



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

CAP DARCI CASIMIRO NETTO

**VULNERABILIDADES DO MTC-300 PERANTE AS PRINCIPAIS DEFESAS ANTIAÉREAS
DE MÉDIA ALTURA EM OPERAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL.**

**Formosa – GO
2024**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

CAP DARCI CASIMIRO NETTO

**VULNERABILIDADES DO MTC-300 PERANTE AS PRINCIPAIS DEFESAS ANTIAÉREAS
DE MÉDIA ALTURA EM OPERAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL.**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO
2024**



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO MILITAR DO PLANALTO
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES
DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: CAP ART DARCI CASIMIRO NETTO

**TÍTULO: VULNERABILIDADES DO MTC-300 PERANTE AS PRINCIPAIS DEFESAS
ANTIAÉREAS DE MÉDIA ALTURA EM OPERAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL.**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM ____/____/2024

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

**DARCI CASIMIRO NETTO – Cap
Aluno**

VULNERABILIDADES DO AV-TM 300 (MTC-300) PERANTE AS PRINCIPAIS DEFESAS ANTIAÉREAS DE MÉDIA ALTURA EM OPERAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL.

Darci Casimiro Netto

RESUMO

O presente estudo aborda aspectos que visam apresentar as principais características do Míssil Tático de Cruzeiro MTC-300, ainda em desenvolvimento pelo Exército Brasileiro e pela empresa Avibrás Indústria Aeroespacial S/A, bem como apresentar as possíveis vulnerabilidades do armamento em questão perante as principais defesas antiaéreas de média altura em operação na América do Sul. Sendo assim, o propósito do presente trabalho foi o de apresentar as características dos referidos materiais a fim de que ao final do mesmo pudesse ser verificada a vulnerabilidade ou não do míssil brasileiro perante seus vizinhos sul-americanos. Para obter tais resultados foi realizada uma pesquisa bibliográfica fazendo uso do método hipotético-dedutivo, com o objetivo de levantar dados e subsídios que fossem capazes de auxiliar a responder ao questionamento do trabalho. Foram assim analisadas características como teto de voo em cruzeiro, precisão, alcance máximo de engajamento, dimensões, dentre outros dados que pudessem contribuir para a obtenção dos objetivos propostos.

Palavras-chave: Míssil Tático de Cruzeiro. Artilharia. Mísseis e Foguetes. Defesa Antiaérea. Média Altura. Vulnerabilidades.

ABSTRACT

The present study addresses aspects that aim to present the main characteristics of the MTC-300 Tactical Cruise Missile, still under development by the Brazilian Army and the company Avibrás Indústria Aeroespacial S/A, as well as presenting the possible vulnerabilities of the weapon in question in relation to the main defenses. medium-height anti-aircraft missiles in operation in South America. Therefore, the purpose of the present work was to present the characteristics of the aforementioned materials so that at the end of it the vulnerability or otherwise of the Brazilian missile to its southern neighbors could be verified. -Americans. To obtain these results, a bibliographical research was carried out using the hypothetical-deductive method, with the aim of collecting data and subsidies that were capable of helping to answer the work's question. Characteristics such as cruise flight ceiling, precision, maximum engagement range, dimensions, among other data that could contribute to achieving the proposed objectives were thus analyzed.

Keywords: Tactical Cruise Missile. Artillery. Missiles and Rockets. Anti-aircraft Defense. Medium Height. Vulnerabilities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Mísseis de Média Altura na Defesa de Área/Centro Urbano.....	11
Figura 2 - Esquema da família de sistemas S-300 (em verde os sistemas para exportação)	16
Figura 3 - Sistema Buk M2.....	18
Figura 4 - Modelo Esquemático de Funcionamento do Míssil Tático de Cruzeiro MTC-300.....	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Dados relativos aos mísseis ANTEY 2500..	17
Quadro 2	- Características do Míssil 9M317.....	19
Quadro 3	- Características do Míssil MTC-300.....	22
Quadro 4	- Controle de Movimento do Míssil MTC-300.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
1.1	PROBLEMA.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.3	JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	13
2	METODOLOGIA	14
2.1	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.2	COLETA DE DADOS	15
3	PRINCIPAIS MEIOS DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA EM ATUAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL	16
3.1	SISTEMA S-300.....	16
3.2	SISTEMA Buk M2.....	18
4	O MÍSSIL TÁTICO DE CRUZEIRO MTC-300 (AV-TM 300).....	20
4.1	CARACTERÍSTICAS.....	20
4.2	SISTEMA DE GUIAMENTO E NAVEGAÇÃO.....	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Podemos observar que no conflito armado conhecido popularmente como Guerra: Rússia x Ucrânia, iniciado em fevereiro do ano de 2022, o emprego da Artilharia de Mísseis e Foguetes bem como de Sistemas de Defesa Antiaérea de Baixa e Média Alturas vêm sendo largamente empregados. Tal fato, corrobora com a importância do estudo da integração dessas duas tão importantes funções de combate (Fogos e Proteção, respectivamente) que podem decidir os rumos dos conflitos modernos atuais.

A função de combate fogos, no Exército Brasileiro, tem como seu meio mais nobre e com maior potencial de interferência no combate, as viaturas do Sistema ASTROS que são dotadas atualmente de uma família diversa de foguetes, que possuem variadas cargas explosivas capazes de atingir alvos a diversas distâncias e com níveis de saturação do alvo específicos para cada tipo de alvo considerado.

A fim de corroborar com a modernização do Sistema ASTROS, bem como de estabelecer maior capacidade para esse sistema de apoio de fogo, o Brasil por meio de seu Departamento de Ciência e Tecnologia vem desenvolvendo juntamente com a empresa Avibrás Indústria Aeroespacial S/A um Míssil Tático de Cruzeiro, nomeado de MTC-300 (AV-TM 300) com o número 300 fazendo referência ao alcance do míssil medido em quilômetros.

“O Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR) consiste em um entendimento político informal assinado entre estados que visa limitar a proliferação de mísseis e tecnologias de mísseis”. (U.S DEPARTMENT of STATE, 20--?, tradução nossa)

Observamos em U.S DEPARTMENT of STATE, 20--?, tradução nossa, que atualmente são 35 países membros do MTCR (Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis), entre eles o Brasil, que o assinou no ano de 1995. Tomando por base o fato de que nosso país é signatário do regime em questão, podemos verificar que é intenção do nosso país o desenvolvimento de um míssil com potencialidades limitadas a 300 quilômetros.

“O Regime dá especial atenção aos veículos aéreos não tripulados capazes de transportar uma carga útil de pelo menos 500 kg a um alcance de pelo menos 300 km e ao equipamento, software e tecnologia para tais sistemas”. (U.S DEPARTMENT of STATE, 20--?, tradução nossa)

Após essa introdução, podemos verificar no manual, EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis, que os conflitos militares recentes nos mostram que as armas empregadas nos ataques aéreos estão em constante evolução e permitem ataques precisos, a grandes distâncias e altitudes cada vez maiores. Devido ao elevado número de ameaças aéreas e à diversidade de armamentos empregados,

os meios de defesa antiaérea precisam ser eficazes e acompanhar a evolução das formas de emprego da ameaça aérea e suas táticas e técnicas de ataque.

Também de acordo com o EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis, o emprego dos sistemas de mísseis de média altura não só acrescentam um maior poder defensivo, como também possibilitam maior flexibilidade à organização da defesa antiaérea, principalmente no que diz respeito a áreas e órgãos considerados estratégicos.

A definição de míssil, de acordo com o EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis, consiste em: “Engenho autopropulsado não tripulado, cuja trajetória pode ser modificada após o lançamento através de um ou mais sistemas de guiamento, tendo como missão transportar uma carga útil a fim de causar danos a determinado alvo”.

Tomando como base as definições apresentadas acima, verifica-se a necessidade de estabelecermos as possibilidades e limitações do Míssil Tático de Cruzeiro perante os principais sistemas de mísseis de média altura em operação na América do Sul.

De acordo com o EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis, em seu item 5.4.3:

Atualmente, os países possuidores de sistemas de mísseis de média altura tem empregado seus respectivos sistemas para realizar a defesa antiaérea de áreas, que normalmente constituem centros urbanos (cidades), estabelecendo defesas estáticas, com baterias desdobradas de modo a cobrir parte ou toda a área de responsabilidade da força, sem visar à defesa específica de tropas, pontos ou regiões sensíveis particulares. A escolha das áreas a serem defendidas, considerando as infraestruturas existentes, tropas e demais pontos sensíveis englobados, deve seguir os fatores considerados para o estabelecimento de prioridades de defesa antiaérea, que são: vulnerabilidade, importância, recuperabilidade e possibilidades do inimigo aéreo.

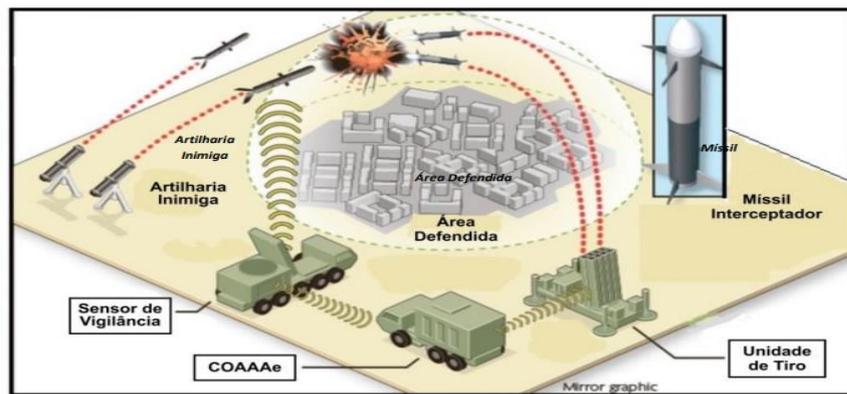
Já o manual EB70-MC-10.363, GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES, define que os Grupos de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro, possuem as seguintes missões:

2.1.3 O GMF tem a missão de realizar fogos contra alvos táticos e de interesse dos níveis operacionais e estratégicos, a fim de proporcionar à Força Terrestre e ao comando conjunto (C Cj) o maior poder de fogo disponível. Normalmente, realiza fogos sobre estruturas estratégicas e centros de gravidade, sobre alvos profundos de grandes dimensões, bem como executa fogos de contrabateria (C Bia).

2.1.4 O GMF poderá ser incluído no planejamento de fogos de um comando conjunto desde as primeiras fases da guerra. O GMF poderá participar da campanha aeroestratégica após análise criteriosa dos alcances, dos efeitos desejados e dos níveis de danos colaterais definidos pelo comandante do teatro de operação (TO).

Sendo assim, podemos observar que a os foguetes e mísseis disparados pelo sistema ASTROS possuem como principal missão realizar fogos sobre estruturas estratégicas e centros de gravidade, entretanto, em um cenário de emprego real, tais alvos por serem vitais para o inimigo, possuem grande possibilidade de estarem sendo defendidos por sistemas de mísseis antiaéreos de média altura, como mostra o esquema na figura 1 abaixo.

Figura 1 - Sistema de Mísseis de Média Altura na Defesa de Área/Centro Urbano



Fonte: BRASIL (2015)

Assim sendo, o núcleo deste trabalho estará voltado para a citação das principais vulnerabilidades apresentadas pelo projeto final do Míssil Tático de Cruzeiro, tomando como referência as possibilidades de contraponto das principais defesas antiaéreas de média altura em atuação na América do Sul.

Por conseguinte, esse trabalho visa levantar tais dados a fim de possibilitar subsídios que possam solucionar tais vulnerabilidades do material.

1.1 PROBLEMA

O manual EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis, estabelece a seguinte definição para os mísseis de cruzeiro:

Mísseis de cruzeiro são armamentos guiados que voam, na maior parte de seu trajeto - entre o lançamento e a fase terminal de impacto - numa trajetória horizontal e em velocidade aproximadamente constante, utilizando, na maioria dos casos, propulsão a jato na maior parte do percurso.

O perfil de voo destes mísseis normalmente é muito baixo, chegando a voar a apenas cinco metros da superfície, o que, aliado a seu pequeno tamanho e velocidade, os torna muito difíceis de abater.

A finalidade principal deste tipo de míssil é transportar ogivas – convencionais ou de destruição em massa - por grandes distâncias de forma a atingir determinado alvo com grande precisão. O alcance dos mísseis de cruzeiro pode variar de aproximadamente 300 km a até 1000 Km. Além desse fator, os mísseis podem ser transportados em diferentes plataformas -

terrestres, navais, submarinas ou aéreas - fazendo deles um excepcional meio dissuasório e uma das principais ameaças aéreas da atualidade, sendo seu desenvolvimento controlado e desencorajado para países que ainda não o possuem.

De acordo com o manual EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea, a artilharia antiaérea possui como uma de suas limitações, a dificuldade de engajar mísseis balísticos e de cruzeiro, bem como demais alvos com pequenas dimensões, com grande velocidade e que empreguem tecnologia furtiva.

Também de acordo com o manual EB70-MC-10.231 a artilharia antiaérea pode ser classificada quanto a sua faixa de emprego ao conseguir realizar engajamentos contra alvos voando na faixa compreendida entre 3000 e 15000 metros de altura.

O Boletim do Exército nº 38, de 21 de setembro de 2012, descreve os requisitos operacionais básicos do Míssil Tático de Cruzeiro para o Sistema ASTROS 2020, dentre eles podemos citar como principais para a elaboração do nosso trabalho os seguintes:

Ter faixa de alcance de 30 (trinta) km a, pelo menos, 300 (trezentos) km. (dez)
Utilizar a estrutura logística, de comando e controle e de direção de tiro do sistema ASTROS 2020. (dez)
Possuir guiamento a partir de uma trajetória pré-programada em direção (proa), altitude e duração do voo, com sistemas de navegação redundantes. (dez)
O sistema míssil tático de cruzeiro deve possuir equipamento de navegação e controle que possibilite prover proteção contra contramedidas eletrônicas que possam interferir no controle e no funcionamento do míssil, durante toda a sua trajetória. (dez)
Possibilitar a alteração da sua rota em voo com alcance de pelo menos 100 (cem) km da posição de tiro, por meio de telecomando. (dez)
Possuir altura de cruzeiro entre 200 (duzentos) e 800 (oitocentos) metros do nível do solo, quando em voo estabilizado. (dez)
Possuir velocidade de cruzeiro de, pelo menos, 250 (duzentos e cinquenta) m/s. (dez)
Possuir equipamentos e/ou recursos que possibilitem a alteração da trajetória do míssil, com alcance de pelo menos 100 km da posição de tiro. (dez)

Em matéria publicada no sítio eletrônico do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército podemos verificar maiores características do míssil tático de cruzeiro desenvolvido pelo Exército Brasileiro em conjunto com a AVIBRÁS:

O MTC é um armamento de dissuasão extrarregional que tem por finalidade produzir um efeito cinético com precisão em alvos localizados até o alcance máximo de 300 km. A precisão do míssil, em erro circular provável, é menor ou igual a 30 metros. O míssil possui cabeça de guerra (WH – Warhead) unitária e também múltipla (MW – Multiple Warhead). O MTC voará em cruzeiro por trajetórias predefinidas por pontos de controle (waypoints). As trajetórias poderão ser de direções variáveis, retilíneas ou curvilíneas, em função de obstáculos ou da situação tática imposta ao voo de cruzeiro. O MTC navega impulsionado por uma turbina, movida a querosene de aviação.

Devido a essas características em seu projeto, o Míssil Tático de Cruzeiro desenvolvido pela empresa Avibrás Indústria Aeroespacial S/A, apresenta capacidades compatíveis com o seu emprego contra alvos estratégicos.

Sendo assim, podemos perceber que doutrinarmente o emprego de mísseis táticos de cruzeiro contra alvos defendidos por artilharia antiaérea são de difícil engajamento por parte dos sistemas de armas da artilharia antiaérea o que leva a uma capacidade de dissuasão e hipótese de emprego desse tipo de míssil mesmo contra alvos que possuam defesas antiaéreas de média altura desdobradas em seu entorno.

Visando o cumprimento os objetivos do projeto, tal pesquisa pretende solucionar o seguinte questionamento:

Quais as principais vulnerabilidades do MTC-300 em comparação com os sistemas de mísseis antiaéreos de média altura em operação na América do Sul?

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho possui como objetivo principal apresentar as possibilidades e limitações dos sistemas de mísseis antiaéreos de média altura em operação na América do Sul, bem como apresentar as vulnerabilidades do MTC-300, ainda em desenvolvimento pela Avibrás Indústria Aeroespacial S/A, perante esses sistemas de armas.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Com o objetivo de desencadear os fogos do sistema de mísseis e foguetes contra alvos estratégicos cabe ressaltar a possibilidade do mesmo estar sendo defendido por uma artilharia antiaérea de média altura, o que poderia acarretar em dificuldade de cumprir efetivamente o objetivo de atingir o nível de saturação desejado pelo escalão responsável por escolher o alvo a ser batido pelo Grupo de Mísseis e Foguetes.

Normalmente o emprego do míssil tático de cruzeiro como é o caso do MTC-300, segundo o manual EB70-MC-10.346: Planejamento e Coordenação de Fogos, estabelece no que se refere ao emprego de mísseis, o alcance e a precisão possibilitam a designação de alvos de interesse do nível estratégico.

De acordo com o manual EB70-MC-10.346: Planejamento de Fogos, no que tange a classificação dos fogos em seus aspectos táticos, os fogos desencadeados pelo Sistema Astros, seja empregando foguetes ou mísseis, podem ser classificados como fogos de aprofundamento pois:

– são executados sobre alvos localizados, normalmente, além do alcance da artilharia das brigadas (Bda) em 1o escalão. Além disso, observa-se o seguinte: a) têm por finalidade degradar a capacidade de comando e controle do inimigo e interditar partes do campo de batalha, dificultando ou impedindo o movimento de reservas e as atividades logísticas; b) são desencadeados pelos meios de apoio de fogo dos mais altos escalões de artilharia, bem como pelos meios aéreos e navais; e 2-4 EB70-MC-10.346 c) são exemplos de alvos para fogos de aprofundamento: postos de comando; instalações logísticas; reservas; regiões de passagem; áreas de reunião e concentração de tropas; meios de artilharia antiaérea; centros de comunicações; entre outros.

Fruto dessas inferências, a elaboração de um estudo com o objetivo de elencar as vulnerabilidades do MTC-300, para com os principais sistemas de defesa antiaérea de média altura em operação na América do Sul, evidencia a importância estratégica que o sistema ASTROS possui como fogos de emprego estratégico, e estabelece o principal objetivo do presente trabalho.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de obtenção de dados que pudessem servir de subsídios para a solução do problema apresentado no item 1.1, esse trabalho buscou fontes de consulta que pudessem apresentar os dados técnicos dos seguintes materiais: MTC-300, em desenvolvimento pelo Exército Brasileiro, Sistema Antiaéreo S-300 e Buk M2, ambos operados pela República Bolivariana da Venezuela e de fabricação russa.

Sendo assim, foi realizada uma revisão teórica sobre o assunto, bem como a coleta de dados em trabalhos de conclusão de curso, manuais técnicos e doutrinários, além de artigos publicados em sites especializados em assuntos sobre defesa.

Ao fim do referido trabalho, será apresentado qualitativamente as capacidades e limitações dos materiais de artilharia antiaérea de média altura em operação na América do Sul perante o míssil tático de cruzeiro MTC-300, caracterizando assim essa pesquisa como analítica-qualitativa.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Esse capítulo possui como objetivo principal a análise do problema identificado no tópico 1.1, bem como a sua relevância no cenário de defesa da América do Sul. Sendo assim, segue abaixo os principais manuais levados em consideração para a obtenção dos objetivos.

Visto que apesar de o Míssil Tático de Cruzeiro, MTC-300, que se encontra em desenvolvimento pelo Exército Brasileiro e pela empresa AVIBRAS Indústria Aeroespacial S/A, devido as características do armamento, bem como da trajetória percorrida pelo míssil em suas fases propulsada e principalmente em sua fase balística, o principal meio de interceptação seria por meios de defesa antiaérea de média altura. Sendo assim, foi utilizado como subsídio técnico os seguintes manuais: EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis, EB70-MC-10.363: Grupo de Mísseis e Foguetes, EB70-MC-10.346: Planejamento e Coordenação de Fogos e EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea.

Além dos manuais citados acima, o trabalho também buscou fontes em artigos publicados em sítios eletrônicos, documentos do Exército Brasileiro e entrevistas disponíveis em sítio eletrônico, de militares que acompanhou o desenvolvimento do material.

2.2 COLETA DE DADOS

Devido a especificidade do material, bem como de ser um produto ainda em desenvolvimento, cabe ressaltar, a carência de fontes confiáveis a respeito do Míssil.

Sendo assim, a coleta de dados se baseou nas análises e leituras dos manuais citados no tópico anterior bem como das informações levantadas através do Trabalho de Conclusão de Curso dos Majores de Artilharia QEMA Iury Nicholau Tschudar, Maj Art Luiz Morôni Coelho Silva e do Cap Art Alexandre Borges Villa Treinta, trabalho esse apresentado ao então Centro de Instrução de Artilharia de Foguetes, no ano de 2013, com o título de “O MÍSSIL TÁTICO DE 300 KM: IMPLICAÇÕES PARA O EMPREGO DO GMF”, que apresentou de maneira confiável e fidedigna as características técnicas do material de emprego militar objeto de estudo desse trabalho.

3 PRINCIPAIS MEIOS DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA EM ATUAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL

Nesse capítulo será apresentado as principais características dos sistemas de defesa antiaérea de média altura que estão plenamente operacionais no continente sul-americano. Cabe ressaltar que ambos os sistemas aqui apresentados possuem fabricação realizada pela Federação Russa, bem como o único país que os empregam em nosso continente é a República Bolivariana da Venezuela.

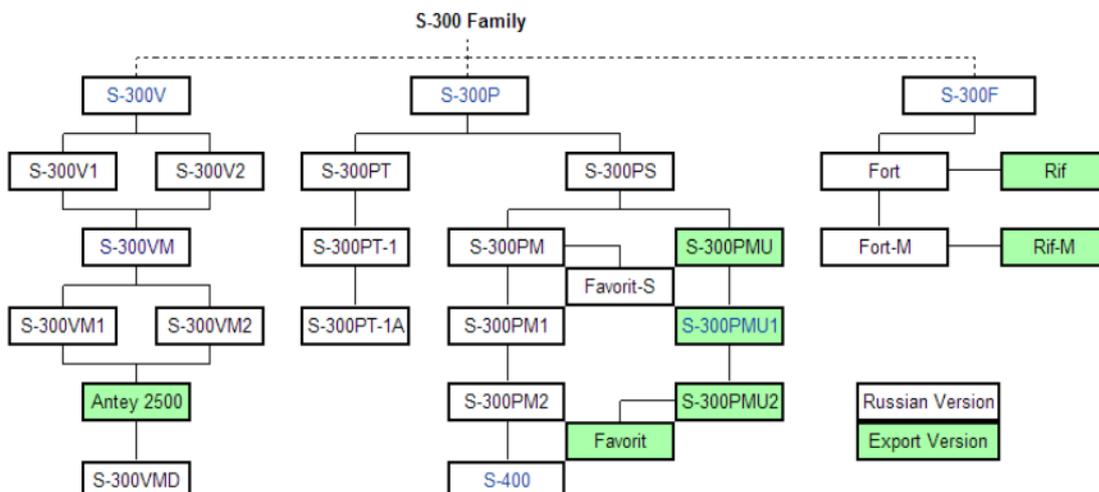
3.1 SISTEMA S-300

De acordo com o Caderno de Instrução EB60-ME-23.009, Generalidades sobre mísseis, no que diz respeito ao sistema S-300 podemos observar que:

A família S-300 tem origem na década de 1960 e sofre atualizações até os dias atuais. Inicialmente, foi concebida para engajar aeronaves e mísseis de cruzeiro, e versões subsequentes foram concebidas para engajar mísseis balísticos. As variações sofridas pelo sistema original foram muitas, como visto na árvore a seguir. Dentre estas variações, a título de exemplo, a versão de exportação aqui tratada será a S 300 VM “Antey 2500” (SA-23 Gladiator(Giant), que hoje mobília as forças armadas da Venezuela. (Caderno de Instrução EB60-ME-23.009, Generalidades sobre mísseis)

No que diz respeito aos mísseis disponíveis para o Sistema S-300, podemos verificar na figura abaixo, mais especificamente na área racharurada em verde, qual o modelo exportado pela Federação Russa para a República Bolivariana da Venezuela.

Figura 2 – Esquema da família de sistemas S-300 (em verde os sistemas para exportação)



Fonte: BRASIL (2014)

Entretanto ao analisarmos mais minuciosamente o míssil empregado pelo Sistema S-300, o Antey 2500” (SA-23 Gladiator\Giant), podemos inferir que esse consiste em uma nova geração de exportação com capacidade de engajar 24 alvos convencionais, incluindo aeronaves stealth ou 16 mísseis balísticos, como pode-se verificar no Caderno de Instrução EB60-ME-23.009, Generalidades sobre mísseis.

Já no que diz respeito a capacidade dos radares do sistema, esses possibilitam o engajamento de alvos a altíssimas velocidades e com pequenas RCS (Radar Cross Section – sigla em inglês que se refere a medida de habilidade de um alvo refletir os sinais do radar na direção do receptor.) Sendo assim, os mísseis utilizados pelo sistema são os 9M82M e 9M83M com uma alta capacidade de manobrabilidade permitindo o engajamento de alvos com elevada agilidade. (BRASIL, 2014)

Sendo assim, podemos observar no quadro 1 apresentado abaixo, maiores informações referentes aos mísseis utilizados pelo sistema:

Quadro 1 – Dados relativos aos mísseis “ANTEY 2500”

ANTEY 2500 (DADOS DA EMPRESA)		
ALCANCE MÁXIMO DE ENGAJAMENTO		200 – 250 KM
ALTURA MÁXIMA DE ENGAJAMENTO	ALVOS CONVENCIONAIS	25 KM
	ALVOS BALÍSTICOS	30 KM
ENGAJAMENTOS SIMULTÂNEOS		24
NÚMERO DE MÍSSEIS NO MESMO ALVO	MESMA LANÇADORA	2
	LANÇADORAS DIFERENTES	4
INTERVALO DE LANÇAMENTO	MESMA LANÇADORA	1,5 S
	LANÇADORAS DIFERENTES	0

Fonte: BRASIL (2014)

Após a análise das principais características do Sistema de Mísseis Antiaéreos de Média Altura, S-300, de fabricação Russa, e atualmente utilizado por diversos países, com destaque para a República Bolivariana da Venezuela, podemos inferir que esse possui a capacidade operacional de engajamento de alvos com pequena RCS, o que engloba dentre outras ameaças aéreas, os mísseis táticos de cruzeiro, objeto de nosso estudo.

Outro fator extremamente relevante no que diz respeito ao emprego desse sistema contra mísseis é o grande alcance de engajamento por parte do sistema S-300, permitindo que a ameaça aérea seja engajada em uma faixa de emprego que varia entre 200 e 250 quilômetros de distância entre o veículo lançador e o local de engajamento do alvo.

No que diz respeito a capacidade de engajamento de alvos simultâneos podemos verificar uma enorme vantagem do sistema em relação ao engajamento múltiplo das ameaças aéreas, visto sua capacidade de engajamento simultâneo de até 24 ameaças aéreas, possibilitando ao sistema o enfrentamento de uma possível supressão contra suas baterias de tiro.

3.2 SISTEMA Buk M2

Segundo o Caderno de Instrução EB60-ME-23.009, Generalidades sobre mísseis, o SISTEMA Buk M2 (SA 17 “Grizzly”) é um sistema russo produzido pela empresa Almaz Antei e a configuração do seu sistema consiste em uma viatura de comando e controle (posto de comando), uma estação de detecção de alvos que fornece um alerta antecipado ao sistema, uma viatura de aquisição de alvos e comando dos mísseis (radar de busca e acompanhamento e de guiamento dos mísseis), viaturas lançadoras, que também possuem um radar de aquisição do alvo e guiamento do míssil e viaturas de remunciação.

Figura 3 – Sistema Buk M2



Fonte: BRASIL (2014)

No que diz respeito ao acompanhamento e guiamento dos mísseis empregado por esse sistema de artilharia antiaérea de média altura, o Caderno de Instrução EB60-ME-23.009, Generalidades

sobre mísseis, em seu item 2.2.6, nos mostra que o sistema em questão é possuidor de um radar com alcance de aproximadamente 160 km, bem como tem a capacidade de detectar alvos se deslocando em baixa altura como helicópteros e mísseis de cruzeiro.

Quanto ao sistema de armas empregado pelo Sistema Buk M2, pode-se verificar a extrema mobilidade e versatilidade do mesmo, uma vez que, de acordo com o Caderno de Instrução EB60-ME-23.009, Generalidades sobre mísseis, podemos inferir que:

As viaturas lançadoras possuem quatro mísseis 9M317 com sistema de guiamento final semiativo, e possuem a versatilidade de atuarem isoladas das outras viaturas do sistema, pois, têm acoplado em sua torre, um radar com alcance de 120 Km, com capacidade de busca, acompanhamento e guiamento dos mísseis que possui. Esta viatura pode realizar quatro engajamentos simultâneos e demora em torno de 13 minutos para ser remuniçada.
(Caderno de Instrução EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis)

Quanto às características técnicas do míssil empregado pelo Sistema Buk M2, o míssil 9M317, pode-se resumir suas capacidades de acordo com o Quadro 2 abaixo apresentado:

Quadro 2 – Características do Míssil 9M317

CARACTERÍSTICAS DO MÍSSIL 9M317	
ALCANCE MÁXIMO DE ENGAJAMENTO	50 KM
ALTITUDE MÁXIMA DE ENGAJAMENTO	25 KM
VELOCIDADE MÁXIMA	MACH 3.7
SISTEMA DE GUIAMENTO	INICIAL INERCIAL COM CORREÇÕES DE RUMO E FINAL SEMI-ATIVO
CARGA ÚTIL	AE DE FRAGMENTAÇÃO 50-70 KG
ESPOLETA	IMPACTO E PROXIMIDADE

Fonte: BRASIL (2014)

Verificamos após a apresentação dos dados técnicos do Sistema Buk M2, que o míssil utilizado pela República Bolivariana da Venezuela, o modelo 9M317, possui a capacidade de engajar ameaças aéreas tanto por impacto quanto por proximidade, devido a utilização de espoleta por impacto e proximidade, o que dá ao sistema a flexibilidade de atingir o alvo dessas duas maneiras.

Já no que diz respeito a velocidade do míssil 9M317 podemos verificar no quadro acima que esse se desloca a uma velocidade de MACH 3.7 o que ao fazermos uma simples conversão para o sistema métrico, percebemos que a velocidade do referido míssil é de aproximadamente 1260 metros por segundo. Sendo assim, ao analisarmos apenas o fator velocidade de seu sistema de sistema de armas, existe a possibilidade de engajamento contra ameaças aéreas como os mísseis táticos de cruzeiro.

Em contrapartida, no que tange ao alcance do míssil 9M317, verificamos um alcance limitado a um máximo de 50 quilômetros de distância, o que para o engajamento de ameaças aéreas como os mísseis balísticos e táticos que possuem uma pequena RCS, esse alcance se mostra ineficiente a manobrabilidade e guiamento preciso que esses engenhos possuem, o que permite a eles uma maior probabilidade de evasão e insucesso por parte do sistema defensor.

4. O MÍSSIL TÁTICO DE CRUZEIRO MTC-300 (AV-TM 300)

Nesse capítulo iremos apresentar as principais características do Míssil Tático de Cruzeiro MTC-300, também conhecido como AV-TM 300, a fim de obtermos parâmetros que nos permitam inferir a respeito de sua capacidade de atuação em ambiente onde existam defesas antiaéreas de média altura, daquelas em operação na América do Sul, desdobradas.

4.1 CARACTERÍSTICAS

O Míssil Tático de Cruzeiro desenvolvido pelo Exército Brasileiro, através de seu Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) em conjunto com a empresa Avibrás Indústria Aeroespacial S/A se reveste de peculiaridades principalmente no que tange a disponibilidade dos dados disponíveis referentes a suas características e capacidades técnicas e operacionais.

Podemos observar também na Diretriz do Comandante do Exército para o período de compreendido entre os anos de 2023 e 2026, o que se segue abaixo:

O fortalecimento do Poder Militar Terrestre constitui-se no grande elemento dissuasório para um país continental como o Brasil. O preparo para atuar em variados ambientes operacionais, com foco na Amazônia, e a participação em operações internacionais devem ser priorizados e reforçados. É mister que a atuação no setor cibernético seja objeto de muita atenção. Além disso, a Força deve continuar a **aperfeiçoar os sistemas militares terrestres e incrementar as capacidades operacionais** e a prontidão logística, buscando a obtenção de capacidades relacionadas ao conceito operacional de **negação de acesso e de área**. Deve-se buscar, também, aperfeiçoar a interoperabilidade na atuação conjunta e interagências. (Diretriz do Comandante do Exército, 2023 - 2026, p. 16, grifo nosso).

Outro aspecto importante presente na Diretriz do Comandante do Exército para o período compreendido entre os anos de 2023 e 2026 é a sua intenção de comando, que preconiza:

“Minha intenção é acelerar as ações de **transformação** e de **modernização** do Exército Brasileiro que proporcionem capacidades para enfrentar as ameaças mais relevantes ao País e **contribuam para o desenvolvimento nacional**. Também, continuar o processo de fortalecimento da coesão interna, valorizando a Família Militar, a dimensão humana e o culto aos valores e às tradições. E, ainda, manter os elevados índices de operacionalidade e de confiabilidade alcançados pela Força, para que o **Exército de Caxias esteja**

permanente pronto para responder aos desafios de hoje e, ao mesmo tempo, **prepare-se oportunamente para aqueles do amanhã.**” (Diretriz do Comandante do Exército, 2023 - 2026, p. 13, grifo nosso).

Após a análise desses trechos da Diretriz do Comandante do Exército, 2023 – 2026, bem como da sua intenção de comando, podemos perceber a importância dada por nossa força a capacidade de dissuasão através do emprego de equipamentos modernos e que tenham tecnologia de defesa nacional, como é o caso do míssil objeto de estudo desse trabalho, o Míssil Tático de Cruzeiro, MTC-300. Material esse que após a conclusão de seu projeto, dará ao nosso país mais um fator de dissuasão perante nossos vizinhos da América do Sul.

Como também é abordado por TSCHUDAR, MORÔNI, VILLA (2013, p. 10) a dissuasão é uma forma de resolver conflitos entre Estados, que está entre a persuasão e a coerção, presente desde os tempos de paz.

Bem como, a contribuição das Forças Armadas para a dissuasão somente será concretizada se o Brasil contar com um Poder Militar efetivo apto a se contrapor a eventuais ameaças. (TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013)

Dentro desse contexto, cresce o valor da posse de um meio de apoio de fogo que conjugue letalidade e alcance [...] existe o incremento da precisão (aproximadamente 30 metros), além de ser o único artefato bélico com estas potencialidades no subcontinente Sul Americano. (TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013).

Após essa introdução que corrobora com a possibilidade de emprego estratégico e ou operacional do Míssil Tático de Cruzeiro, MTC-300, abordaremos a seguir os aspectos técnicos do material, com o objetivo final de verificarmos suas capacidades e limitações perante os principais sistemas de defesa antiaérea de média altura em atuação na América do Sul, que como já foi abordado anteriormente, são os Sistemas S-300 e o Buk M2, ambos empregados pela República Bolivariana da Venezuela.

Dentre as características do AV-TM 300, encontra-se a precisão conferida por um sistema de posicionamento global (trinta metros), independente da distância a ser atingida Segundo (TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013).

Ao tomarmos a definição do Míssil Tático de Cruzeiro, MTC-300, concordamos com:

O Míssil Tático de Cruzeiro, AV-TM 300, é uma munição de inteligente do Sistema ASTROS, solo-solo, do tipo “fire-and-forget” (após o disparo, o míssil não necessita de mais de interferência humana para acertar o alvo), capaz de levar uma **carga bélica convencional de até 200 kgf** a uma **distância de até 300 km** com **precisão menor que 30 m**. Ele fornece ao Exército Brasileiro uma capacidade de atingir alvos de alto valor em grande oportunidade,

com alta precisão e baixa dispersão, reduzindo a possibilidade de danos colaterais e aumentando significativamente a eficácia das missões de tiro. (TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013, grifo nosso)

Sendo assim, o míssil AV-TM 300 está dividido em 04 módulos que são, conforme verificamos em TSCHUDAR, MORÔNI, VILLA (2013):

- a) sistema de propulsão composto pelos motores de aceleração de aceleração (booster), com tempo de queima de aproximadamente 10 segundos e condução do míssil a uma altura de até 1000 metros, e motor de cruzeiro (turbojato), que deverá ter partida em voo por meio combinado de auto-rotação pelo escoamento de ar e acionamento pirotécnico;
- b) cabeça-de-guerra podendo ser do tipo AE, com 109 Kg de PBX, ou do tipo cabeça múltipla, com no mínimo 66 submunições de 70 mm;
- c) sistema eletrônico embarcado composto pelo sistema computacional (computador de bordo, softwares de gerenciamento de voo e de navegação, guiamento e controle), unidade de telecomando (receptor e antena), sensores de navegação (GPS – com sistema antijaming – navegador inercial e rádio altímetro), sistema de energia, cablagem e unidade de telemetria (esta apenas para a fase de desenvolvimento);
- d) sistemas pirotécnicos para alijamento do booster, ignição do turbojato, acionamento das cabeças-de-guerra, execução da autodestruição e ignição do booster.

Além dos módulos descritos nos parágrafos acima, o AV-TM 300 possui 03 conjuntos de superfícies aerodinâmicas, atuadores eletromecânicos independentes (direcionam o míssil para o alvo movendo o conjunto de superfície aerodinâmica central) e um corsão umbilical para conexão. Conforme especificada na Tabela 3 abaixo apresentada: (TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013).

Quadro 3: Características do Míssil MTC-300

Comprimento	5.480 mm
Diâmetro	450 mm
Envergadura da asa	1.250 mm
Peso total de decolagem	1.100 kgf
Massa da Cabeça de Guerra (total)	200 kg
Velocidade nominal em cruzeiro	290 m/s
Altura mínima em cruzeiro	200 m
Altura máxima em cruzeiro	800 m
Altitude máxima de lançamento	3000 m
Teto de voo	3350 m (11000 ft)

Alcance operacional máximo	300 km
Alcance operacional mínimo	30 km
Precisão (CEP)	Menor que 30 m
Mísseis por LMU	2

Fonte: TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013

4.2 SISTEMA DE GUIAMENTO E NAVEGAÇÃO

Quanto ao guiamento do míssil, sua navegação é realizada através de uma combinação de um sistema de navegação inercial (INS – *Inertial Navigation System*) com um sistema de posicionamento global (GPS – *Global Positioning System*), associado a um rádio altímetro que tem o objetivo de monitorar a altura do míssil em relação ao solo em sua fase terminal a fim de maximizar os efeitos da cabeça-de-guerra ao atingir o alvo. (TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013).

Também segundo TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA (2013), o míssil realiza um acompanhamento do terreno através de um sensor eletrônico capaz de corrigir o curso do míssil ao interagir com as informações armazenadas a bordo do mesmo, bem como existe a possibilidade de estabelecimento de *waypoints* (pontos preestabelecidos que devem ser percorridos antes do míssil atingir o alvo).

Sendo assim, basicamente a controle de movimento do AV-TM 300 resume-se no quadro 4 abaixo:

Quadro 4: Controle de Movimento do Míssil MTC-300

Pilotagem	Central Inercial (3 eixos)
Guiamento	Trajectoria pré-programada
Navegação	INS + GPS
Altitude	Pré-programada

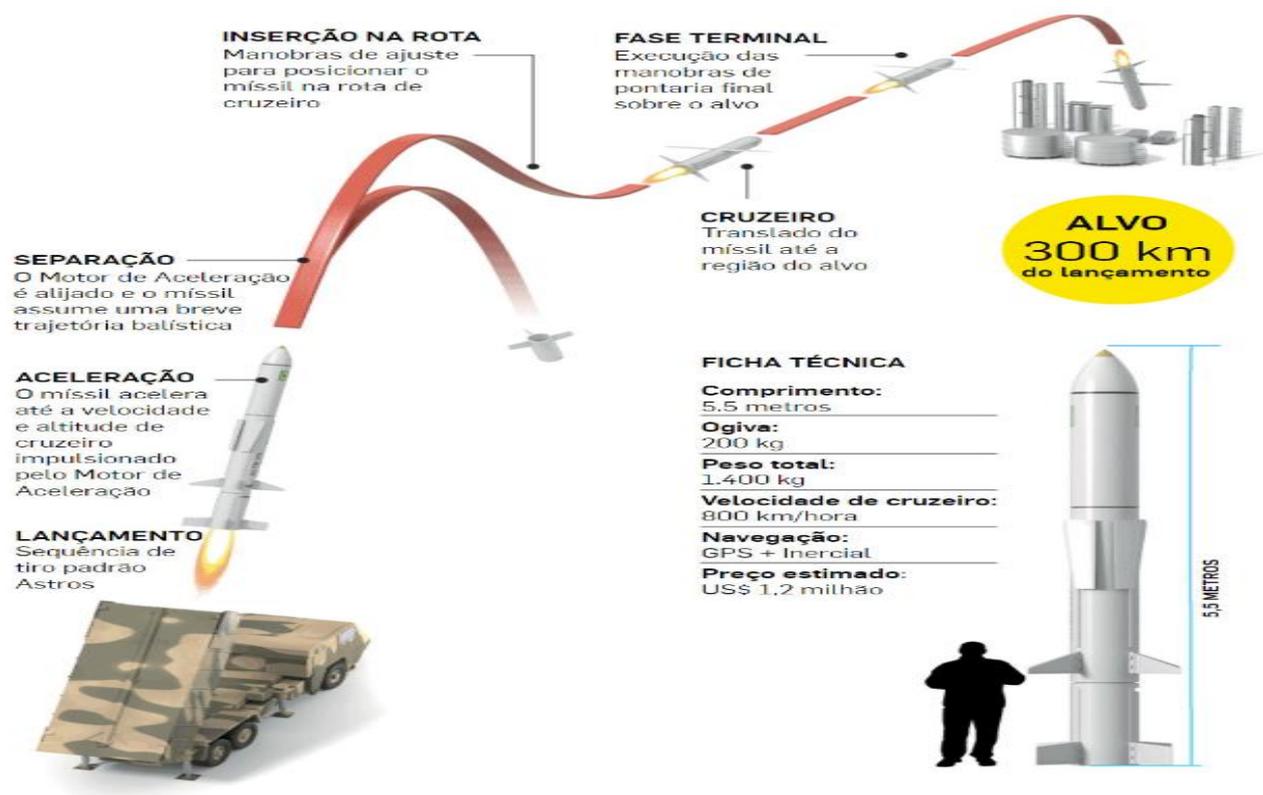
Fonte: TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA, 2013.

No que diz respeito a destruição do míssil, segundo TSCHUDAR; MORÔNI; VILLA (2013) informam em seu trabalho, que essa se dará da seguinte forma:

A destruição do míssil será comandada por meio de um computador de bordo capaz de receber o sinal de telecomando (teledestruição) ou por meio de detecção de falha através do software de gerenciamento de voo (autodestruição) [...] A destruição do míssil, pode ser realizada de duas maneiras: em voo, através da detonação de sua cabeça-de-guerra ou no solo, através de uma mudança de rota com o objetivo de que este atinja o chão em um local seguro e planejado.

No que diz respeito ao funcionamento do míssil MTC-300 podemos observar no infográfico abaixo (Figura 4) maiores características do mesmo após o lançamento bem como características de seu guiamento.

Figura 4 - Modelo Esquemático de Funcionamento do Míssil Tático de Cruzeiro MTC-300



Fonte: GODOY, Roberto. Exército retoma voos de testes do MTC-300, capaz de atingir um alvo a 300 km de distância; primeiras entregas estão previstas para 2023. *O Estado de S.Paulo*, São Paulo. Disponível em <https://www.forte.jor.br/2018/03/26/misil-mtc-300-entra-em-fase-final-de-desenvolvimento/>.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo serão analisados os dados e características do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC-300).

Ao analisarmos as características técnicas apresentadas no **Capítulo 4 O Míssil Tático de Cruzeiro MTC-300 (AV-TM 300)**, podemos perceber que o míssil de fabricação nacional possui altura mínima e máxima, respectivamente, em voo de cruzeiro de 200 metros e 800 metros. Tal dado deve ser analisado com bastante atenção pois tomando como base sua altitude de lançamento máxima que é de 3000 metros, o que somada a sua altura máxima de cruzeiro, o MTC-300 seria capaz de voar

a uma altitude máxima de 3800 metros, altitude essa que impossibilitaria o engajamento do MTC-300 por meio de um sistema de armas de média altura, como é o caso do S-300 e do Buk M2, que possuem altitudes de engajamento, respectivamente, de 25 e 50 quilômetros, uma vez que esses sistemas não são voltados para serem empregados a uma altitude tão baixa como a empregada pelo MTC-300.

Outro fator relevante a ser analisado em relação aos sistemas de média altura S-300 e Buk M2, é o fato de esses sistemas possuírem a capacidade de emprego contra mais de uma ameaça aérea simultaneamente, fator esse que não seria abordado como limitação do Míssil Tático de Cruzeiro, MTC-300, perante esses sistemas, visto que a doutrina de emprego dos mísseis táticos de cruzeiro é a de emprego isolado contra alvos devidamente escolhidos até mesmo nos níveis operacional e/ou estratégico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como já foi citado no escopo desse trabalho os meios de apoio de fogo da artilharia de campanha do Exército Brasileiro, mais especificamente da artilharia de mísseis e foguetes através do projeto ASTROS vem sendo gradualmente atingidos. Sendo que o próximo passo do mesmo é o emprego operacional do Míssil Tático de Cruzeiro, MTC-300, de fabricação e desenvolvimento completamente nacionais, fato esse que corrobora com o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa (BID) uma vez que o projeto do Míssil Tático de Cruzeiro de desenvolvimento nacional foi realizado pelo nosso Exército Brasileiro juntamente com a empresa de capital privado, Avibrás Indústria Aeroespacial S/A.

Ao observarmos que o projeto ASTROS se encontra em fase final de implantação, o Brasil já se encontra em um patamar acima de nossos vizinhos sul-americanos no que tange ao apoio de fogo prestado a manobra de sua força terrestre, o que confere ao nosso Exército a capacidade de projetar poder e dissuasão principalmente perante os países que possuem fronteiras terrestres com ao território brasileiro.

Tal poder e dissuasão citados acima se intensificarão por meio de uma projeção de poder extremamente abrangente com a conclusão do MTC-300 o que fará com que o Brasil se torne o único país do continente sul-americano possuidor de um míssil de cruzeiro capaz de atingir alvos com uma precisão menor que 30 metros e como seu próprio nome faz referência bem como possuir a capacidade de emprego a uma distância de até 300 quilômetros de distância de sua plataforma lançadora.

Após tal análise realizada, e ao levarmos em consideração, como já citado no capítulo **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO** que o míssil tático de cruzeiro, MTC-300, não possui vulnerabilidades significativas perante os sistemas de defesa antiaérea de média altura atuantes na América do Sul, somos capazes de responder ao questionamento principal de nosso trabalho de maneira positiva ao projeto nacional de um míssil tático de cruzeiro.

Cabe ressaltar que devido ao fato de a sua altura de cruzeiro ser de no máximo 3800 metros, cerca de 12500 pés, faixa de emprego essa que apesar de não ser o foco de atuação dos sistemas de média altura abordados em nosso trabalho, os sistemas de baixa altura o cobrem com relativa efetividade. Entretanto, devido as suas diminutas dimensões, cerca de 5,48 metros de comprimento e diâmetro de apenas 45 centímetros, corroboraria com a dificuldade de fornecer aos sistemas de defesa antiaérea, mesmo os de baixa altura, o alerta antecipado em tempo hábil para o acionamento desses sistemas de armas.

Ao término desse trabalho, conseguimos concluir a respeito das características, capacidades e possíveis limitações do Míssil Tático de Cruzeiro desenvolvido pelo Estado Brasileiro e que podemos observar através da compilação e posterior análise dessas características e dados que o Exército Brasileiro vem se tornando um dos principais colaboradores para que o Estado brasileiro projete internacionalmente seu poderio de dissuasão estratégica extrarregional.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército Brasileiro. **EB60-ME-23.403: Generalidades sobre mísseis**. 1. Ed. Brasília, 2015.

BRASIL. Exército. **Diretriz do Comandante do Exército 2023 -2026**. Brasília, 2023.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.346: PLANEJAMENTO E CORDENAÇÃO DE FOGOS**. 3. ed. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.363: GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES**. ed. exp. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea**. 1. ed. Brasília, 2017.

DOMINGUES, C.A; NEVES, E.B. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos de Pessoal (CEP), 2007.

REQUISITOS OPERACIONAIS BÁSICOS - Os ROB estabelecidos no Boletim do Exército N° 38 - EME, de 21 de setembro 2012.

TSCHUDAR, I. N.; MORÔNI, L. C. S.; VILLA, A. B. T. **O Míssil Tático de 300km: implicações para o preparo e emprego do GMF**. Trabalho de Conclusão de Curso (Estágio de Organização, Preparo e Emprego) – Centro de Instrução de Artilharia de Foguetes, Formosa-GO, 2013.

U.S DEPARTMENT of STATE, **Misile Technology Control Regime: Frequently Asked Questions**. Disponível em: <https://www.state.gov/remarks-and-releases-bureau-of-international-security-and-nonproliferation/missile-technology-control-regime-mtcr-frequently-asked-questions/>. Tradução nossa. Acesso em: 12 maio 2024.