamentos das tropas apoiadas.

Notou-se com os dados colhidos dos principais exércitos que para a defesa de média altura, defendida por mísseis altamente tecnológicos, é fundamental que haja a combinação do uso de canhões eficazes e tecnológicos para que haja o recobrimento das áreas onde a atuação do canhão é mais eficaz, baixa altura, proporcionando o apoio mútuo e a defesa em profundidade. Mostrando que a doutrina do Exército Brasileiro, com seus fundamentos de emprego da AAAe, é viável na atualidade, quando se fala em defesa em profundidade, apoio mútuo e mobilidade.

A partir do que foi exposto sobre os materiais antiaéreos apresentados e ao analisar a doutrina empregada pela AAAe brasileira, alguns materiais se mostraram viáveis para serem empregados no Brasil para a modernização da AAAe de tubo, como o *Centurion C-RAM* que se mostra altamente viável, pois além de sua capacidade de abate de aeronaves, este cobriria uma deficiência da AAAe brasileira que é o engajamento de foguetes, munições de artilharia e de morteiros por possuir um sistema de busca de detecção altamente tecnológico, rápido e com eficácia, comprovada em combate, de 70% a 80%, possui elevada cadência de tiro combinada com um alcance de 3600 m e por ser montado sobre uma plataforma autopropulsada, forneceria maior mobilidade ao combate.

Outro armamento que se mostrou muito atrativo foi o Pantsir-S1 que além de autopropulsado tem um grande diferencial, seu sistema apresenta alta imunidade a interferência e capacidade de sobrevivência na presença de contramedidas eletrônicas, bem como por já possuir em sua estrutura também o míssil, que possui de 70% a 95% de probabilidade de acerto, outro ponto interessante é a combinação de míssil e armamento de canhão que permite ao operador criar uma zona de combate ao alvo contínua e disparar contra alvos ininterruptamente, começando com seu alcance máximo de 18 a 20 km até um alcance mínimo de 200 m, possui a

maior cadência de tiro dos materiais apresentados e possui um alcance útil satisfatório.

A Artilharia Antiaérea de tubo utilizada no Exército Brasileiro ainda permanece viável, ao se utilizar a VBC Gepard 1A2, viatura que apesar de fabricada na década de 70 atende plenamente as necessidades de defesa antiaérea quando combinado com o míssil IGLA 9K38, atendendo também alguns fundamentos de emprego da DA Ae como Defesa em Profundidade, Combinação de armas antiaéreas e mobilidade. O mesmo pode-se dizer do canhão Bofors 40 mm, que também é empregado em combinação com o IGLA 9K38 e atende aos mesmos princípios acima citados, perdendo um pouco em mobilidade por ser um material autorrebocado.

Analisando os dados expostos, pode-se concluir que os objetivos foram satisfatoriamente alcançados, ao apresentar opções diversas de artilharia antiaérea de tubo empregadas no mundo, apresentando as possibilidades e opções que podem ser adquiridas pelo exército brasileiro em uma eventual necessidade, atendendo sua doutrina atual.

5. REFERÊNCIAS

Military-Today. **2S38 Derivaciya PVO - Self-Propelled anti-aircraft gun.** Disponível em: <http://www.military-today.com/artillery/2s38_derivaciya_pvo.htm>. Acesso em 26 de agosto de 2021.

Army Recognition. **AVENGER AN / TWQ-1. Veículo de defesa aérea de curto alcance**. Data 22 de Janeiro de 2021.
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>.
Acesso em: 13 de junho de 2021.

Army Recognition . **Pantsir-S1 / Pantsyr-S1 Air Defense missile - gun system SA-22 Greyhound.** Data 06 de abril de 2021.
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>
Acesso em: 04 de agosto de 2021

BRASIL. EB-60-ME-23.403 Generalidades sobre mísseis. Ministério da Defesa. 2015

BRASIL. Ministério da Defesa. EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea. Brasília: Comando de Operações Terrestres, 2017.

CENTURION C-RAM Counter-Rocket, Artillery and Mortar Weapon System. Army Recognition. Data 31 de agosto de 2021.
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>

Acesso em 7 de setembro de 2021.

USAASC. **COUNTER-ROCKET, ARTILLERY, MORTAR (C-RAM) INTERCEPT LAND-BASED PHALANX WEAPON SYSTEM (LPWS).** Disponível em: <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/ms-c-ram_lpws/>
Acesso em: 02/07/2021

WEAPONSYSTEMS. **PGZ09**. Data 11 de outubro de 2010.
Disponível em:<https://weaponsystems.net/system/65-PGZ09>
Acesso em 06 de agosto de 2021

GALANTE, Alexandre. A Defesa Antiaérea da Índia. **Poder aéreo.** Data 09 de março de 2009.
Disponível em:<https://www.aereo.jor.br/2019/03/09/a-defesa-antiaerea-da-india/>
Acesso em 10 de agosto de 2021

Military today. **Type 87**.
Disponível em:<http://www.military-today.com/artillery/type_87_spaag.htm>
Acesso em 10 de agosto de 2021

Sputnik News. Sistema robótico russo ZAK-57 mostra ser eficaz contra vários tipos de drones. Data 15 de maio de 2021. Disponível em: <https://defesa.com.br/sistema-robotico-russo-zak-57-mostra-ser-eficaz-contra-varios-tipos-de-drones/>
Acesso em 18 de agosto de 2021