



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**ASP OF ART FILLIP DA SILVA SERENO**

**PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO TIPO DE  
FOGUETE**



**CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

**ASP OF ART FILLIP DA SILVA SERENO**

**PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO TIPO DE FOGUETE**

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  
2019**



**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: **Asp Of Art FILLIP DA SILVA SERENO**

TÍTULO: PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO TIPO DE FOGUETE

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 \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

CONCEITO:

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>
<b>CEZAR AUGUSTO RODRIGUES LIMA JUNIOR - Cap</b> Ch Div Ens	
<b>LUIZ AUGUSTO OLIVEIRA MAYRINK – 1ºTen</b> Orientador	

**FILLIP DA SILVA SERENO – Asp Of**  
Aluno

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	PROBLEMA .....	2
1.2	OBJETIVOS .....	3
1.3	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES .....	3
2	METODOLOGIA .....	3
2.1	REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3	CARACTERÍSTICAS DOS FOGUETES.....	4
3.1	FOGUETE SS-09 TS .....	4
3.2	FOGUETE SS-30.....	4
3.3	FOGUETE SS-40.....	5
3.4	FOGUETE SS-60.....	6
3.6	FOGUETE SS-80.....	6
3.7	ALCANCES DE TIRO DO SISTEMA ASTROS (KM).....	7
4	DETERMINAÇÃO DO ALVO.....	7
4.1	IMPORTÂNCIA MILITAR .....	8
4.2	OPORTUNIDADE DE ATAQUE.....	8
4.3	SELEÇÃO DO MEIO PARA O ATAQUE .....	8
4.3	AQUISIÇÃO DE ALVOS PARA O EMPREGO DO SISTEMA ASTROS.....	9
5	DESEMPENHO DOS FOGUETES .....	9
5.1	DESEMPENHO DO FOGUETE SS-30.....	10
5.2	DESEMPENHO DO FOGUETE SS-40.....	10
5.3	DESEMPENHO DO FOGUETE SS-60.....	10
5.4	ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS FOGUETES NO MOMENTO DA ESCOLHA .....	10
6	CARACTERÍSTICAS DO ALVO E EFEITO DESEJADO .....	12
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	16
8	SOLUÇÃO PRÁTICA .....	17
9	REFERÊNCIAS.....	19

# PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DO TIPO DE FOGUETE

Fillip da Silva Sereno\*  
Luiz Augusto Oliveira Mayrink\*\*

## RESUMO

No início da década de 90, o Exército Brasileiro adquiriu, em parceria com a Avibras Indústria Aeroespacial, as primeiras VBC (Viatura Blindada de Combate) do Sistema ASTROS (Artillery Saturation Rocket System), colocando em prática o Programa Estratégico ASTROS 2020. Com a detenção desse sistema, que bastante se difere da tradicional artilharia de tubo, foi necessário a criação de uma nova doutrina para o melhor desdobramento e emprego do Grupo de Mísseis e Foguetes, tendo em vista suas particularidades bem distintas. Com essa reformulação, foi vista a necessidade da criação de critérios para determinação do tipo de foguete que deve ser utilizado tendo em vista a missão que será realizada e a natureza do alvo que se pretende abater. Neste sentido, este trabalho visa revisar as particularidades de cada foguete a fim de propor novos critérios para a determinação do tipo de foguete.

**Palavras-chave:** ASTROS. Tipo de foguete. Grupo de Mísseis e Foguetes.

## ABSTRACT

In the beginning of the 90's decade the Brazilian Army concored along with the Avibras Aerospace Industry the first VBC (Armored Combat Vehicle) of the ASTROS (Artillery Saturation Rocket System), putting on practice the 2020 ASTROS strategic program. With the possession of this system which is different from the traditional tube artillery, it required the criation of a new doctrine to a much better unfolding and application of the missiles and rockets group due to your pretty distinct particularities. With this reformulation emerged the need of new rules to determine witch type of rocket should be used considering the mission to be accomplished and the target's nature that is intended to destroy. In that pourpose this paper chooses to review the particularities of each rocket with the goal to propose new rules and forms of study to determine the kind of rocket.

**Keywords:** ASTROS. Type of rocket . Artillery Saturation Rocket System. Missiles

---

\*Asp Of da Arma de Artilharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2018.

\*\*1º Ten da Arma de Artilharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2015.

## 1 INTRODUÇÃO

O Programa ASTROS 2020, que faz parte dos PEE (Programas Estratégicos do Exército), é fundamental para o processo de transformação e desenvolvimento do Exército Brasileiro. Nele, um dos focos é o poder de dissuasão extrarregional, que confere à Força Terrestre a capacidade de desestimular forças hostis que estejam junto à fronteira nacional, bem como em águas jurisdicionais, neutralizando ameaças antes que elas aconteçam.

Para atender a essa estratégia, o Comandante do Exército determinou a elaboração do Projeto Estratégico ASTROS 2020, a fim de dotar a F Ter de meios capazes de prestar um apoio de fogo de longo alcance, com elevada precisão e letalidade. O Projeto ASTROS 2020 contém no seu escopo e estrutura as seguintes etapas: criação e implantação de uma Unidade de Mísseis e Foguetes; um Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes; um Centro de Logística de Mísseis e Foguetes; uma Bateria de Busca de Alvos; paióis de munições; uma Base de Administração e Campo de Instrução de Formosa (CIF); modernização do 6º Grupo de Mísseis e Foguetes; desenvolvimento de dois novos armamentos: o foguete guiado, utilizando-se a concepção do atual foguete SS-40, da família de foguetes do sistema ASTROS II, em uso pelo Exército Brasileiro, e o míssil tático de cruzeiro com alcance de 300 km; e a construção de próprios nacionais residenciais (PNR) e outras instalações necessárias ao bem-estar da família militar na Guarnição de Formosa (GO). (ASTROS 2020 – Projeto Estratégico do Exército. Departamento da Ciência e Tecnologia, 2016. Disponível em: <<http://www.dct.eb.mil.br/index.php/termo-de-fomento-a-ser-firmado-entre-o-exercito-brasileiro-e-a-fundacao-parque-tecnologico-de-itaipu-br/35-programas-e-parceiros/136-astros-2020>>. Acesso em 13 de abr. de 2018.)

O sistema é composto por cinco tipos de foguetes com tamanho, alcance e poder de destruição diferentes, proporcionando maior flexibilidade para o seu emprego durante o apoio de fogo. São eles: SS-09TS, SS-30, SS-40, SS-60 e SS-80. Todos são armazenados em contêineres, que por sua vez são acoplados às VBLMU (Viatura Blindada Lançadora Múltipla Universal) para que possam ser transportados e empregados no apoio. Cada contêiner possui uma capacidade diferente de armazenagem de foguetes, de acordo com o calibre de cada um, o que também acaba sendo um fator a ser considerado para a escolha do tipo de foguete a ser utilizado.

A utilização de foguetes para o apoio de fogo traz não apenas maior poder de dissuasão e precisão como também se faz necessário um novo estudo para a correto emprego de cada um deles, visto que uma das suas peculiaridades é que quanto maior o for alcance, maior será o CEP (Erro Circular Provável, em português) e, também, de acordo com o efeito pretendido, que pode ser de destruição ou neutralização, o nível de certeza de que a área será neutralizada ou destruída, e o alcance de cada missão de tiro, buscando a eficiência do apoio de fogo sempre levando em consideração o número de foguetes que será lançado em detrimento da área do alvo. Além disso, cada foguete possui um raio de ação diferente, variando de

acordo com seu calibre e alcance para o alvo, que pode acarretar efeitos colaterais, visto que é utilizado para saturação de área e não de ponto, por isso, além de todos os demais fatores, também deve ser analisada uma margem de segurança, visto que pode haver tropa amiga próxima ao alvo.

Visto que os foguetes possuem raios de ação diferentes, far-se-á necessário a análise do conceito de eficiência e eficácia, que deve ser considerado pois em alguns casos, foguetes de calibres diferentes poderão ser empregados em um mesmo objetivo. Porém, deve-se atentar para que as próximas missões também possam ser consumadas, por isso há de se escolher o foguete mais eficiente para a missão que está sendo analisada, de modo que possibilite a continuidade do apoio de fogo, haja vista que haverá missões subseqüentes a serem cumpridas. Eficácia é simplesmente cumprir a missão atingindo um objetivo já pretendido, ao passo que a eficiência se define por executar esta mesma tarefa da melhor forma possível, com o menor desperdício de recursos ou esforços.

## 1.1 PROBLEMA

Cada foguete possui suas peculiaridades, se diferenciando não só pelo tamanho, mas também pela carga explosiva que embarca. O SS-30 se assemelha à granada da artilharia de tubo convencional, com cabeça de guerra HE (High Explosive), já os demais foguetes são compostos por submunições de carga oca, variando em quantidade junto ao calibre do foguete, que são lançadas no alvo quando o foguete ainda está no ar, causando uma maior dispersão entre as áreas de impacto e aumentando, conseqüentemente, o poder de dissuasão.

O efeito que se deseja sobre o alvo também é um fator a ser considerado na escolha, visto que cada alvo possuirá suas características e natureza. Exemplo: uma tropa a pé não deve ser analisada com o mesmo fim de escolha que uma tropa blindada, pois o efeito sobre ambas deve ser diferente.

Junto a tudo isso começa a ser analisado, também, a questão de eficácia x eficiência. Será normal, durante a análise do tipo de foguete a ser empregado, aparecer mais de uma opção de carga para que a missão seja cumprida, visto que um foguete pode cobrir o alcance do outro tendo poder dissuasivo parecido ou maior, dependendo de quantos foguetes serão lançados visando o êxito do apoio de fogo.

Neste sentido, surge o problema do estudo: os critérios de escolha de foguete são eficazes e eficientes? Missões de tiro podem ser cumpridas com foguetes diferentes dos previstos nas tabelas de escolha visando uma maior eficiência em detrimento da eficácia? O efeito dos diferentes tipos de foguete está corretamente disposto nas tabelas visando uma maior satisfação no êxito do apoio de fogo?

## 1.2 OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

- Proposta de novos critérios para a determinação do tipo de foguete a ser usado durante as missões de tiro em função da sua eficiência.

### OBJETIVO ESPECÍFICOS

- a. Realizar um estudo a respeito da eficiência em detrimento da eficácia dos foguetes durante uma missão de tiro;
- b. Verificar se algum foguete de calibre menor pode surtir um efeito eficiente em um algum alvo que, pelo uso da tabela de escolha de foguetes, seria batido por um outro de maior calibre;
- c. Revisar o efeito de cada foguete afim de reorganizar a tabela de seleção com o intuito de conseguir uma maior eficiência e conseqüente economia.

## 1.3 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

O Projeto Estratégico ASTROS 2020 proporcionou ao Exército Brasileiro um altíssimo poder de dissuasão. Junto a isso veio a necessidade de um pesado investimento para a aquisição deste material junto a Indústria Aeroespacial Avibras, com grande valor estratégico para o país e, também, conferindo um custo que ultrapassa a casa dos milhões.

Sabendo o valor que tem cada míssil que é disparado de uma VBLMU (Viatura Blindada Lançadora Múltipla Universal), deve-se atentar não apenas para a eficácia ao cumprir uma missão, visto que quanto maior for o calibre de um foguete, maior será a possibilidade de atingir este resultado, mas também para a sua eficiência, ao saber que a mesma missão pode ser cumprida com um calibre menor e, desta forma, sendo mais eficiente.

O presente estudo pretende verificar a possibilidade de uma alteração na tabela de escolha de foguete visando esta eficiência, que logicamente acarreta uma maior economia ao Exército.

## 2 METODOLOGIA

A fim alcançar uma possível solução para o problema apresentado nesta pesquisa, foi necessário análises sucintas de manuais tanto do Exército Brasileiro quanto os da empresa brasileira Avibras, disponibilizados ao Exército junto à compra do material do Sistema ASTROS e de questionamentos ao pessoal que tem experiência com este sistema.



A natureza desta pesquisa é aplicada, visto que os resultados obtidos neste trabalho poderão ser aplicados em operações dos Grupos de Mísseis e Foguetes (GMF).

Para alcançar a solução do problema levantado no respectivo item, foi utilizada a modalidade de pesquisa exploratória e qualitativa, visto que a doutrina de emprego do GMF ainda não foi finalizada e ainda está em desenvolvimento pelo CIArt (Centro de Instrução de Artilharia) do Forte Santa Bárbara. Este trabalho visa assistir o CIArt para que essa doutrina seja otimizada e definida, para o melhor emprego do Sistema ASTROS no apoio de fogo à FTC (Força Terrestre Componente).

## 2.1 REVISÃO DE LITERATURA

O trabalho atual tomou como base o Manual de Planejamento e Coordenação de Fogos (EB70-MC-10.346); Manual de Fogos (EB20-MC-10.206), Manual de Direção de Tiro do Sistema ASTROS MK6 (DT-AST-402), Manual de Logística Militar Terrestre (C100-10), Manual de Bateria de Lançadora Múltipla de Foguetes (C6-16), e de outras fontes de consulta, além de orientações de pessoal que trabalhou com o material. Nos próximos tópicos serão apresentadas algumas definições do sistema.

## 3 CARACTERÍSTICAS DOS FOGUETES

O sistema ASTROS conta, hoje, com cinco tipos de foguete. São eles: SS-09 TS, SS-30, SS-40, SS-60 e SS-80. Cada um com suas peculiaridades que conferem um leque de possibilidades no momento da escolha de qual usar em uma missão de fogo. Como explicita DT-AST-402 (2016 p. 2-5) os seguintes itens:

### 3.1 FOGUETE SS-09 TS

Usado para fins de exercício. Possui as seguintes características:

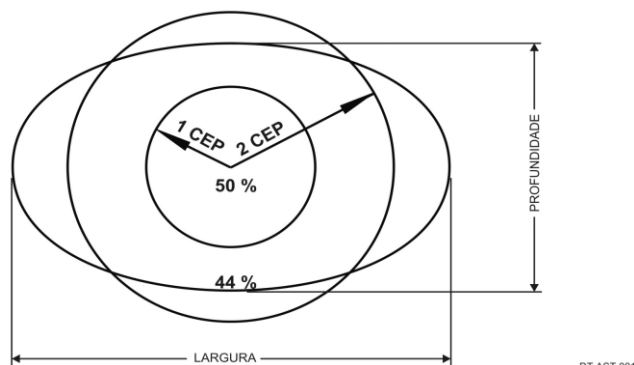
- a. Peso total: 11,9 Kgf
- b. Calibre nominal: 70mm
- c. Tipo de espoleta: detonadora de impacto AVE-70
- d. Carga explosiva: RDX (1,6 x TNT)
- e. Alcance mínimo (nível do mar): 6,3 km
- f. Alcance máximo (níve do mar): 10,6 km

### 3.2 FOGUETE SS-30

- a. Cabeça de guerra: alto explosiva (HE)
- b. Espoleta: espoleta de impacto mecânica, regulada para condição de funcionamento instantâneo.

- c. Área eficazmente batida por um disparo: 8424 m<sup>2</sup>
- d. Figura de dispersão típica:

Figura 1 – Dispersão típica do Foguete SS-30

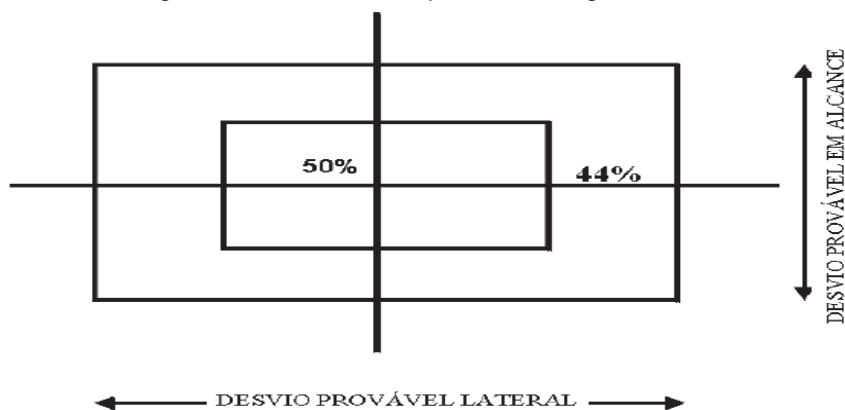


Fonte: DT-AST-402, 2016, p. 1-3

### 3.3 FOGUETE SS-40

- a. Cabeça de guerra: múltipla, com 20 submunições de duplo-efeito (antipessoal/anticarro)
- b. Calibre: 70 mm
- c. Desempenho:
  - Efeito antipessoal:  
Área eficazmente batida por uma submunição: 5542m<sup>2</sup> (50% de baixas)
  - Efeito anticarro:  
Um mínimo de 200 mm de capacidade de perfuração (em chapas de aço)
- d. Altitude de ejeção-padrão: 3000 m acima do alvo
- e. Espoleta:
  - Cabeça-de-guerra: espoleta eletrônica temporizada, regulada para o momento adequado da ejeção da submunição, de acordo com o alcance do tiro
  - Submunição: espoleta de impacto que se arma após a abertura da cabeça-de-guerra e a ejeção.
- f. Área eficazmente batida: circunferência de 180 m de diâmetro (em média):
- g. Dispersão-formato: Retângulo, de dimensões variáveis segundo o alcance de tiro, conforme a figura:

Figura 2- Formato da dispersão do Foguete SS-40



Fonte: Brasil, 1999, p. 12-3

### 3.4 FOGUETE SS-60

- a. Cabeça-de-guerra: múltipla com 65 submunições de duplo efeito (antipessoal/anticarro)
- b. Calibre: 300 mm
- c. Desempenho:
  - Efeito antipessoal:
    - Área eficazmente batida por uma submunição: 5542m<sup>2</sup> (50% de baixas)
  - Efeito anticarro:
    - Um mínimo de 200 mm de capacidade de perfuração (em chapas de aço)
- d. Área eficazmente batida: elipse de 400 m x 520 m

O foguete SS-60 pode ser usado com a espoleta temporizada, liberando durante o voo suas submunições, ou de forma percutente, acionando sua carga explosiva ao ferir o solo.

- Manual da Avibras dt-ast-402

### 3.6 FOGUETE SS-80

- a. Cabeça-de-guerra: múltipla com 52 submunições de duplo efeito (antipessoal/anticarro)\*
- b. Calibre: 300 mm
- c. Desempenho:
  - Efeito antipessoal:
    - Área eficazmente batida por uma submunição: 5542m<sup>2</sup> (50% de baixas)
  - Efeito anticarro:
    - Um mínimo de 200 mm de capacidade de perfuração (em chapas de aço)

### 3.7 ALCANCES DE TIRO DO SISTEMA ASTROS (KM)

Figura 3 – Tabela de alcances de tiro dos foguetes do Sistema ASTROS

CONDIÇÕES NOMINAIS*		FOGUETES ASTROS MK6					
		SS30		SS40		SS60	
		MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
		10,2	46,8	15	39,6	20	80
CONDIÇÕES EQUATORIAIS A +65°C	1**	11,2	38,7	16,2	33,2	21,5	69,3
	2**	11,5	44,7	17,2	37,8	22,3	77,5
	3**	12,3	59,1	18,8	49,4	24,7	94,2
CONDIÇÕES TROPICAIS PADRÃO LAT 24°	1	10,1	38,6	15,5	33	20,6	69,9
	2	10,4	46	16,4	38,8	21,6	79,3
	3	11,1	63,3	18,4	52,7	23,8	98,3
CONDIÇÕES DE CÍRCULO POLAR LAT 66° A -35°C	1**	8,3	40,4	14,3	33,7	19,3	77,4

Fonte: DT-AST-402, 2016, p. 1-6

\*Condições nominais: Brasília, Campo de Instrução de Formosa (CIF), Atmosfera padrão (Altitude igual a 1000m)

\*\*Nesta tabela, os algarismos 1, 2 e 3 significam:

Algarismo	Altitude de lançamento (m)
1	0
2	1000
3	3000

#### 4 DETERMINAÇÃO DO ALVO

Segundo Brasil (2015, p. 4-3), esta análise nada mais é do que estudar as suas características e os seus aspectos operativos, a fim de determinar a sua importância militar, a oportunidade em que ocorrerá o ataque, a escolha do meio que realizará o apoio de fogo de forma mais adequada e o método de atuação mais eficaz.

#### 4.1 IMPORTÂNCIA MILITAR

Segundo Brasil (2015b, p. 4-3), esta importância está relacionada com a ameaça que o alvo oferece para que a missão da força apoiada seja cumprida, variando de acordo com o escalão em que é realizada.

Os alvos são classificados e ordenados em lista de prioridades para ataque, de acordo com as suas características e com a situação tática. Quando novas informações sobre alvo constantes da lista se tornam disponíveis, a prioridade pode ser reavaliada. A evolução da situação tática também pode alterar prioridades anteriormente estabelecidas. (Brasil, 2015b, p. 4-3)

Visto isso, percebe-se a necessidade de saber as características do alvo e a situação tática visando, ao escolher os meios a serem empregados no apoio, utilizar os que sejam mais eficientes no cumprimento da missão, objetivando a continuidade no apoio de fogo.

#### 4.2 OPORTUNIDADE DE ATAQUE

Para Brasil (2017, p. 2-12), a oportunidade para que um alvo seja engajado está relacionada à mobilidade, à recuperabilidade e a limitação do alvo. Um alvo, nem sempre, será engajado logo após ter sido localizado e identificado. Alguns alvos são considerados fugazes, como os alvos sensíveis ao tempo (AST) e os alvos de oportunidade, pelo fato de terem alta mobilidade, desta forma devem receber tratamento prioritário no momento do engajamento. Em compensação, alvos estáticos como instalações fixas do inimigo (fábricas, pontes, parques etc.) podem ser engajados posteriormente.

#### 4.3 SELEÇÃO DO MEIO PARA O ATAQUE

Para a seleção, devem-se considerar todos os meios possíveis, segundo Brasil (2017, p. 3-4), sejam cinéticos ou não cinéticos. No caso do emprego de fogos, a missão deve ser cumprida visando o meio mais econômico, mantendo a prioridade que segue:

- a. Morteiro;
- b. Artilharia de tubo;
- c. Artilharia de foguetes;
- d. Aviação do Exército;
- e. Fogo naval;
- f. Artilharia de mísseis; e
- g. Fogo aéreo.

Porém, esta lista de prioridades não é absoluta, segundo Brasil (2017, p. 3-5). O coordenador deve se ater às características do alvo, o efeito que se deseja sobre obter pelo fogo, e às influências do terreno e das condições meteorológicas sobre o alvo. O objetivo deve ser a surpresa que irá provir da densidade e intensidade dos fogos, evitando a reação da defesa do inimigo. Somado a isso, o processo de análise dos alvos deverá ocorrer com uma integração entre a função de combate fogos junto à função de combate inteligência, levantando a maior quantidade de dados a respeito do alvo oponente a fim de apoiar na decisão do combate.

Como o foguete sofre ainda mais efeitos na sua trajetória, em comparação com a granada de um obuseiro da artilharia de tubo, deve-se ter ainda mais cautela ao selecionar este meio para o ataque, podendo ser até mesmo descartado.

#### 4.3 AQUISIÇÃO DE ALVOS PARA O EMPREGO DO SISTEMA ASTROS

Segundo Brasil (2017, p. 3-6), a artilharia de mísseis e foguetes visa bater alvos de interesse de nível estratégico, operacional ou de comando da FTC (Força Terrestre Componente), não sendo ideal para alvos fugazes, visto que necessita de maior planejamento e coordenação com o controle do espaço aéreo e tampouco para alvos que exijam precisão ou de dimensões reduzidas, visto que este material possui poder de saturação de área.

Visto isso, não é o caso a utilização deste sistema em áreas em que haja grande concentração de civis, devido ao efeito colateral que proporciona uma rajada de foguetes em um alvo.

### 5 DESEMPENHO DOS FOGUETES

Segundo Brasil (1999, p. 12-4), a análise dos dados que compõe a análise da dispersão dos foguetes da Bia MF mostra que a dispersão dos foguetes varia com o alcance do tiro e a altitude em que se encontra a lançadora e, com esta variação, as distâncias entre duas séries de lançamentos diferentes, efetuadas em diferentes condições de tiro também variam, modificando o agrupamento de impactos por unidade de área batida.

Segue uma tabela para cada tipo de foguete, como mostra Brasil (1999, p. 12-5, 12-9 e 12-10) a fim de ilustrar as suas respectivas capacidades:

### 5.1 DESEMPENHO DO FOGUETE SS-30

Figura 4 – Tabela de desempenho do Foguete SS-30

CONDIÇÃO DE TIRO			RAIO EFETIVO (m)	ÁREA EFETIVAMENTE BATIDA (km <sup>2</sup> ) (1)
Nr	ALCANCE DE TIRO (km)	ALTITUDE DO LANÇADOR (m)		
1	< 40	0 - 1500	750	1,75
2	> 40	0 - 1500	900	2,50
	< 40	1500 - 3000		
3	> 40	1500 - 3000	1050	3,50

Fonte: Brasil, 1999, p. 12-5

### 5.2 DESEMPENHO DO FOGUETE SS-40

Figura 5 – Tabela de desempenho do Foguete SS-40

CONDIÇÃO DE TIRO			PROFUNDIDADE (DESVIO DO ALCANCE) (m)	FRENTE BATIDA (DESVIO LATERAL) (m)	RAIO EFETIVO (m)	ÁREA EFETIVAMENTE BATIDA (km <sup>2</sup> ) (1)
Nr	ALCANCE DE TIRO (km)	ALTITUDE DO LANÇADOR (m)				
1	< 35	0 - 3000	740	1700	630	1,25
2	> 35		1000	2250	850	2,25

Fonte: Brasil, 1999, p. 12-9

### 5.3 DESEMPENHO DO FOGUETE SS-60

Figura 6 – Tabela de desempenho do Foguete SS-60

CONDIÇÃO DE TIRO			PROFUNDIDADE (DESVIO DO ALCANCE) (m)	FRENTE BATIDA (DESVIO LATERAL) (m)	RAIO EFETIVO (m)	ÁREA EFETIVAMENTE BATIDA (km <sup>2</sup> ) (1)
Nr	ALCANCE DE TIRO (km)	ALTITUDE DO LANÇADOR (m)				
1	< 45	0 - 3000	2100	1900	1130	4,0
2	> 45 e < 60		2700	3900	1830	10,5
3	> 60		3800	4200	2250	16,5

Fonte: Brasil, 1999, p. 12-10

### 5.4 ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS FOGUETES NO MOMENTO DA ESCOLHA

Foi visto nas tabelas acima evidenciadas o desempenho padrão de cada um dos foguetes do Sistema ASTROS dentro dos seus respectivos alcances mínimo e máximo. Com isso, foi possível observar que há um recobrimento em alcance entre

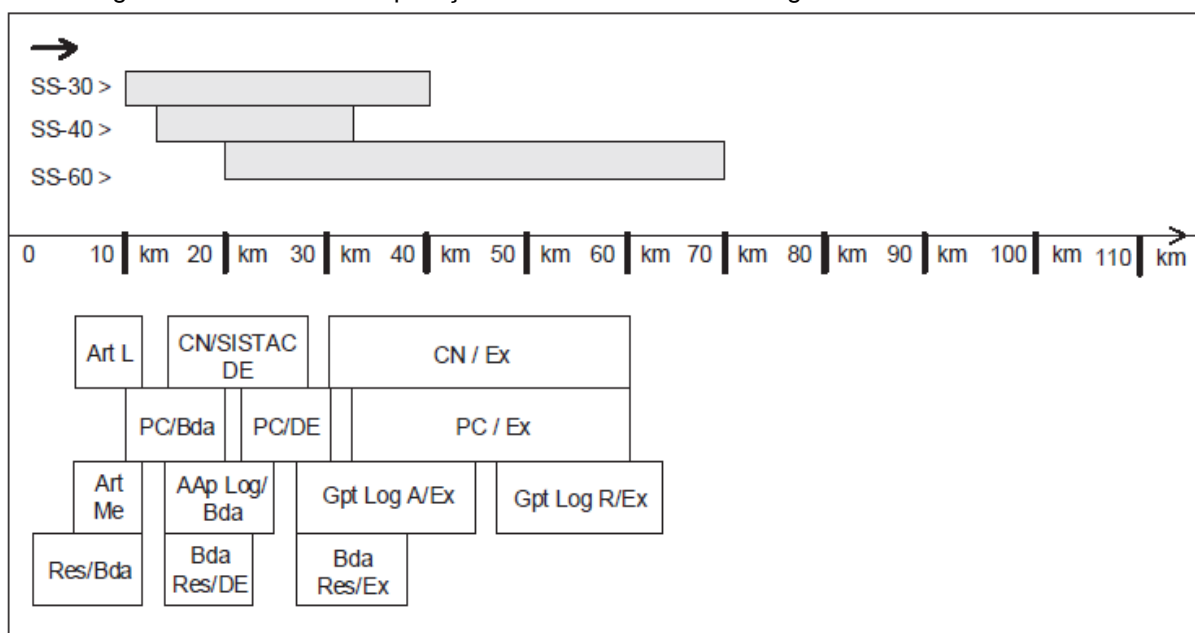
os foguetes, que deve ser analisado no momento da escolha do foguete que irá cumprir uma missão de tiro.

É preciso analisar sucintamente o efeito desejado no alvo de modo que a escolha do foguete seja não só eficaz, mas também eficiente, visando um resultado satisfatório tanto para o cumprimento da missão quanto no que diz respeito à continuidade do apoio de fogo do GMF no teatro de operações. Se uma mesma missão pode ser cumprida tanto com o SS-30 quanto com o SS-40, deve-se estudar a necessidade do efeito desejado, objetivando não só eficiência, mas também economia, seja financeira, quando analisado o custo de um foguete, ou no número de foguetes que serão lançados, otimizando a logística.

Além disso, percebe-se ainda que para um alcance maior que 40 km a uma altitude de até 1500 m, o foguete SS-30 apresenta uma área eficazmente batida de 1,75 km<sup>2</sup>, superando os 1,25 km<sup>2</sup> a 2,25 km<sup>2</sup> que propõe o SS-40 MW nas mesmas condições. Deve-se levar em consideração esta informação visando uma maior eficiência no desenrolar das operações, visto que além do fato observado acima, os contêineres lançadores do SS-30 superam, em número de foguetes, os do SS-40, viabilizando um apoio de fogo contínuo.

Da mesma forma, também é percebido um recobrimento entre os foguetes SS-40 MW e SS-60 MW, porém este último supera em muito o poder de dissuasão daquele, tornando inviável, para uma situação de condições semelhantes, optar pelo SS-40 MW em detrimento do SS-60 MW dependendo do efeito que se deseja no alvo. Fica melhor a análise quando vista pela imagem que segue:

Figura 7 – Tabela de comparação entre os alcances dos foguetes do Sistema ASTROS



Fonte: Brasil, 1999, p. A-3



Para essa faixa de alcance que há recobrimento entre o alcance dos foguetes, deve ser analisado primeiramente o efeito desejado no alvo e, feito isso, o foguete que melhor sugere esse efeito de forma eficiente e eficaz.

## 6 CARACTERÍSTICAS DO ALVO E EFEITO DESEJADO

As características dos alvos são um fator extremamente importante durante o planejamento da missão, dando base para que seja escolhido o efeito desejado sobre ele. Segundo Brasil (1999, p. 3-2), os efeitos e critérios de baixas desejados irão indicar a quantidade de foguetes/lançador necessários para a obtenção do efeito desejado no engajamento dos alvos e a quantidade e natureza dos alvos a bater que poderão levar ao desdobramento de maior número de frações de tiro.

Visto isso, faz-se voltar a discussão da relação entre a eficiência em detrimento da eficácia, pois do número de foguetes está diretamente ligado ao efeito desejado no alvo, como visto acima. Além disso, deve-se atentar ao efeito que cada foguete pode causar no alvo, visto que, por exemplo, o SS-30 possui cabeça de guerra auto explosiva enquanto os demais são compostos de submunissões de carga oca com duplo efeito (antipessoal e anticarro).

Como mostra Brasil (1999, p. 4-7), a tabela de prioridades para escolha dos foguetes para cumprir uma missão de tiro segundo seu efeito no alvo tem os seguintes critérios:

Figura 8 – Forma de abater 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: BRASIL, 1999, p. 4-7

Como bem salienta Brasil (1999, p. 1-5), o Grupo de Mísseis e Foguetes tem como limitação a impossibilidade da manutenção de um apoio cerrado e contínuo, sendo, portanto, impróprio para o cumprimento de missões táticas de apoio geral e direto. Com isso, cabe a observação de uma Bia MF seria inviável para cumprir uma missão de tiro cujo alvo é uma tropa de infantaria a pé, pois a artilharia de tubo já cumpre muito bem esta missão, quer seja de apoio direto ou apoio geral. Pode cumprir, sim, caso não haja mais artilharia em operação para cumprir este tipo de missão, o que é bastante improvável. Além disso, outra limitação do GMF é o fato de ter a dispersão do tiro superior à da artilharia de tubo, tendo um maior efeito colateral, podendo causar fratricídio, uma vez que a tropa apoiada se encontra no combate aproximado. O manual de planejamento de fogos sequer propõe a utilização do GMF para este fim:

Fogos de apoio – são aqueles desencadeados em proveito das unidades em contato cerrado com o inimigo, contra alvos pouco profundos que ameacem os elementos em 1º escalão. Além disso, observa-se o seguinte: a) normalmente, esses fogos são realizados pelos grupos de artilharia de campanha (GAC) com a missão tática de apoio geral, apoio direto ou reforço de fogos, por meio dos fogos indiretos; b) nos escalões unidade (U) e subunidade (SU), são realizados pelos meios orgânicos das unidades e subunidades das armas-base. Nesse caso, a base de fogos é realizada por meio do emprego de morteiros (Mrt) e armas de tiro direto; e c) são exemplos de alvos pouco profundos: elementos inimigos em 1o escalão; armas automáticas; armas anticarro; radares; postos de observação; e passagens obrigatórias. (BRASIL, 2017, p. 2-3)

Caso haja a necessidade de abater uma tropa de infantaria a pé com o Sistema ASTROS, visto os fatores já ressaltados no parágrafo acima, a prioridade deveria ser dado ao Foguete SS-30, haja vista o seu efeito mais similar a uma granada de obuseiro, tendo menos efeito colateral, e também um melhor custo-benefício, levando em consideração também seu preço em comparação com os demais que constam como prioridade na tabela presente no manual de campanha C6-16 (figura 8).

O mesmo também se aplica à infantaria abrigada. Quando é levantada essa natureza do alvo, ele é analisado pela artilharia de tubo de forma que seja batido com espoleta tempo, a fim de obter o maior número de neutralização do inimigo. Fazendo um paralelo com a utilização de foguetes, deve ser utilizado os que possuem submunições, como já consta na tabela de prioridades, visto que desencadeará um efeito bastante similar ao da espoleta tempo. Porém, o menor calibre que possui submunições é o do foguete SS-40 MW, cuja rajada pode ter um poder dissuasório maior que o do SS-30, aumentando ainda mais a possibilidade de fratricídio e ratificando a inviabilidade do Sistema ASTROS para esse tipo de apoio.

Pelo alcance que possui o sistema e pelo poder de dissuasão, deve sempre objetivar, prioritariamente os alvos estratégicos, pois os GAC já possuem missão de apoio cerrado. Um PC inimigo, que fica bem à retaguarda, pode não ser batido por

uma artilharia de tubo, devido a seu alcance e, além disso, haverá maior dificuldade na obtenção do efeito desejado, visto que, em comparação com uma Bia MF, a Bia O possui menores poder de fogo e cadência de tiro.

Segundo DT-AST-402 (2016 p. 2-5) o principal objetivo do sistema ASTROS é saturar grandes áreas com o lançamento de um volume considerável de foguetes, destruindo ou neutralizando forças ou instalações. Seguindo, segundo o mesmo manual, a seguinte tabela de alvos acompanhados das suas respectivas dimensões, para emprego do GMF:

Figura 9 – Exemplos típicos de alvo

ALVO	LARGURA (KM)	PROFUNDIDADE (KM)	ÁREA (KM)
Aeroporto	3,0	1,5	4,5
Concentração de veículos blindados (*)	0,9 a 4,0	0,7 a 2,75	0,6 a 11,0
Postos de Comando (*)	2,0 a 4,5	1,5 a 2,5	3,0 a 9,0
Plantas Elétricas	2,0	0,7	1,4
Artilharia inimiga (*)	0,4 a 1,3	0,25 a 1,0	0,1 a 1,3
Porto – grande	6,0	1,5	9,0
Porto – médio	3,0	0,7	2,1
Plantas industriais – grandes	1,5	1,0	1,5
Plantas industriais – médias	0,6	0,3	0,18
Plataforma Marítima de Óleo	0,5	0,5	0,25
Frota Naval Completa	1,5	1,0	1,5
Seção da Frota Naval	0,6	0,6	0,36
Refinarias com tanques	4,0	3,0	12,0
Estações ferroviárias	2,0	2,0	4,0
Concentração de Tropas (*)	0,9 a 4,0	0,7 a 2,15	0,6 a 8,6
Defesa do Litoral (contra desembarque marítimo)	6,0	3,0	18,0
Cabeça-de-praia	2,0	1,0	2,0
Área de Suporte Logístico (*)			

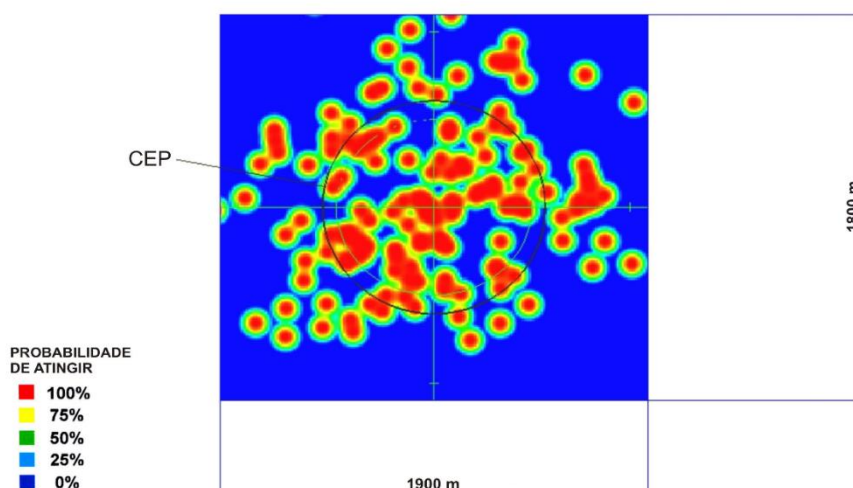
Fonte: DT-AST-402, 2016, p. 2-5

Com base nesta tabela, é possível analisar o item que diz respeito à “concentração de tropas”, cuja área é de, pelo menos, 0,6 km<sup>2</sup> e podendo chegar até a 8,6 km<sup>2</sup>. Na tabela de mementos e quadros, consta como dimensões para “infantaria em reunião” e “infantaria em progressão” 0,3 km<sup>2</sup> (150 x 200 m – 1 Cia). Com isso, não se deve interpretar “concentração de tropas” como sendo “infantaria a pé” ou até mesmo como sendo “infantaria abrigada”, como consta na tabela de prioridades para seleção dos foguetes, devido às suas dimensões, deixando que esse tipo de alvo seja de responsabilidade da artilharia de tubo, haja vista os motivos já citados anteriormente.

Percebe-se, ao analisar a tabela acima disponibilizada pela indústria Avibras, que os alvos descritos, em uma situação de combate, seriam extremamente compensadores para a artilharia de foguetes, uma vez que tem, em sua maioria, caráter estratégico, valorizando desta forma o emprego deste material.

Outro fator observado neste estudo durante a análise da tabela mostrada na figura 8 é o fato de alvos como PC inimigo e instalações logísticas terem como prioridade de emprego o foguete SS-30, uma vez que este tipo de alvo é extremamente compensador para o êxito na manobra quando levado em consideração seu alto grau estratégico para o inimigo. O foguete escolhido como prioridade tem um efeito eficaz sobre o alvo, porém para um alcance que o foguete SS-40 também seja capaz de bater, deve-se levar em consideração este último, haja vista o seu nível de saturação em uma mesma área. Este fato fica melhor evidenciado quando são analisadas as figuras abaixo:

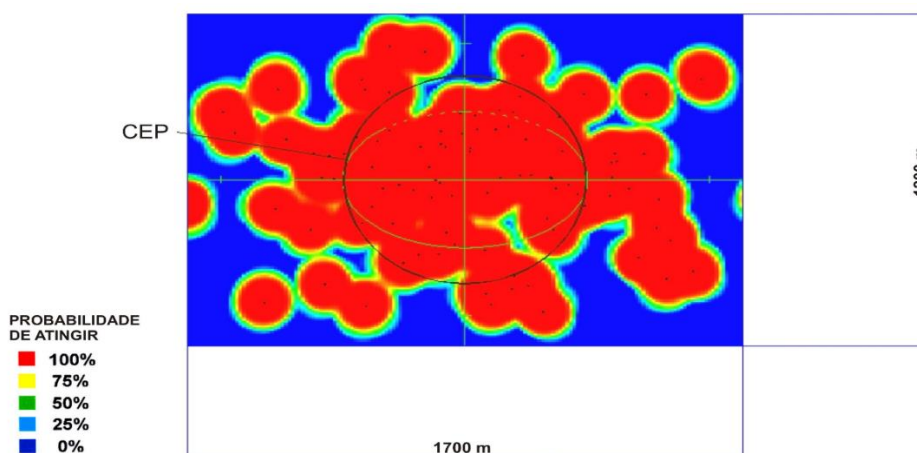
Figura 10 – Efeito em um alvo com alcance de 35 km (típico de 1 Bia MF)



Fonte: DT-AST-402, 2016, p. A2-36

Agora, em condições semelhantes, o efeito proporcionado pelo emprego do foguete SS-40:

Figura 11 – Efeito em um alvo com alcance de 35 km (típico de 1 Bia MF)



Fonte: DT-AST-402, 2016, p. A2-41

Analisando as figuras 10 e 11, é possível verificar que com o foguete SS-40, a probabilidade de neutralizar o alvo é de 100% em quase toda a sua extensão, ao passo que com o foguete SS-30 esse efeito não é tão contundente.

Segundo Brasil (2015a, p. 3-2), os postos de comando compreendem as instalações e os meios necessários para que o comandante e seus órgãos auxiliares possam exercer suas atividades, que inclui, entre muitas, conduzir planejamentos, realizar gestão do conhecimento e da informação, entre outras. Em uma instalação logística, segundo Brasil (2003, p. 4-10), podemos compreender um comando logístico do exército de campanha (CLEX), que é um grande comando logístico, organizado de acordo com os planejamentos operacionais. É responsável pela coordenação do apoio logístico a todas as forças integrantes do exército de campanha e, quando determinado, pela execução do apoio, caso em que enquadrará um ou mais grupamentos logísticos.

Os fatos observados no parágrafo acima ratificam ainda mais a necessidade de uma modificação na prioridade do foguete que será empregado a fim de bater os referidos alvos, haja vista o seu caráter extremamente estratégico e de elevada importância militar para obtenção do êxito no teatro de operações.

Além disso, cabe ressaltar que, para obter um efeito no alvo, utilizando-se do SS-30, similar ao que seria obtido com o SS-40, seria necessário o lançamento de ainda mais foguetes daquele calibre, visto que nas figuras 10 e 11, foi feita a análise do disparo de 1 bateria de mísseis e foguetes. Lembrando que cada bateria possui 6 VBLMU-MSR (Viatura Blindada Lançadora Múltipla Universal Média Sobre Rodas), que, por sua vez, é capaz de armazenar 4 contêineres lançadores e cada um deles pode possuir 4 foguetes SS-40 ou 8 foguetes SS-30. Sendo assim, no caso supracitado, seriam lançados 96 SS-40 ou 192 SS-30.

O fratricídio, neste caso, é praticamente descartável tendo em vista que um posto de comando do inimigo ou uma instalação logística deverá se encontrar na retaguarda profunda, onde o efeito dificilmente trará uma consequência indesejada sobre a tropa amiga, visto que se encontra no combate aproximado.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como visto no presente estudo, há uma complexidade um pouco maior para definir um foguete como prioridade para uma determinada missão de tiro levando em consideração a natureza do alvo e o efeito desejado a fim de ter não só eficácia, mas também eficiência.

O que mais ficou evidenciado foi a necessidade de, só em caso de força maior, utilizar um GMF para bater alvos de baixo valor estratégico (infantaria a pé ou abrigada) que podem e devem ser saturados pelos GAC que estão atuando em apoio

direto ou apoio geral, visto que o grupo de mísseis e foguetes tem como limitação a inviabilidade pra esse tipo de apoio. Os foguetes são um meio nobre de dissuasão e, por isso, devem ser valorizados e empregados de forma apropriada.

Partindo desse mesmo raciocínio, os alvos que são extremamente compensadores como um PC ou instalações logísticas do inimigo devem ser batidos com o máximo de dissuasão, tendo em vista seu elevado grau de importância militar. Por isso foi visto que para um mesmo intervalo de alcance é mais viável a utilização do SS-40 em detrimento do SS-30, pois apresenta um maior aproveitamento nas condições estabelecidas na análise, além de uma economia no número de foguetes, como foi visto na comparação entre o número de foguetes lançados por uma Bia MF composta por seis lançadoras.

Da mesma forma, um alvo que tenha uma natureza de valor estratégico inferior e, possuindo um alcance semelhante entre os foguetes SS-30 e SS-40, deve-se usar o de menor calibre visando, desta vez, uma economia financeira haja vista o seu menor custo.

## **8 SOLUÇÃO PRÁTICA**

Este trabalho conclui que há uma necessidade de atualização na tabela que propõe prioridades dos foguetes em detrimento da natureza do alvo que se deseja bater, visando não só a eficácia, mas também uma maior eficiência na missão que se deseja cumprir.

Desta forma, o presente estudo propõe a seguinte tabela:

Figura 12 – proposta de critério para seleção do tipo de foguete

NATUREZA DO ALVO	COMBINAÇÃO ADEQUADA FOGUETE/OGIVA		OBSERVAÇÕES
	1ª PRIORIDADE	2ª PRIORIDADE	
INFANTARIA A PÉ	SS-30	SS-40/SS-60	1. Só deve ser engajado esse tipo de alvo por motivo de força maior. Deve-se procurar se interar da situação da artilharia de tubo em apoio à manobra.
INFANTARIA ABRIGADA	SS-40/SS-60	SS-30	Idem ao item 1.
INFANTARIA MOTORIZADA	SS-30	SS-40/SS-60	
UNIDADES MECANIZADAS E BLINDADAS	SS-40/SS-60	SS-30	2. Em reunião ou em deslocamento.
ARTILHARIA INIMIGA	SS-30	SS-40/SS-60	
POSTOS DE COMANDO	SS-40/SS-60	SS-30	
INSTALAÇÕES LOGÍSTICAS	SS-40/SS-60	SS-30	
TERMINAIS RODOVIÁRIOS	SS-30	SS-40/SS-60	

Fonte: O autor

## 9 REFERÊNCIAS

BRASIL. Estado Maior do Exército. **C6-16 - Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes**, 2ª Edição. Brasília, DF, 1999.

\_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **C100-10 – Logística Militar Terrestre**, 2ª Edição. Brasília, DF, 2003.

\_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **EB20-MC-10.205 – Comando e Controle**. Brasília, DF, 2015a.

\_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **EB20-MC-10.206 – Fogos**. Brasília, DF, 2015b.

\_\_\_\_\_. Estado Maior do Exército. **EB20-MC-10.346 – Planejamento e Coordenação de Fogos**, 3ª Edição. Brasília, DF, 2017.

AVIBRÁS INDÚSTRIA AEROESPACIAL S.A. **DT-AST-402 – Manual de Direção de Tiro Sistema Astros MK6**. Jacareí, SP, 2016.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 2016. **ASTROS 2020 – Projeto Estratégico do Exército**. Disponível em: <<http://www.dct.eb.mil.br/index.php/termo-de-fomento-a-ser-firmado-entre-o-exercito-brasileiro-e-a-fundacao-parque-tecnologico-de-itaipu-br/35-programas-e-parceiros/136-astros-2020>> Acesso em: 13 abr. de 2018.



