

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

**José Victor Lagruta de Amorim Alves**

**POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO MÍSSIL TÁTICO DE CRUZEIRO FRENTE  
ÀS DEMAIS MUNIÇÕES JÁ EMPREGADAS NO SISTEMA ASTROS.**

**Resende  
2023**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA  
PROFISSIONAL

TÍTULO DO TRABALHO: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO MÍSSIL TÁTICO  
DE CRUZEIRO FRENTE ÀS DEMAIS MUNIÇÕES JÁ EMPREGADAS NO SISTEMA  
ASTROS.

AUTOR: JOSE VICTOR LAGRUTA DE AMORIM ALVES.

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em periódico da Instituição ou outro veículo de comunicação do Exército.

A AMAN poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou do Diretor de Ensino da AMAN.

Resende, 29 de A G O S T O de 2023

  
Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

A474p ALVES, José Victor Lagruta de Amorim

Possibilidades e limitações do míssil tático de cruzeiro frente as demais munições já empregadas no sistema ASTROS / José Victor Lagruta de Amorim Alves – Resende; 2023. 33 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: André Ricardo Pereira Domingos dos Santos

TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Míssil tático de cruzeiro. 2. Sistema ASTROS. 3. Foguetes. 4. Míssil. I. Título.

José Victor Lagruta de Amorim Alves

**POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO MÍSSIL TÁTICO DE CRUZEIRO FRENTE  
ÀS DEMAIS MUNIÇÕES JÁ EMPREGADAS NO SISTEMA ASTROS.**

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

Orientador: 1º Ten André Ricardo Pereira Domingos dos Santos

Resende  
2023

**José Victor Lagruta de Amorim Alves**

**POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO MÍSSIL TÁTICO DE CRUZEIRO FRENTE  
ÀS DEMAIS MUNIÇÕES JÁ EMPREGADAS NO SISTEMA ASTROS.**

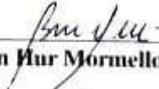
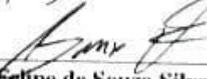
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 21 de AGOSTO de 2023.

Banca examinadora:



**André Ricardo Pereira Domingos do Santos, 1º Ten**  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Ben Hur Mormello, Cel**  
\_\_\_\_\_  
**Luís Felipe de Souza Silva, Cap**

**Resende**  
**2023**

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, que me deu forças para chegar até esse ponto, e também, à minha família, em especial, meu pai e minha mãe, que sempre me apoiaram no meu sonho de me tornar um oficial do Exército Brasileiro, sem os quais nada seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me permitido obter êxito no concurso de ingresso à EsPCEX e ter tido a oportunidade de iniciar a minha caminhada na formação no Exército Brasileiro, que este ano chega ao final.

Agradeço aos meus pais que nunca desistiram de me apoiar em meu objetivo e por estarem sempre comigo, mesmo que não presencialmente, dando-me forças para continuar a minha jornada durante a formação.

E ao meu orientador, que aceitou avaliar meu trabalho, mesmo tendo que dedicar seu tempo livre para isso, ajudando-me, assim, a chegar ao meu objetivo de me tornar um oficial do Exército Brasileiro.

## RESUMO

### POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO MÍSSIL TÁTICO DE CRUZEIRO FRENTE ÀS DEMAIS MUNIÇÕES JÁ EMPREGADAS NO SISTEMA ASTROS.

AUTOR: José Victor Lagruta de Amorim Alves

ORIENTADOR: 1º Ten André Ricardo Pereira Domingos dos Santos

No contexto da guerra convencional atual, torna-se cada vez mais importante a capacidade de apoio de fogo, como nos tem mostrado o conflito Rússia – Ucrânia. Dito isso, é evidente que quanto mais moderno e desenvolvido é o sistema de saturação da parte beligerante, maior é a sua capacidade de atingir a vitória no conflito. O presente trabalho trata do Míssil Tático de Cruzeiro frente às demais munições que são empregadas no Sistema ASTROS, tendo como Objetivo geral analisar as principais diferenças entre essas duas categorias de munições de lançadoras. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa com o objetivo de coletar informações pertinentes sobre o Míssil Tático de Cruzeiro, incluindo foguetes atualmente em uso e outros elementos que impactam nas missões de tiro, como as viaturas do sistema, a identificação de alvos e o contexto estratégico, em que o desenvolvimento do novo míssil está inserido. Com base no estudo de todo o material de apoio coletado, foi concluído que o MTC será um ganho para as operações do EB, vindo para aumentar o poder de dissuasão brasileiro e as capacidades de apoio dos GMF e não para substituir os foguetes que já se encontram em fase de uso.

**Palavras-chave:** Míssil Tático de Cruzeiro. Sistema ASTROS. Foguetes. Míssil.

## ABSTRACT

### **POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF THE TACTICAL CRUISE MISSILE COMPARED TO OTHER MUNITIONS ALREADY EMPLOYED IN THE ASTROS SYSTEM**

AUTHOR: José Victor Lagruta de Amorim Alves  
ADVISOR: 1st Lt. André Ricardo Pereira Domingos dos Santos

In the context of current conventional warfare, fire support capability becomes increasingly important, as the Russia-Ukraine conflict has shown us. That said, it is evident that the more modern and developed the saturation system of the belligerent party, the greater its capacity to achieve victory in the conflict. The present work deals with the Tactical Cruise Missile compared to other ammunition that are used in the ASTROS System, with the general objective of analyzing the main differences between these two categories of ammunition for launchers. A bibliographical research of a qualitative nature was carried out with the objective of collecting pertinent information about the Tactical Cruise Missile, including rockets currently in use and other elements that impact on the shooting missions, such as the system's vehicles, the identification of targets and the context strategic, in which the development of the new missile is inserted. Based on the study of all the support material collected, it was concluded that the MTC will be a gain for the operations of the EB, coming to increase the Brazilian deterrence power and the capabilities of GMF support and not to replace rockets that are already in use.

**Keywords:** Tactical Cruise Missile, ASTROS System, Rockets. Missile

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Viaturas do Sistema ASTROS.....	17
Figura 2 - Lançadora Universal (AV-LMU) .....	18
Figura 3 - Viatura Remuniadora (AV-RMD) .....	18
Figura 4 - Viatura de Controle de Fogo (AVUCF) .....	19
Figura 5 - Viatura Meteorológica (AV-MET) .....	20
Figura 6 - Viatura Posto de Comando e Controle (AV-PCC) .....	21
Figura 7 - Veículo de Comando e Controle (AV-VCC) .....	21
Figura 8 - Viatura Oficina (AV-OFVE) .....	22
Figura 9 - Organograma de uma Bateria de Busca de Alvos.....	23
Figura 10 - Munições do Sistema ASTROS.....	25
Figura 11 - Cabeça de Guerra Múltipla do Foguete SS-40.....	26
Figura 12 - Sequência de Análise de Alvos.....	27
Figura 13 - Modelo de Matriz SWOT.....	28

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Mapeamento dos benefícios do Prg EE ASTROS 2020.....	16
Tabela 2 - Características das principais munições do Sistema ASTROS 2020.....	25
Tabela 3 - Tabela de Alvos Típicos.....	28
Tabela 4 - Matriz SWOT: Missíl Tático de Cruzeiro.....	29

## **LISTA DE SIGLAS**

A Ex	ARTILHARIA DO EXÉRCITO
AMAN	ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ASTROS	ARTILLERY SATURATION ROCKET SYSTEM
BIA BA	BATERIA DE BUSCA DE ALVOS
Bda	BRIGADA
CI Art Mis Fog	CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES
ECEME	ESCOLA DE COMANDO E ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO
ESAO	ESCOLA DE APEFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS
GBA	GRUPO DE BUSCA DE ALVOS
GMF	GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES
MD	MINISTÉRIO DA DEFESA
MTC	MÍSSIL TÁYICO DE CRUZEIRO
PG	PRISIONEIRO DE GUERRA
SARP	SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS.....	13
<b>1.1.1 Objetivo geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 MÍSSEIS E FOGUETES .....	14
2.2 PROJETO ESTRATÉGICO ASTROS 2020 .....	14
2.3 VIATURAS COMPONENTES DE UMA BATERIA ASTROS .....	16
<b>2.3.1 Lançadora Universal (AV-LMU)</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.2 Viatura Remuniadora (AV-RMD)</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3.3 Viatura de Controle de Fogo (AV-UCF)</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.4 Viatura Meteorológica (AV-MET)</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.5 Viatura Posto de Comando e Controle (AV-PCC)</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.6 Veículo de Comando e Controle (AV-VCC)</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3.7 Viatura Oficina (AV-OFVE)</b> .....	<b>22</b>
<b>3 REFERENCIAL METODOLÓGICO</b> .....	<b>24</b>
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	24
3.2 MÉTODOS.....	24
<b>3.2.1 Munições já empregadas</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.2 Material e carga explosiva</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.3 Alvos</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.4 Análise de SWOT</b> .....	<b>28</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>29</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A origem da artilharia remonta à Grécia Antiga, onde as primeiras peças primitivas, conhecidas como catapultas, eram utilizadas para destruir fortificações durante os combates. Essas catapultas lançavam cargas, que podiam ser inflamáveis ou não, em direção às posições inimigas. Com o avanço da tecnologia e da indústria bélica, ocorreu uma notável evolução nos armamentos usados com essa finalidade, surgindo novas possibilidades de aplicação. Os canhões foram desenvolvidos, representando um avanço significativo em relação aos meios anteriores, pois, tinham um poder de fogo superior e eram capazes de lançar projéteis de ferro e, posteriormente, granadas com tiros diretos.

Com o avanço da manobra e das situações de conflito, o uso exclusivo do tiro direto deixou de ser suficiente para atender às necessidades de apoio de fogo às tropas. Como resultado, foi introduzida uma nova arma no contexto das guerras: o obuseiro. Esse armamento trouxe consigo uma capacidade aprimorada de apoio de fogo, pois permitia não apenas o tiro direto, mas também o tiro indireto, ampliando a área que as baterias eram capazes de cobrir.

Além da evolução no campo dos armamentos, do tiro, da doutrina e do emprego, a artilharia também mudou sua forma de deslocamento com o tempo, adequando-se às necessidades da época e do terreno. As peças, sempre muito pesadas, no início, eram tracionadas por animais e, nos dias de hoje, podem ser tracionadas por viaturas, transportadas por meios aéreos ou fluviais ou, ainda mesmo, serem autopropulsadas.

Toda essa evolução da artilharia chega também às munições utilizadas. O que no início eram grandes flechas ou pedras impulsionadas por meio da neurobalística, hoje são granadas, cada vez mais modernas, que utilizam a pólvora para sua projeção. Nesse contexto, é interessante a discussão sobre as munições do Sistema ASTROS, algo novo no Exército Brasileiro e que, em tão pouco tempo, trouxe uma grande evolução no poder de dissuasão do Brasil e nas suas capacidades de ataque e defesa.

O sistema usa lançadoras universais para realizar seus tiros. Tais armamentos são capazes de executar disparos com mísseis ou foguetes, dependendo das necessidades táticas do momento. As munições usadas no sistema são recentes, como no caso do foguete guiado desenvolvido pela AVIBRAS na última década. Atualmente, está sendo desenvolvido o Míssil Tático de Cruzeiro, que promete ser capaz de atingir alvos a 300 km de distância da posição de bateria de onde será lançado.

Dentre as possibilidades do Sistema Astros, destacam-se:

- a) Ocupar rapidamente as posições de tiro previamente selecionadas e abandoná-las sem demora após a missão;
- b) Responder prontamente à solicitação de apoio de fogo;
- c) Conduzir a direção de tiro;
- d) Determinar os elementos de tiro, por meios computadorizados;
- e) Conduzir fogos em missões do tipo eficácia e ajustarei, com o uso de radar e sob quaisquer condições meteorológicas;
- f) Grande poder de fogo, e
- g) Fator surpresa (BRASIL, 2013).

O objetivo deste estudo é analisar as características e diferenças da munição recentemente desenvolvida, bem como suas possibilidades de utilização em comparação com as munições, atualmente empregadas no treinamento dos grupos de mísseis e foguetes brasileiros. Além disso, busca-se explorar as potenciais aplicações efetivas dessa munição em atividades de campanha, especialmente em apoio ao Exército, considerando o uso da bateria ASTROS.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar as principais diferenças de características e emprego entre as munições já utilizadas no Sistema ASTROS e o Míssil Tático de Cruzeiro.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Identificar as diferenças entre as munições já existentes e o novo míssil;

Descrever o emprego da nova munição desenvolvida;

Identificar quais fatores nortearão a escolha de qual munição a ser utilizada em uma operação;

Correlacionar as respostas anteriores com a experiência de militares que trabalham ou já trabalharam com o Sistema.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MÍSSEIS E FOGUETES

É uma realidade que o Sistema ASTROS utiliza várias viaturas lançadoras, cada uma delas com capacidade para lançar mísseis e foguetes. É essencial diferenciar esses tipos de munição empregados nesses armamentos. Em termos de alcance, os mísseis conseguem a capacidade de atingir distâncias maiores. O Míssil Tático de Cruzeiro tem um alcance estimado de 300 km, enquanto o foguete SS-80, que é o foguete de maior alcance no sistema, pode atingir alvos a uma distância máxima de 90 km da posição da bateria de lançamento.

Uma diferença notável entre esses dois tipos de munição está relacionada ao controle de suas trajetórias após o disparo. Um foguete é uma munição autopropulsada portadora de carga explosiva, na qual a trajetória não pode ser alterada após o lançamento, semelhante a um tiro de artilharia convencional. Diferentemente dos foguetes, um míssil possui meios de alterar sua trajetória após o lançamento, se necessário (BARCELLOS, 2021).

**Mísseis.** Projétil-foguete a que se incorporou um sistema de comando guiado, que permite modificar sua trajetória para chegar ao objetivo, o míssil compõe-se de cabeça, motor-foguete e sistema de guia. Este último calcula a diferença entre a posição do míssil e a do objetivo a cada momento e gera ordens ou sinais que atuam sobre os controles aerodinâmicos. Compõem o sistema os radares, as calculadoras eletrônicas ou instrumentos analógicos e os servossistemas de controle, definidos como sistemas em que as magnitudes dos sinais de entrada controlam, mediante funções de transferência, os comandos que regulam as funções ditas "de saída". Constam também do sistema de guia as fontes de energia elétrica, hidráulica ou pneumática. Os tipos básicos de guia são a teleguia, a perseguição automática, a guia por feixes, a trajetória preestabelecida e a guia por comando. (ENCICLOPÉDIA GLOBAL, 2023).

### 2.2 PROJETO ESTRATÉGICO ASTROS 2020

O Programa Estratégico ASTROS foi criado com o objetivo de inserir, ao Exército Brasileiro, meios de apoio de fogo longo com letalidade e grande precisão, que fossem capazes de influenciar na dissuasão extrarregional. Equipando os Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF) com lançadoras de mísseis e foguetes modernas capazes de bater alvos que estejam dentro da faixa de distância de 15 km a 300 km de suas posições de bateria.

O programa iniciou em 2012 e está previsto para ser concluído em 2023. Ele abrange diversos projetos de pesquisa e desenvolvimento, bem como a aquisição e modernização de lançadores do Sistema ASTROS, além da construção e utilização de organizações militares especializadas no uso desse equipamento. O trabalho é realizado em parceria entre o Exército

Brasileiro e a empresa AVIBRAS, sediada em São José dos Campos. Essa colaboração envolve a criação, o desenvolvimento e o fornecimento de munições, assim como veículos para reabastecimento, controle meteorológico, lançamento e comando.

O Programa ASTROS 2020, inicialmente, foi formado por oito projetos em sua estrutura analítica, mas este trabalho possui enfoque na análise de dados nos tópicos a, c e f.:

- a. Projeto Míssil Tático de Cruzeiro – MTC 300;
- b. Projeto Foguete Guiado SS-40G;
- c. Projeto Viaturas do Sistema ASTROS;
- d. Projeto Forte Santa Bárbara;
- e. Projeto Sistema Integrado de Simulação ASTROS (SIS-ASTROS);
- f. Projeto Busca de Alvos, e
- g. Projeto Instrumentação Técnica para Campo de Instrução (EXÉRCITO BRASILEIRO, s/d)

A implementação do MTC-300 traz benefícios significativos para o programa ASTROS, sendo o principal deles o fortalecimento do poder dissuasório regional e extrarregional do Brasil, contribuindo, assim, para aumentar a sensação de segurança da população brasileira. Essa capacidade coloca o Brasil entre os poucos países com tal avanço bélico.

A concepção e o desenvolvimento do projeto estratégico MTC estão alinhados com os conceitos apresentados por Alberts (2002) e Smith (2002), que destacam a interdependência entre os conflitos armados na Era da Informação e os avanços tecnológicos e a capacidade de inovação. Esses avanços visam aumentar a precisão dos ataques cirúrgicos, possibilitando uma letalidade seletiva e reduzindo as baixas entre os civis inocentes. Esse fato representa um benefício importante, pois torna as ações militares mais eficientes, com menor ocorrência de danos colaterais indesejados (BASTO, 2020).

TABELA 1 - Mapeamento dos benefícios do Prg EE ASTROS 2020

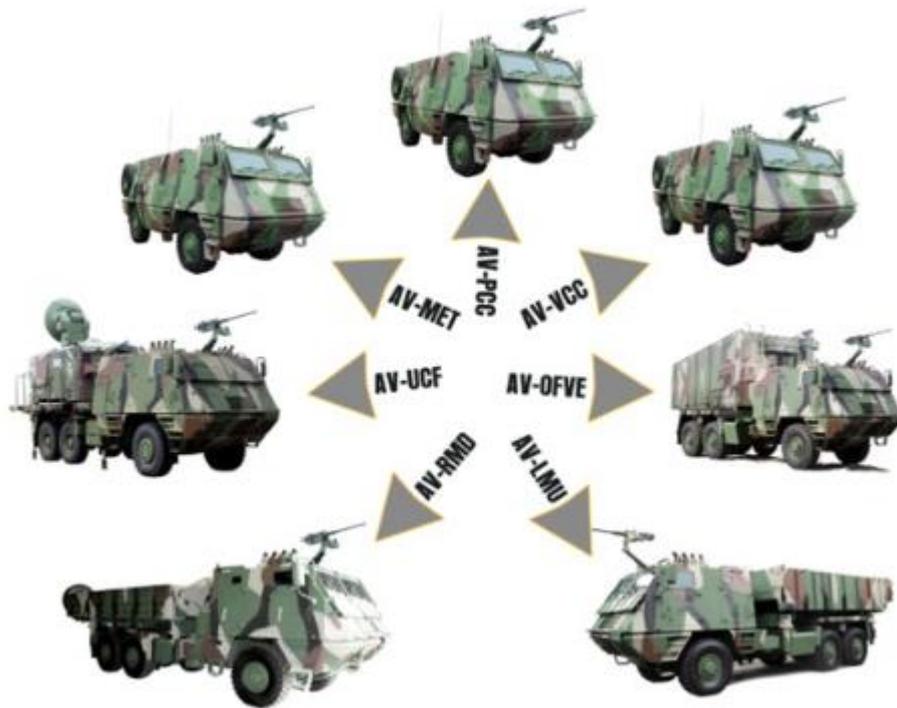
Relação dos principais Benefícios do ASTROS 2020	Benefícios tangíveis	Benefícios intangíveis	Realização
Desenvolvimento da BID		X	-
Fomento ao comércio externo	X		Aumento da balança comercial do País
Internacionalização de empresas nacionais		X	Aumento das vendas de material bélico para o Oriente Médio
Dissuasão extrarregional		X	-
Fortalecimento da segurança nacional		X	-
Contribuição para elevação dos níveis acadêmicos	X		Geração de artigos científicos, mestrados e doutorados <sup>11</sup>
Fortalecimento da liderança regional sul-americana		X	-
Geração de empregos (por ano)	X		4.306 <sup>12</sup>
Geração de tributos (mi/ano)	X		692 <sup>10</sup>
Incremento no PIB nacional (mi/ano)	X		2.074 <sup>10</sup>
Fortalecimento da imagem da indústria nacional		X	-
Inserção internacional do Brasil		X	-
Integração do EB com a comunidade acadêmica		X	-
Aumento da eficiência em operações militares	X		-

Fonte: GOOGLE (2016)

### 2.3 VIATURAS COMPONENTES DE UMA BATERIA ASTROS

Uma bateria ASTROS é composta por 14 viaturas, que desempenham funções específicas dentro do sistema, sendo elas: 6 viaturas lançadoras universais (AV-LMU), 3 viaturas remuniadoras (AV-RMD), 1 viatura de controle de fogo (AV-UCF), 1 viatura meteorológica (AV-MET), 1 viatura posto de comando e controle (AV-PCC), 1 veículo de comando e controle (AV-VCC) e 1 viatura oficina (AV-OFVE).

FIGURA 1 – Viaturas do Sistema ASTROS



Fonte: GOOGLE (2020)

### 2.3.1 Lançadora Universal (AV-LMU)

A viatura lançadora universal (AV-LMU) consiste em uma viatura tratora 6x6, com um semirreboque com a função de transportar os foguetes ou mísseis e um conjunto de equipamentos de apoio, como a plataforma de lançamento, e o sistema usado para fazer o carregamento da carga propelente. Ela também possui a capacidade de executar o tiro de diferentes tipos de foguetes sem precisar fazer a troca do veículo, fazer lançamentos consecutivos e também se destaca pela grande agilidade que é possível se alcançar durante os trabalhos da linha de fogo.

FIGURA 2 - Lançadora Universal (AV-LMU)



Fonte: GOOGLE (2015)

### 2.3.2 Viatura Remuniadora (AV-RMD)

A AV-RMD é a viatura do sistema responsável por realizar o transporte, o armazenamento e a distribuição das munições e do combustível para as lançadoras. Garantindo, assim, a capacidade da bateria se manter no combate. Como as lançadoras também são viaturas 6x6 e possuem um guindaste e um sistema de carregamento automático, elas têm a capacidade de transportar mais de 300 munições para as lançadoras que apoia e mais de 10.000 litros de combustível.

FIGURA 3 - Viatura Remuniadora (AV-RMD)



Fonte: GOOGLE (2019)

### 2.3.3 Viatura de Controle de Fogo (AV-UCF)

As principais funções da Unidade de Controle de Fogo AV-UCF são:

- 1- Determinar os comandos de fogo para uma Bateria de Lançadoras AV-LMU 6x6 MK6, descrita nas especificações da AV-LMU MK6; e
- 2- Possibilitar a execução da Operação de Ajuste do Fogo sobre o alvo, com elevada precisão e sem a necessidade de observador avançado, durante o dia ou à noite, mesmo em condições meteorológicas severas e/ou de baixa visibilidade.

FIGURA 4 - Viatura de Controle de Fogo (AV-UCF)



Fonte: EPEX (2019)

### 2.3.4 Viatura Meteorológica (AV-MET)

A AV-MET é o veículo do sistema responsável por fazer os levantamentos de velocidade e direção dos ventos, pressão atmosférica, umidade, radiação solar, precipitação, temperatura e outras condições referentes a meteorologia. Ela possui uma série de equipamentos de aferição, como sensores e estações automáticas meteorológicas e um poderoso sistema de comunicações. Ele também permite que todos os dados aferidos sejam passados, em tempo real, para o centro de operações e análise, o que faz com que uma maior precisão nas previsões seja possível.

FIGURA 5 - Viatura Meteorológica (AV-MET)



Fonte: GOOGLE (2019)

### 2.3.5 Viatura Posto de Comando e Controle (AV-PCC)

A AV-PCC possui um moderno sistema de comunicações e de criptografia, o que garante a troca de informações em diferentes níveis de comando de maneira segura. Tal sistema permite também que a viatura receba e envie dados em diferentes frequências. A viatura é equipada com um gerador que garante o funcionamento contínuo de todas as capacidades para as quais foi desenvolvida.

FIGURA 6 - Viatura Posto de Comando e Controle (AV-PCC)



Fonte: MACEDO (2018)

### 2.3.6 Veículo de Comando e Controle (AV-VCC)

O AV-VCC do Sistema ASTROS é equipado com sistemas de comunicação avançados e computadores de bordo, permitindo que os operadores possam monitorar em tempo real as operações de lançamento de foguetes e coordenar as ações das unidades de artilharia em campo. Além disso, o veículo possui um sistema de defesa para se proteger contra ameaças, como ataques de artilharia e disparos de armas de fogo.

FIGURA 7 - Veículo de Comando e Controle (AV-VCC)



Fonte: WARFAREBLOG (2018)

### 2.3.7 Viatura Oficina (AV-OFVE)

A Viatura Oficina (AV-OFVE) é utilizada para realizar manutenção e reparo das viaturas lançadoras do sistema, garantindo que esses veículos estejam sempre em condições operacionais. É equipada com ferramentas e equipamentos especializados, incluindo guinchos, macacos hidráulicos, compressores de ar e geradores, para poder realizar reparos em campo em diferentes tipos de viaturas.

Além disso, a AV-OFVE do Sistema ASTROS também é capaz de realizar reparos em outros equipamentos do sistema, como o computador de tiro e o sistema de comunicação, garantindo que todo o sistema esteja em perfeito estado de funcionamento.

FIGURA 8 - Viatura Oficina (AV-OFVE)



Fonte: GOOGLE (2019)

### 2.4 BATERIA DE BUSCA DE ALVOS

Consiste em uma bateria vocacionada ao uso de Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) ou radares para propiciar um levantamento de alvos eficaz, rápido e preciso, que, vinculada ao Sistema ASTROS, aumenta o poder de destruição das baterias, além de ser um meio capaz de diminuir o desperdício de munições e a margem de erro dos tiros.

O manual de campanha C6-12, A Busca de Alvos Artilharia de Campanha, resume a

busca de alvos de tal maneira:

É a parte das informações de combate que tem por fim a pronta detecção, identificação e localização precisa, em três dimensões, de um alvo, com pormenores suficientes para que seja eficazmente batido pelas armas.

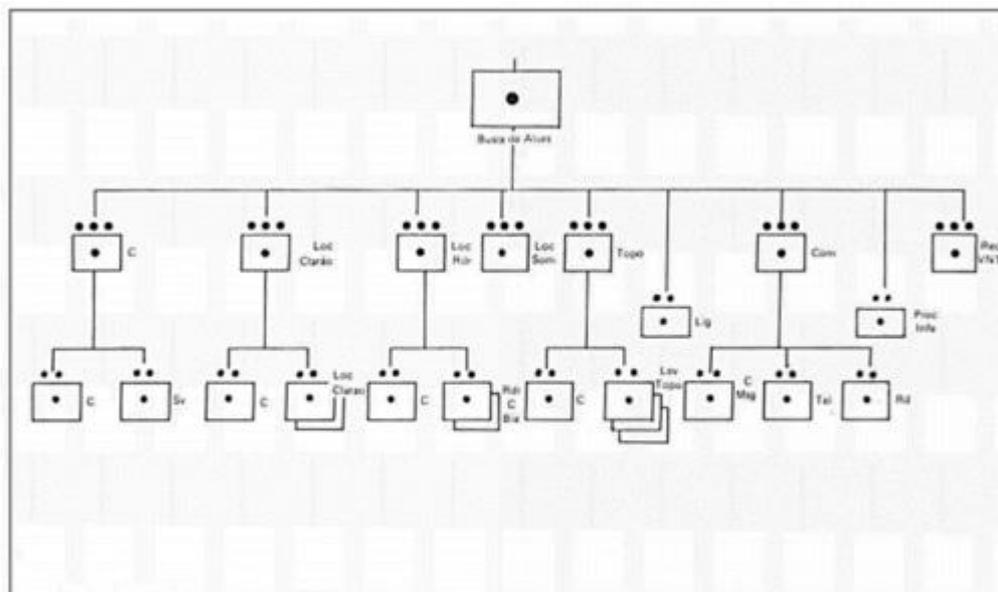
(1) Busca Direta – É aquela realizada por um dos órgãos de busca. Por exemplo, radar de contramorteiro, observador avançado, fotografia, etc.

(2) Busca indireta – É a que resulta do processamento de informes fornecidos por dois ou mais órgãos de busca. Por exemplo, uma comparação de 7 interrogatórios de prisioneiros de guerra (PG) com relatórios de movimento de viaturas inimigas (meios aéreos) e relatórios de atividades de radiocomunicação. (BRASIL, 1978, p.1-1)

Kano (2020) diz que, conforme a doutrina do Exército Brasileiro, a Artilharia de Exército (A Ex) deveria ter um Grupo de Busca de Alvos (GBA) e as Brigadas (Bda) deveriam ter suas próprias Baterias de Busca de Alvos orgânicas, Bta BA, composta de:

- (a) Seção de Comando da Bateria;
- (b) Seção de Localização pelo Clarão;
- (c) Seção de Localização pelo Som;
- (d) Seção de Localização pelo Radar;
- (e) Seção de Topografia;
- (f) Seção de Comunicações;
- (g) Seção de Reconhecimento por Veículo não Tripulado;
- (h) Turma de Processamento de Informes;
- (i) Turma de ligação (BRASIL, 1978, p. 2-3).

FIGURA 9 - Organograma de uma Bateria de Busca de Alvos



Fonte: BRASIL, 1973, p. 2-3

### **3 REFERENCIAL METODOLÓGICO**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica do tipo qualitativa com o objetivo de levantar as características e peculiaridades das munições do Sistema ASTROS e o Míssil Tático de Cruzeiro para ser possível realizar uma comparação efetiva entre essas munições.

#### **3.2 MÉTODOS**

A pesquisa bibliográfica se deu em manuais do Exército Brasileiro, Trabalhos de Conclusão de Curso e bancos de dados eletrônicos. A pesquisa via internet utilizou, como parâmetro, as palavras-chave: ASTROS, MISSÍL TÁTICO DE CRUZEIRO, PROJETO ESTRATÉGICO.

O material encontrado foi lido e resumido, sendo o mesmo, devidamente referenciado. Aqueles que não diziam respeito ao tema proposto foram excluídos e os demais constam no referencial teórico e na continuação do referencial metodológico.

##### **3.2.1 Munições já empregadas**

As munições adotadas até o presente momento pelo Sistema ASTROS 2020 são os foguetes SS-30, SS-40, SS-40G, SS-60, SS-80 e o míssil AV-TM 300, além do foguete de treinamento SS-09 TS (GUIMARÃES, 2016, p.18). Além dessas munições, o trabalho também utiliza a munição SS-09 TS que consiste em um projétil de treinamento, sem carga explosiva.

FIGURA 10 - Munições do Sistema ASTROS



Fonte: SANTOS (2017)

Tabela 2 - Características das principais munições do Sistema ASTROS 2020

<b>Foguete/ Míssil</b>	<b>Calibre</b>	<b>Alcance</b>	<b>Peso</b>	<b>Área Eficazmente Batida (foguete/míssil)</b>	<b>Ogiva e Espoleta</b>
SS-30	127 mm	9-40 km	68 kgf	Raio eficaz de 50 m	Espoleta de impacto mecânica, regulada para funcionamento instantâneo ou cabeça de guerra piloto
SS-40	180 mm	15-40 km	151,8 kgf	Raio eficaz de 90 m	20 submunições de 70 mm
SS-40G	180 mm	16-40 km	A definir	Raio eficaz de 90 m	20 submunições de 70 mm
SS-60	300 mm	20-60 km	576,3 kgf	290x400 m	65 submunições de 70 mm
SS-80	300 mm	20-90 km	591 kgf	500x400 m	52 submunições de 70 mm
AV-TM 300	450 mm	30-300 km	1100 kgf	Raio eficaz de 80 m (com cabeça unitária) ou 500x400 m (com cabeça múltipla)	Cabeça de guerra unitária ou múltipla (opção de desenvolvimento)

Fonte: GUIMARÃES (2016)

A partir da tabela, pode-se observar que as munições s SS-40, SS-40G, SS-60 e SS-80 são do tipo cluster, que, também, é uma possibilidade para o Míssil Tático de Cruzeiro.

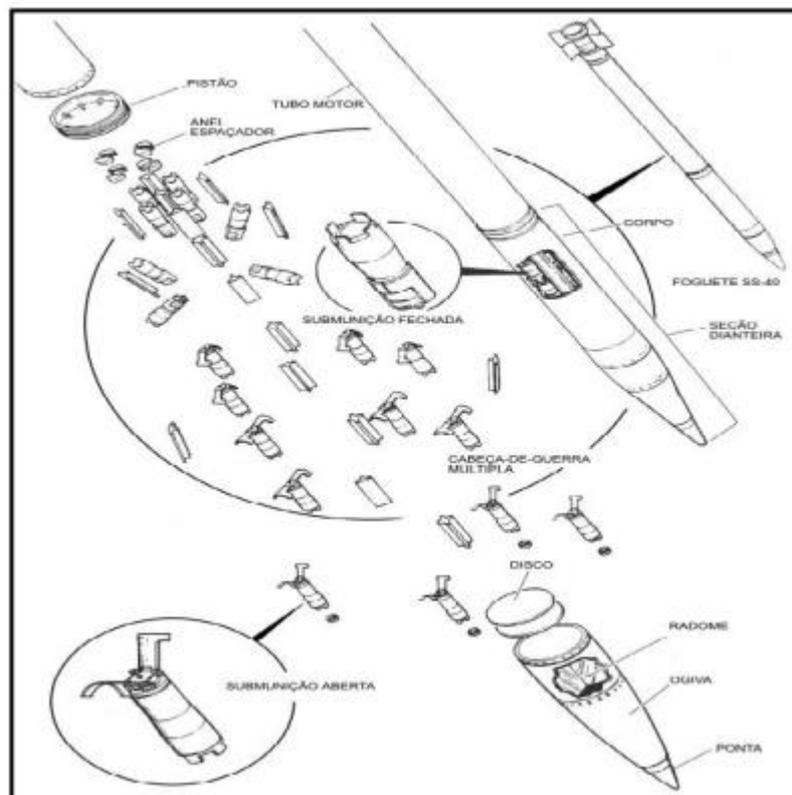
De acordo com o CICV (2010b) essas munições são definidas como:

[...] armas compostas por uma caixa que se abre no ar e espalha inúmeras submunições explosivas ou “sub-bombas” sobre uma ampla área. Dependendo do modelo, o número de submunições pode variar de

várias dezenas a mais de 600. As munições cluster podem ser lançadas via aeronaves, artilharia e mísseis.

É possível também observar a área eficazmente batida, que consiste em a “[...] área onde se localizam 94% de todos os impactos da rajada, com o volume de fogo necessário para alcançar o efeito desejado” e o Raio Eficaz, que representa o “[...] raio que define a área eficazmente batida” (BRASIL, 2015, p. 12). Há também as munições do Sistema ASTROS 2020 que possuem cabeça de guerra múltipla (GUIMARÃES, 2016, p.18). Que nada mais é do que um tipo de cabeça múltipla projetada para ser eficaz contra alvos constituídos por pessoal ou blindados.” (AVIBRAS, 2008a, p. 4-3).

FIGURA 11 - Cabeça de Guerra Múltipla do Foguete SS-40



Fonte: GUIMARÃES (2016)

### 3.2.2 Material e carga explosiva

O míssil está dividido em quatro módulos: sistema de propulsão, cabeça de guerra, sistema eletrônico embarcado, sistemas pirotécnicos para alijamento dos motores de aceleração (*booster*), ignição do turbojato, acionamento das cabeças-de-guerra, execução da autodestruição e ignição do *booster* (ARASHIRO, 2015)

### 3.2.3 Alvos

A definição de alvo é encontrada no Manual MD35-G-01 - Glossário de Termos do Ministério da Defesa (MD). Segundo ele, alvo é qualquer elemento físico, ponto, linha ou área que se deseja detectar, acompanhar, reconhecer, neutralizar, destruir, iluminar, bloquear, interditar, suprimir ou inquietar.

Arashiro (2015) diz que o Míssil Tático de Cruzeiro AV-TM 300 se constituirá numa excelente ferramenta para os comandantes nos níveis estratégico e operacional. Por se um meio nobre e muito caro, a decisão de se utilizar um tiro de ASTROS para engajar um alvo deve ser minuciosamente estudada antes de ser tomada. Além de constituir um dano financeiro, o erro, nesse tipo de decisão, pode gerar efeitos colaterais muito grandes, tendo em vista o alcance e o poder de destruição de um MTC.

FIGURA 12 - Sequência de Análise de Alvos



Fonte: ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

TABELA 3 - Tabela de Alvos Típicos

NATUREZA DO ALVO	COMBINAÇÃO ADEQUADA FOGUETE/OGIVA		OBSERVAÇÕES
	1ª PRIORIDADE	2ª PRIORIDADE	
INFANTARIA A PÉ	SS-40 SS-60	SS-30	1. Dependendo também do alcance do tiro.
INFANTARIA ABRIGADA	SS-40 SS-60	SS-30	
INFANTARIA MOTORIZADA	SS-30	SS-40 SS-60	
UNIDADES MECANIZADAS E BLINDADAS	SS-40 SS-60	SS-30	2. Em zona de reunião ou em movimento.
ARTILHARIA INIMIGA	SS-30	SS-40 SS-60	
POSTOS DE COMANDO	SS-30	SS-40 SS-60	
INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS	SS-30	SS-40 SS-60	
TERMINAIS DE TRANSPORTE	SS-30	SS-40 SS-60	

Fonte: MANUAL DE CAMPANHA C 6-16

### 3.2.4 Análise de SWOT

A matriz SWOT foi empregada para realizar uma avaliação conclusiva da nova munição. Essa técnica consiste em analisar os pontos fortes e fracos, bem como identificar as oportunidades e ameaças relacionadas ao objeto de estudo, a fim de determinar sua viabilidade. A utilização da matriz SWOT como ferramenta permitiu uma análise mais aprofundada e abrangente da munição em questão. Os pontos fortes foram identificados, destacando as vantagens e características positivas do novo armamento. Ao mesmo tempo, os pontos fracos foram identificados, apontando as limitações e áreas que requerem melhorias.

FIGURA 13 - Modelo de Matriz SWOT



Fonte: SCOP.COM.BR

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 4: Matriz SWOT: Míssil Tático de Cruzeiro

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior poder de fogo;</li> <li>• Maior alcance;</li> <li>• Possibilidade de ser usado nas lançadoras que já existem;</li> <li>• Produção nacional;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto custo de produção;</li> <li>• Necessidade de pessoal especializado;</li> <li>• Dificuldade logística para o transporte;</li> <li>• Grandes efeitos colaterais em caso de erro na produção e/ou operação.</li> </ul>
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de projeção do Brasil no nível militar;</li> <li>• Grande capacidade, dissuasão extranacional;</li> <li>• Geração de tecnologia para futuramente criar munições ainda melhores para o uso no Sistema ASTROS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altamente visado para missões inimigas de sabotagem;</li> <li>• Capacidade estrangeira de realização de engenharia reversa;</li> <li>• Venda para nações amigas que futuramente podem se virar contra o Brasil;</li> <li>• Produzido por uma empresa contratada e não pela própria força.</li> </ul>

Fonte: O AUTOR

Para a realização da pesquisa bibliográfica, foram consultados diversos trabalhos acadêmicos provenientes de instituições militares renomadas, como a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), a Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (ESAO), a Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME) e o Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Mis Fog). Essa abordagem permitiu a coleta de informações abrangentes sobre o Míssil Tático de Cruzeiro, as munições do Sistema ASTROS e outras peculiaridades relacionadas ao material e doutrina empregados em uma Bateria de Mísseis e Foguetes.

A pesquisa teve como objetivo principal obter o máximo de informações possíveis sobre o Míssil Tático de Cruzeiro, incluindo suas características técnicas, funcionalidades e aplicações. Além disso, foram buscados dados sobre as munições utilizadas no Sistema

ASTROS, bem como informações relacionadas à doutrina operacional e tática empregada nas Baterias de Mísseis e Foguetes.

A avaliação de todas as informações coletadas posteriormente permitiu uma análise abrangente e embasada no assunto estudado. Ao utilizar como base trabalhos acadêmicos de renomadas instituições militares, foi possível obter uma visão detalhada e especializada sobre o Míssil Tático de Cruzeiro e os demais aspectos relacionados ao Sistema ASTROS.

Com base na análise da Matriz de SWOT apresentada anteriormente, é evidente que, embora possam surgir alguns desafios no futuro em relação à distribuição cuidadosa do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC) no exterior ou à necessidade de uma adequada capacitação de nosso pessoal para operá-lo, os benefícios no campo militar estratégico e político superam tais obstáculos.

Embora seja necessário gerenciar cuidadosamente a distribuição e garantir que o pessoal esteja devidamente treinado para utilizar o MTC, os benefícios estratégicos e políticos associados a essa nova capacidade militar superam as potenciais dificuldades. É importante ressaltar que o uso responsável e adequado do MTC contribui para fortalecer a legitimidade e a eficácia das ações militares, reforçando a posição do Brasil no cenário internacional.

O uso do novo míssil trará, como uns dos muitos benefícios, o maior poder de fogo para o apoio em operações, um grande poder de dissuasão frente aos demais países e é uma capacidade de apoiar pelo fogo a uma distância de até 300 km. Em contrapartida, o grande custo para a produção e transporte a necessidade de pessoal especializado e a capacidade de causar um grande efeito colateral, no caso de erro de utilização, são fatores que devem receber atenção.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação comparativa entre o Míssil Tático de Cruzeiro (MTC) e as munições atualmente utilizadas pelas lançadoras do Sistema ASTROS, com o intuito de identificar suas vantagens e diferenças. Dentre todas as discrepâncias observadas, destaca-se, como principal, a capacidade do MTC de atingir alvos em distâncias, significativamente maiores em comparação aos foguetes convencionais utilizados nas lançadoras.

Uma das principais vantagens do MTC é sua versatilidade, uma vez que pode ser empregado para além do transporte de carga explosiva, possibilitando diferentes usos e aplicações. Além disso, sua capacidade de operar no modo cluster é um ponto relevante, permitindo que múltiplos projéteis sejam lançados simultaneamente, aumentando a eficiência na neutralização de alvos.

Essas características diferenciadas do MTC destacam-se como fatores de grande importância, fornecendo ao Sistema ASTROS uma capacidade ampliada de engajamento a longa distância e uma flexibilidade operacional maior. Ao oferecer a capacidade de atingir alvos distantes e a possibilidade de diversos usos, o MTC amplia o leque de possibilidades estratégicas e táticas disponíveis para as forças armadas.

Toda a pesquisa mostrou que o uso do MTC trará uma grande relevância às operações, mas também foi possível perceber que os foguetes que já são empregados nas lançadoras não devem ser substituídos pelo MTC. A nova munição deve ser encarada como um recurso a mais, algo que chega para complementar um sistema que já funciona muito bem para o seu objetivo. O MTC é algo que chega para aumentar as capacidades dos GMF em missões específicas nas quais os alvos estarão mais distantes, e não algo que chega para substituir ou tornar obsoletos os foguetes que já existem e já são usados.

Com as informações que possuímos hoje, fica evidenciado que o MTC trará muitos benefícios para as capacidades do sistema, porém, uma conclusão efetiva só será realmente possível a partir do momento que o míssil estiver pronto e começar a ser empregado. Aí, sim, poderemos ter certeza quanto a sua eficiência em cada possibilidade de emprego do mesmo, bem como poderemos comparar a eficiência dele com as dos foguetes que já são usados nos dias se hoje.

É importante ressaltar que este estudo abordou apenas uma parte da temática, e há a necessidade de realizar pesquisas adicionais para obter acesso a mais informações relevantes.

É fundamental obter dados concretos sobre a precisão do Míssil Tático de Cruzeiro (MTC), incluindo confirmação de sua capacidade de alcance de 300 km, bem como avaliar sua eficiência em exercícios e em operações reais.

Novas pesquisas devem ser conduzidas para coletar dados mais atualizados e confiáveis sobre o desempenho do MTC em diferentes cenários operacionais. Isso inclui realizar testes e experimentos para verificar a precisão do míssil em diversas condições, além de obter informações sobre seu comportamento durante exercícios e operações reais.

Ao realizar essas pesquisas adicionais, será possível expandir o conhecimento sobre o MTC, fornecendo uma base sólida para análise e compreensão de sua eficácia e aplicabilidade. Essas informações complementares contribuirão para um melhor embasamento teórico e prático sobre o míssil, permitindo uma avaliação mais abrangente de suas capacidades e limitações.

## REFERÊNCIAS

- ARASHIRO, Kensei. **A Seleção de Alvos Estratégicos Para o Míssil Tático de Cruzeiro AV-TM-300**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, 2015.
- BARCELOS, Vinícius Ramos. **O Sistema ASTROS como instrumento dissuasório na defesa externa brasileira**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2021.
- BASTO, Marcelo Araujo. **Liderança em projetos: um estudo de caso sobre o programa estratégico ASTROS 2020**. Universidade De Brasília - Unb Faculdade De Economia, Administração, Contabilidade E Gestão De Políticas Públicas, 2020.
- BRASIL. **C 6-16: Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes**. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Brasília: EGGCF, 1999.
- EXÉRCITO BRASILEIRO, Escritório de Projetos do *et al.* **ASTROS 2020**. EPEx, Brasília. Disponível em: <http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/FOLDER-ASTROS.pdf>. Acesso em 12 maio 23.
- GLOBAL, Enciclopédia *et al.* **Míssil, Projétil e Foguete, Diferenças entre Míssil, Projétil e Foguete**. <https://www.megatimes.com.br/2013/12/missil-projetil-e-foguete-classificacao.html>
- GUIMARÃES, Nilton Alves Freitas. **O Sistema Astros na Artilharia: um estudo sobre as implicações do Direito Internacional para o emprego do Sistema ASTROS 2020**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2016.
- KANO, Rafael Yuji Guedes. **A capacidade do batalhão de inteligência militar de realizar a busca e aquisição de alvos em proveito do Sistema Míssil Tático De Cruzeiro (MTC) AV – TM – 300**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (especialização em Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2020.
- MACEDO, Mateus Pereur. **Proposta de guarnição e divisão de funções para AV-PCC**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes) - Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa, 2018.
- OLIVEIRA, Rafael Rocha de. **Análise das plataformas das viaturas AV-UCF nas versões MK6 E MK3, no tocante as limitações nas posições de tiro e espera**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes) - Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa, 2018.
- REZENDE, Pedro Paulo et al. **ASTROS 2020. Poder de Fogo, Tecnologia e Dissuasão Extrarregional**. DefesaNet, Brasília, set. 2018. Disponível em <https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/30712/Exclusivo---ASTROS-2020-%E2%80%93-Poder-de-Fogo--Tecnologia-e-Dissuasao-Extrarregional>. Acesso em 12 maio 2023.
- SILVA, Julio Gabriel Chagas da. **A influência do projeto estratégico ASTROS 2020 na política externa brasileira**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2020.