



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

ASP OF ART ANDRÉ RICARDO PEREIRA DOMINGOS DOS SANTOS

**ASPECTOS TÉCNICOS DO SISTEMA ASTROS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO
DE ENGAJAMENTO DE ALVOS**

2019



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

ASP OF ART ANDRÉ RICARDO PEREIRA DOMINGOS DOS SANTOS

ASPECTOS TÉCNICOS DO SISTEMA ASTROS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE ENGAJAMENTO DE ALVOS

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 ART ANDRÉ RICARDO PEREIRA DOMINGOS DOS SANTOS

**TÍTULO: ASPECTOS TÉCNICOS DO SISTEMA ASTROS QUE INFLUENCIAM O
PROCESSO DE ENGAJAMENTO DE ALVOS**

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

| Membro | Menção Atribuída |
|---|-------------------------|
| CEZAR AUGUSTO RODRIGUES LIMA JÚNIOR – Cap Chefe da Divisão de Ensino | |
| MATEUS HENRIQUE LAMPERT – 1º Ten Orientador | |

**ANDRÉ RICARDO PEREIRA DOMINGOS DOS SANTOS – Asp Of
Aluno**

ASPECTOS TÉCNICOS DO SISTEMA ASTROS QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE ENGAJAMENTO DE ALVOS

André Ricardo Pereira Domingos dos Santos*
Mateus Henrique Lampert**

RESUMO

O Sistema de Mísseis e Foguetes representa um grande passo em direção à área de tecnologias e o combate moderno, hoje em dia a presença dele é imprescindível para proteção do território e de nossas fronteiras. Tal importância faz-se necessário estarmos aptos para operá-los de maneira que evitem o mal uso, o desperdício de investimentos e de tempo. Por isso, a aprendizagem e o contínuo desenvolvimento de técnicas têm que ser constantes. Este trabalho auxilia o processo de análise dos aspectos técnicos do Sistema de Mísseis e Foguetes para engajamento do Alvo. A partir do planejamento de uma missão até o engajamento do alvo, existem fatores simples e fundamentais que devem ser levados em consideração como: o Alcance; a determinação da quantidade e do tipo de foguetes; o nível de confiança e efeito desejado no alvo; a área eficazmente batida pelos foguetes; e o nível de precisão.

ABSTRACT

The Missile and Rocket System represents a great step towards the area of technologies and modern combat, nowadays its presence is indispensable for the protection of the territory and our borders. Such importance makes it necessary to be able to operate them in a way that avoids misuse, waste of investments and time. Therefore, learning and the continuous development of techniques must be constant. This work assists the process of analyzing the technical aspects of the Missile and Rocket System for Target Engagement. From planning a mission to engaging the target, there are simple and fundamental factors that must be taken into account as: o Scope; determination of the number and type of rockets; the level of confidence and desired effect on the target; the area effectively hit by rockets; and the level of accuracy.

Keywords: technologies. Technical aspects. Missing to engaging.

* Aspirante a Oficial da Arma de Artilharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2018.

** 1º Tenente da Arma de Artilharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2016.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 6 |
| 1.1 PROBLEMA | 7 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 7 |
| 1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES | 8 |
| 2 METODOLOGIA..... | 8 |
| 2.1 REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 2.1.1 Alcance do Sistema Astros | 9 |
| 2.1.2 Fatores que influenciam o alcance..... | 10 |
| 2.2 Área Eficazmente Batida..... | 15 |
| 2.2.1 Erro Provável Circular e Densidade de Saturação..... | 16 |
| 2.2.2 Interferência do Alcance na Área Eficazmente Batida..... | 17 |
| 2.3 Volume de Fogos..... | 18 |
| 2.3.1 Efeito Desejado..... | 19 |
| 2.3.2 Nível de certeza para bater o alvo | 21 |
| 2.3.3 Condição de Tiro | 22 |
| 2.3.4 Área do Alvo | 23 |
| 2.3.5 Situação da Tropa | 25 |
| 2.4 Nível de Precisão | 26 |
| 2.2 COLETA DE DADOS | 27 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 28 |
| 4 SOLUÇÃO PRÁTICA | 29 |

1 INTRODUÇÃO

O Programa Estratégico do Exército Astros 2020 tem como objetivo dar a capacidade à Força Terrestre de atingir alvos estratégicos e operacionais de grandes valores com precisão e a longas distâncias.

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. (DT- AS-402, 2016, p. 2-5)

Entretanto é necessário produzir os efeitos nestas forças ou instalações para colocá-las fora de combate, permanentemente ou temporariamente, de acordo com o critério de baixa desejado pelo comando da tropa de suporte. (DT- AS-402, 2016, p. 2-5)

Neste trabalho serão abordadas as condições técnicas que influenciam diretamente no processo de engajamento de alvos feito pelo Sistema Astros, são eles: o Alcance; a determinação da quantidade e do tipo de foguetes; o nível de confiança e efeito desejado no alvo; a área eficazmente batida pelos foguetes; e o nível de precisão.

O alcance para o alvo deve ser a primeira consideração a ser feita, a fim de selecionar o tipo mais adequado de foguete a ser utilizado. Sabe-se ainda que se a quantidade de munição disponível obrigar que a missão seja cumprida com um tipo de foguete menos apropriado para determinado alvo, ela poderá ser cumprida, desde que obedeça as especificações técnicas e balísticas.

O nível de confiança normalmente empregado para a obtenção do efeito desejado é de 50%. Níveis de confiança maiores que 50% podem ser utilizados a critério do comando (DT- AS-402, 2016, p. 2-4). Têm-se ainda que o estabelecimento do critério de baixas desejado, durante o ataque a um alvo, é uma decisão do comando da Unidade de Lançadores Múltiplos de Foguetes. (DT- AS-402, 2016, p. 2-3)

Conceitualmente a área eficazmente batida (AEB) é a área onde há, no mínimo, 50% de chance de um homem em pé ser transformado em uma baixa, e é formada por 90% a 94% de todos os impactos da série de tiro ou rajada. No sistema ASTROS a dimensão de uma AEB para uma lançadora equivale à área

cujo raio (RAIO EFICAZ) é o dobro do raio da área do erro circular provável (CEP) (BRASIL, 2017, p 7).

1.1 PROBLEMA

Após a explicação sumária do objetivo principal do Sistema Astros, e da exposição de seus aspectos técnicos que devem ser levados em consideração e analisados na escolha dos elementos de tiro, para o cumprimento de uma missão de mísseis e foguetes, a saber: o alcance; a determinação da quantidade de foguetes; o nível de confiança e efeito desejado no alvo; a área eficazmente batida pelos foguetes; o tempo necessário para se iniciarem os fogos; e o nível de precisão. Qual o valor desses aspectos técnicos para o Sistema Astros cumprir sua missão de engajamento do alvo e é possível chegar a um fluxograma que aborde esses aspectos técnicos?

1.2 OBJETIVOS

Para viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram formulados os objetivos específicos, abaixo relacionados, que permitiram o encadeamento lógico do raciocínio descritivo apresentado neste estudo:

a) Realizar um estudo detalhado dos aspectos técnicos que são objetos de estudo no processo de engajamento de alvos.

b) Apresentar um Fluxograma que funcione como apoio para a determinação do tipo de foguete, levando em consideração os aspectos técnicos expostos no trabalho.

c) Concluir com a prova da necessidade de análise dos aspectos técnicos, verificando sua importância para o cumprimento da missão.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Conforme previsto na diretriz da Estratégia Nacional de Defesa (END), o Exército Brasileiro deve possuir meios capazes de dissuadir a concentração de forças hostis nas fronteiras terrestres do País. (BRASIL, 1994)

O sistema de mísseis e foguetes representa uma nova capacidade de dissuasão extrarregional, que permite ao País estabelecer estruturas de defesa mais compatíveis com sua postura no subcontinente e seu porte estratégico. (BRASIL, 1994)

Por isso nota-se a importância desse sistema para o engajamento de alvos táticos e operacionais de alto valor para Força. Os investimentos e custos para manutenção e contínuo desenvolvimento são elevados, confirmando a necessidade de ter a plena ciência na utilização deste material.

O presente estudo pretende verificar os aspectos técnicos de preparação para o engajamento de alvos do Sistema Astros, contribuindo para o progresso do conhecimento sobre este material, destacando ainda a elaboração de um fluxograma para determinação do tipo de foguete a ser utilizado conforme a necessidade.

2 METODOLOGIA

Para obter informações que permitissem formular uma possível solução para o problema, o delineamento desta pesquisa contemplou leitura analítica de manuais, notas de aula de 2019 do Curso de Operações de Mísseis e Foguetes para Oficiais, a exposição de dados do material ASTROS e discussão de resultados.

A natureza da pesquisa é aplicada pois a partir do conhecimento dos aspectos técnicos pode-se chegar a soluções práticas para os problemas apresentados.

Quanto à forma de abordagem do problema, utilizaram-se, principalmente, os conceitos de pesquisa quantitativa, pois se espera expressar em fluxograma os resultados obtidos através de dados expositivos.

Para alcançar o objetivo geral, foi empregada a modalidade de pesquisa quantitativa, tendo em vista os dados de tabela e gráficos acerca do tema, o que exigiu uma exposição e conclusões de dados, materializada pela elaboração de um fluxograma.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Iniciamos o delineamento da pesquisa com a definição de como seria realizado o trabalho, a fim de viabilizar a solução do problema de pesquisa. O estudo foi iniciado com o conhecimento atual da doutrina de mísseis e foguetes.

A literatura atual se baseia nos Manuais de Direção de Tiro do Sistema de Mísseis e Foguetes e na Nota de Aula Técnica de Tiro da Artilharia de Mísseis e Foguetes; Manual de Bateria Lançadoras Múltiplas de Foguetes (C 6-16) e de outras fontes de consulta. A seguir serão apresentadas algumas definições.

2.1.1 Alcance do Sistema Astros

O alcance dos foguetes é um fator determinante para a escolha do tipo de foguete que será utilizado, por isso será exposto alguns fatores externos e internos dos foguetes que influenciam o seu alcance final.

O Sistema Astros possui diferentes faixas de alcances variáveis de acordo com a altitude de lançamento e com o foguete empregado. Com o aumento das altitudes das posições de tiro ocorre um aumento dos alcances máximos e mínimos de cada foguete (BRASIL, 2012, p A-1)

Tabela 01 – Alcances dos Foguetes em Uso pelo EB

| CONDIÇÕES E ALTITUDES | Atitudes (m) | LIMITES DOS ALCANCES (km) | | | | | |
|---|-----------------|---------------------------|------|-------|------|-------|------|
| | | FOGUETES | | | | | |
| | | SS-30 | | SS-40 | | SS-60 | |
| CONDIÇÕES NOMINAIS * Condições nominais: Brasília Campo de Instrução de Formosa, Atmosfera padrão (Alt = 1000m). | | MIN | MAX | MIN | MAX | MIN | MAX |
| | 1000 | 10.2 | 46.8 | 17.8 | 39.6 | 23.6 | 80.8 |
| CONDIÇÕES EQUATORIAIS A + 65°C | 0 | 11.2 | 38.7 | 16.2 | 33.2 | 21.5 | 69.3 |
| | 1000 | 11.5 | 44.7 | 17.2 | 37.8 | 22.3 | 77.5 |
| | 3000 | 12.3 | 59.1 | 18.8 | 49.4 | 24.7 | 94.2 |
| CONDIÇÕES TROPICAIS PADRÃO LAT 24° A + 26°C | 0 | 10.1 | 38.6 | 15.5 | 33.0 | 20.6 | 69.9 |
| | 1000 | 10.4 | 46.0 | 16.4 | 38.8 | 21.6 | 79.3 |
| | 3000 | 11.1 | 63.3 | 18.4 | 52.7 | 23.8 | 98.3 |
| CONDIÇÕES DE CÍRCULO POLAR LAT 66° A -35°C | 0 | 8.3 | 40.4 | 14.3 | 33.7 | 19.3 | 77.4 |

Fonte: AVIBRAS (2013, p. A1-6)

2.1.2 Fatores que influenciam o alcance

Sabe-se que o alcance dos foguetes são influenciados direta e indiretamente pelos chamados fatores mensuráveis e não-mensuráveis relacionados à condição do material (pertinentes ao foguete que será lançado) e às condições geográficas e meteorológicas (presentes no momento do lançamento).

Segundo a Nota de Aula de Técnica de Tiro de Artilharia de Mísseis e Foguetes todos esses fatores, em proporção maior ou menor, afetam o desempenho final dos foguetes e por isso deve-se atentar para a correção desses fatores.

De acordo com a Nota de Aula de Técnica Artilharia de Mísseis e Foguetes ainda, os fatores não-mensuráveis que influenciam o alcance são as variações de propulsão que produzem variações da velocidade da queima ou na temperatura do propelente.

Essas pequenas variações afetam adversamente a uniformidade de propulsão de todos os foguetes de uma rajada e, em consequência, produzem

pequenas variações no alcance dos mesmos, que estão incluídas nos dados de dispersão do sistema. (NOTA DE AULA, 2018)

As Trincas no propelente, segundo a Nota de Aula de Técnica de Tiro de Artilharia de Mísseis e Foguetes, alteram o alcance devido às variações de propulsão dos foguetes lançados.

As pequenas discrepâncias aerodinâmicas têm a capacidade de alterar o desempenho dos foguetes, enfatizando assim que as condições originais do foguete devem ser mantidas.

E por último, a imprecisão nas medições dos elementos meteorológicos balísticos e na aplicação das correções correspondentes alteram os elementos de tiro.

Tabela 02 – Fatores Não- mensuráveis

| Fator | Causa | Efeito | Obs. |
|--|---|---|--|
| Possíveis desalinhamentos dos tubos lançadores | - Instalação imperfeita dos contêineres na plataforma de lançamento | Imprecisão do tiro | - Operações de remuniamento com todo cuidado |
| Variações de propulsão | - Causadas por alterações não mensuráveis no peso do propelente | Variações no alcance | - Estão incluídas na dispersão do sistema |
| Trincas no propelente | - Quedas violentas ou impactos | Variações imprevisíveis na Propulsão | - Cuidado ao manusear e estocar |
| Imprecisão nas medições dos elementos meteorológicos balísticos e na aplicação das correções correspondentes. | A área do alvo está normalmente localizada fora dos limites de validade da sondagem - Erros nos cálculos | - Imprecisões nos elementos de tiro - Imprecisão da Eficácia | - Levantamento em posições que abranjam a maior parte da trajetória dos foguetes ou maior número de posições. - Treinamento |

Fonte (BRASIL, 2018, p. 25)

Os fatores mensuráveis que influenciam o alcance são:

- a) Variações na pressão atmosférica que atuam diretamente na propulsão devido aos efeitos na aerodinâmica do foguete, aumentando ou diminuindo a velocidade e varia a cada 10 a 11 metros de variação na altitude. (BRASIL, 2018, p. 19)

Tabela 03 – Influência da Pressão atmosférica

• **Pressão padrão: 1.013 milibar – 100% - Nível do mar.**

| Altitude | PRESSÃO | VELOCIDADE | ALCANCE | CORREÇÃO NA ELEVAÇÃO |
|----------|---------|------------|---------|----------------------|
| ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ |
| ↓ | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ |

Fonte (BRASIL, 2018, p. 20)

- b) Variações na temperatura do propelente que atuam diretamente na propulsão devido a efeitos na velocidade de queima do propelente do foguete, aumentando ou diminuindo o empuxo. (BRASIL, 2018, p. 20)

Tabela 04 – Influência da Temperatura

lançamento. **Temperatura padrão 20° C.**

| TEMPERATURA | QUEIMA DO PROPELENTE | TEMPO DE LIBERAÇÃO DO EMPUXO | ALCANCE | CORREÇÃO NA ELEVAÇÃO |
|-------------|----------------------|------------------------------|---------|----------------------|
| ↑ | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ |
| ↓ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ |

Fonte (BRASIL, 2018, p. 21)

- c) Variações na densidade balística que modificam as características de resistência do ar e afeta o desempenho do foguete causando grandes variações de alcance. (BRASIL, 2018, p. 22)

Tabela 05 – Influência da Densidade Balística

Varia de acordo com a altitude do lançamento e a temperatura

| DENSIDADE BALISTICA | RESISTÊNCIA DO AR | ALCANCE | CORREÇÃO NA ELEVAÇÃO |
|---------------------|-------------------|---------|----------------------|
| ↑ | ↑ | ↓ | ↑ |
| ↓ | ↓ | ↑ | ↓ |

Fonte (BRASIL, 2018, p. 22)

- d) Variações na temperatura balística do ar que modificam as características de resistência do ar e afeta o desempenho do foguete causando grandes variações de alcance. (BRASIL, 2018, p. 23)

Tabela 06 – Influência da Temperatura Balística

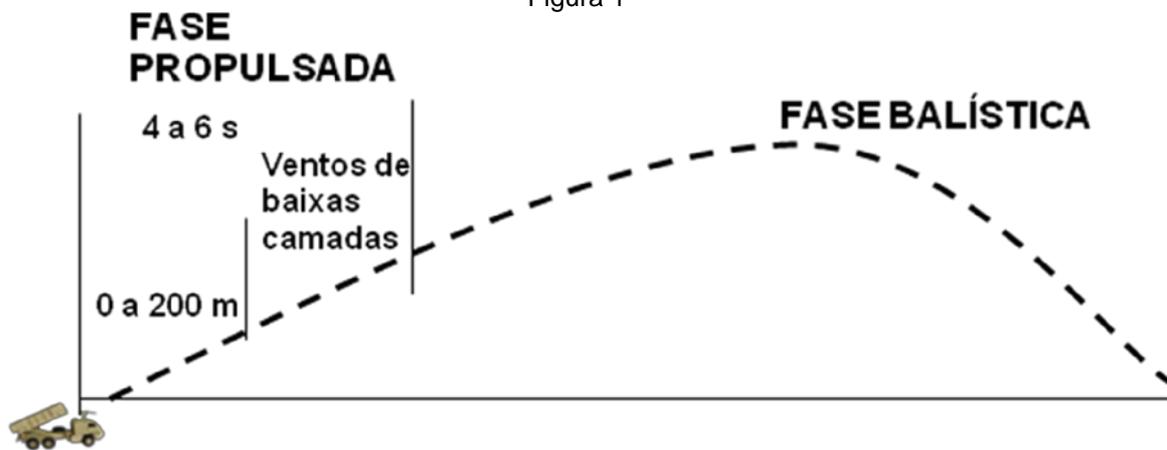
Varia de acordo com a altitude do lançamento

| TEMPERATURA BALISTICA | RESISTÊNCIA DO AR | ALCANCE | CORREÇÃO NA ELEVAÇÃO |
|-----------------------|-------------------|---------|----------------------|
| ↓ | ↑ | ↓ | ↑ |
| ↑ | ↓ | ↑ | ↓ |

Fonte BRASIL, 2018, p. 23

- e) A trajetória dos foguetes divide-se em Fase Propulsada (fase do lançamento), que caracteriza-se pela queima do propelente de duração de 4 a 6 segundos; e a Fase Balística que é a fase iniciada após a queima total do propelente, quando o foguete assume uma trajetória similar à de um lançamento de obuseiro.

Figura 1



Fonte BRASIL, 2018, p. 18

A ação dos ventos de superfície e de baixas camadas afetam, consideravelmente, a trajetória dos foguetes tanto em direção como em alcance (BRASIL, 2018, p. 21). Segundo BRASIL, os foguetes têm a tendência, durante a fase propulsada, de se desviarem para a direção de onde o vento está soprando, devido à ação do vento em suas empenas. Os desvios causados por essa tendência são maiores na fase propulsada (fase de lançamento) do que na fase balística (fase iniciada após a queima total do propelente) onde esse efeito tende a diminuir.

Figura 2

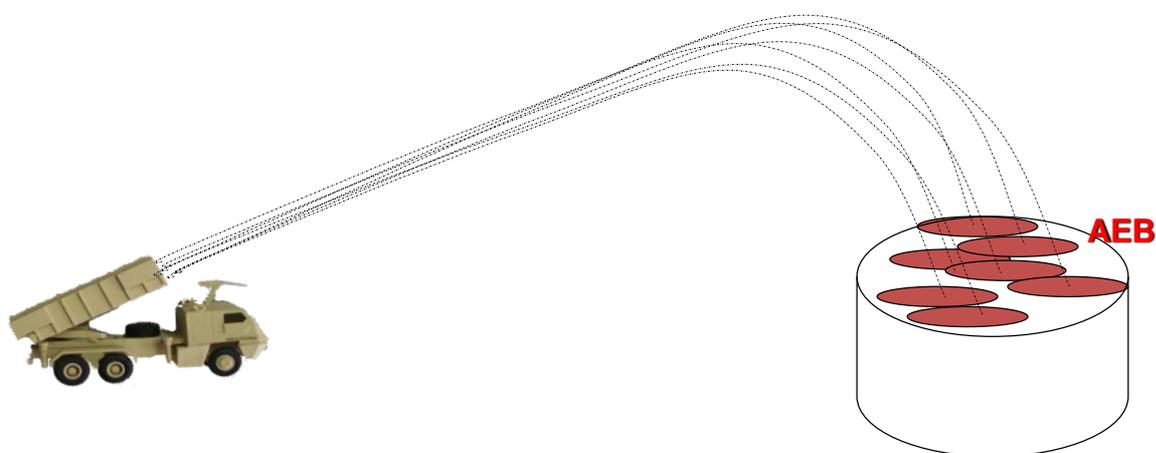
| | | | |
|--|----------------------------|--|---|
| COMPONENTE EM ALCANCE DO VENTO (VISTA LATERAL) | INFLUÊNCIA | <p>VENTO DE PROA</p> | <p>VENTO DE CAUDA</p> |
| | EFEITO | ABAIXAMENTO DA TRAJETÓRIA (REDUÇÃO DE ALCANCE) | ELEVAÇÃO DA TRAJETÓRIA (AUMENTO DE ALCANCE) |
| COMPONENTE EM DIREÇÃO DO VENTO (VISTA VERTICAL) | INFLUÊNCIA | <p>DIREÇÃO PREVISTA DO TIRO</p> <p>VENTO</p> <p>LATERAL ESQUERDA</p> | <p>DIREÇÃO PREVISTA DO TIRO</p> <p>VENTO</p> <p>LATERAL DIREITA</p> |
| | EFEITO | DESVIO À ESQUERDA | DESVIO À DIREITA |
| LEGENDA | <p>TRAJETÓRIA PREVISTA</p> | | <p>TRAJETÓRIA REALIZADA</p> <p>CENTRO DE GRAVIDADE DO FOGUETE</p> |

Fonte BRASIL, 2018, p. 21

2.2 Área Eficazmente Batida

Conceitualmente a área eficazmente batida (AEB) é área onde há, no mínimo, 50% de chance de um homem em pé ser transformado em uma baixa, e é formada por 90% a 94% de todos os impactos da série de tiro ou rajada. No sistema ASTROS a dimensão de uma AEB para uma lançadora equivale à área cujo raio (RAIO EFICAZ) é o dobro do raio da área do erro circular provável (CEP) (BRASIL, 2017, p 7).

Figura 3



De acordo com a Nota de Aula o 1º foguete proporciona uma área eficazmente batida equivalente a uma área de um foguete SS-30 de 50 metros, SS-40 de 90 metros, SS-60 uma elipse de 400 metros x 520 metros.

Segundo Nota de Aula, a partir do 2º foguete inicia-se o aumento da figura de dispersão (sem proporcionar saturação necessária, pois os impactos estão muito distantes). Por construção, os foguetes não cairão no mesmo ponto. A medida que novos foguetes são lançados, a figura vai se modificando até alcançar uma área máxima, após os lançamentos de todos os foguetes.

2.2.1 Erro Provável Circular e Densidade de Saturação

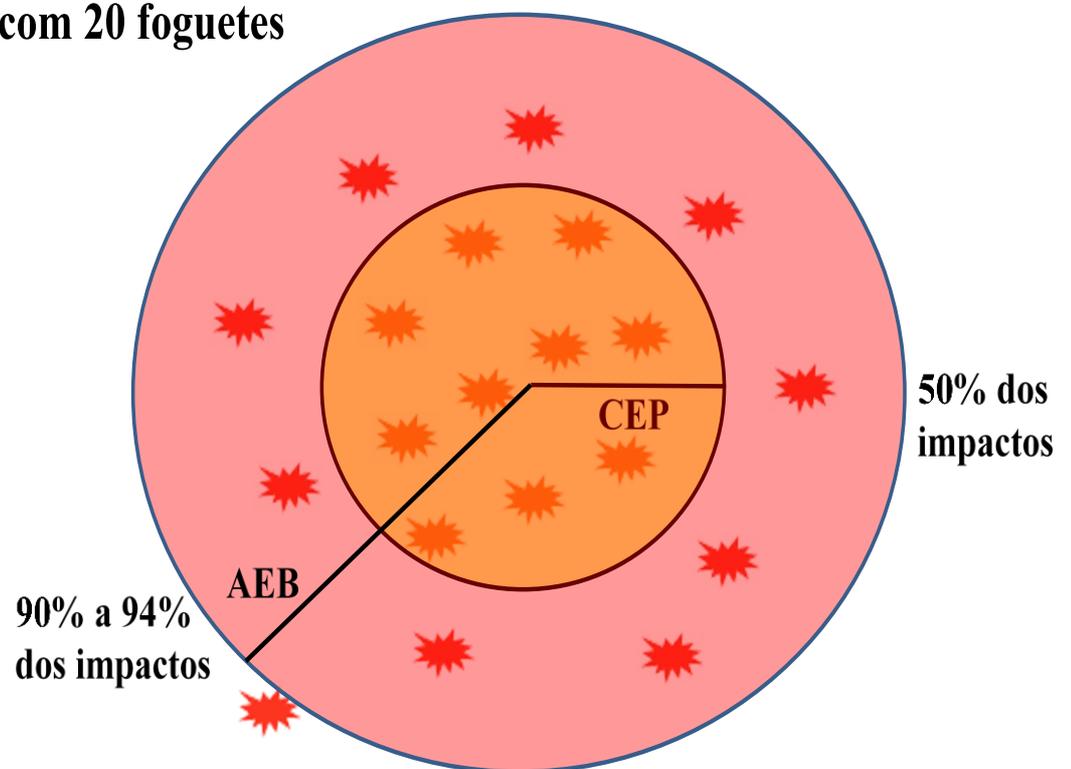
Segundo a Nota de Aula, o Erro Provável Circular (CEP) é a área que contém 50% dos impactos de uma série de tiros e as dimensões dessa área variam de acordo com o alcance e altitude de tiro.

A Densidade de Saturação é a quantidade de impactos por unidade de área do alvo.

Exemplificando os conceitos:

Figura 4

Rajada com 20 foguetes



Raio eficaz = 2 x Raio CEP

Tabela 07 - Características dos Foguetes, Condição de Tiro e AEB

| Fog | Alt Lç (m) | Faixa Alc (km) | Cond tiro | Raio eficaz 2 x CEP | Área eficazmente batida (Km ²) | Prof batida (m) | Frente batida (m) |
|-------|-------------|----------------|-----------|---------------------|--|-----------------|-------------------|
| SS-30 | 0-1500 | < 40 | 1 | 750 | 1,75 | - | - |
| | | > 40 | 2 | 900 | 2,5 | | |
| | 1500 - 3000 | < 40 | | 900 | | | |
| | | >40 | 3 | 1050 | 3,5 | | |
| SS-40 | 0 - 3000 | < 35 | 1 | 630 | 1,25 | 740 | 1700 |
| | | >35 | 2 | 850 | 2,25 | 1000 | 2250 |
| SS-60 | 0 - 3000 | >45 | 1 | 1130 | 4 | 2100 | 1900 |
| | | 45<alc<60 | 2 | 1830 | 10,5 | 2700 | 3900 |
| | | >60 | 3 | 2250 | 16 | 3800 | 4200 |

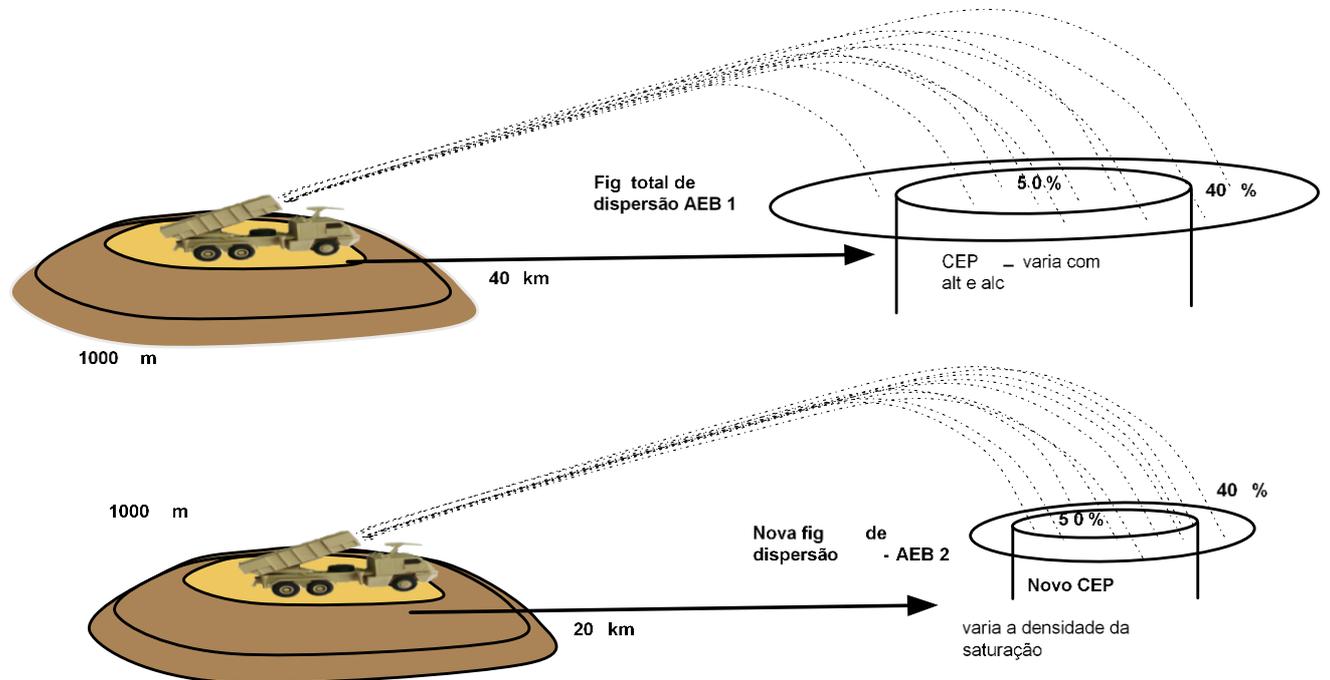
Fonte Nota de Aula

2.2.2 Interferência do Alcance na Área Eficazmente Batida

Segundo a NOTA DE AULA, o alcance e a área eficazmente batida são diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior for o alcance maior será a dispersão dos impactos e conseqüentemente a área eficazmente batida. Ao passo que o alcance e a densidade de saturação são inversamente proporcionais.

Figura 5

A Figura abaixo ilustra a situação:



Fonte Nota de Aula

2.3 Volume de Fogos

De acordo com a NOTA DE AULA, o volume de fogos para saturar adequadamente um alvo depende:

- Efeito desejado (percentual de baixas)
- Nível de certeza
- Condição de tiro (alcance e altitude da peça) a ser utilizada;
- Tamanho da área do alvo
- Situação da tropa

2.3.1 Efeito Desejado

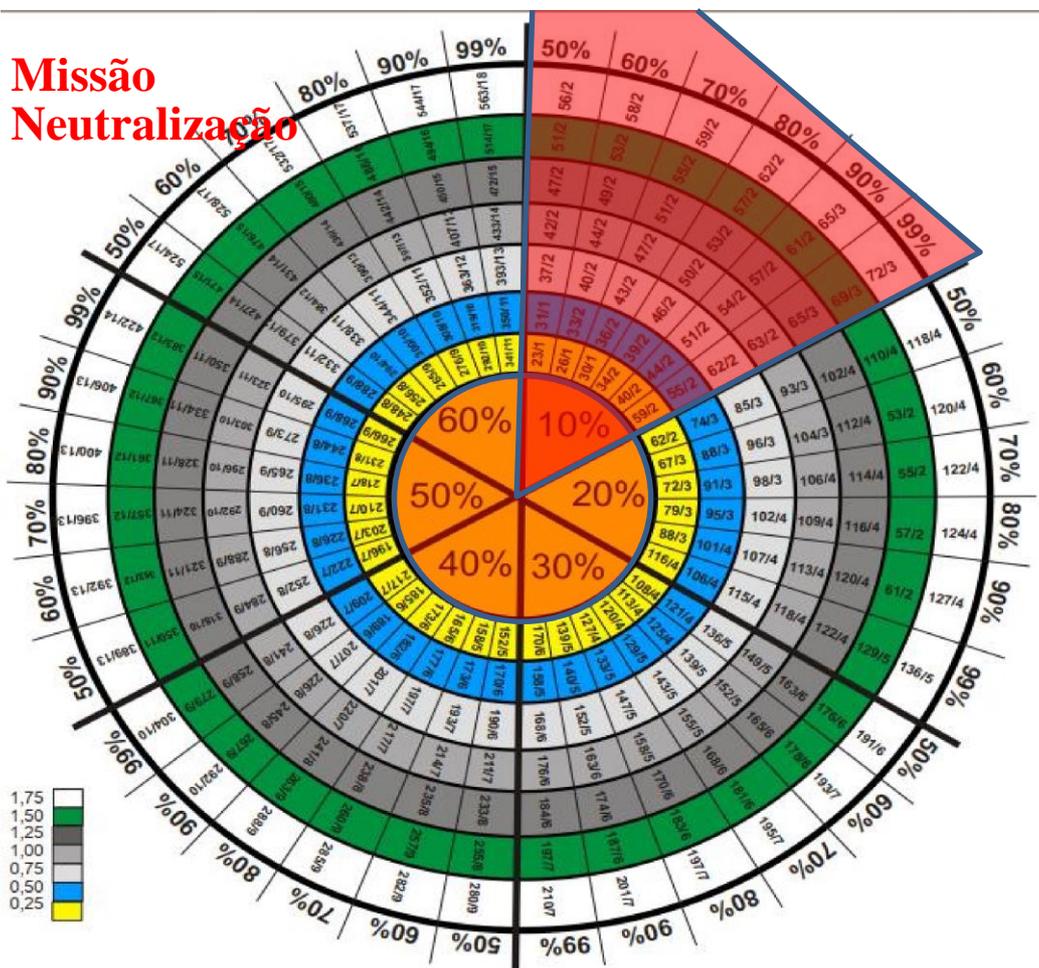
O volume de fogo necessário será determinado de acordo com objetivo pretendido no interior da área do alvo. Segundo o Manual de Tiro da Avibrás, o volume de fogo necessário para bater o alvo, com a percentagem desejada de saturação e baixas, deve ser determinado de acordo com o nível de confiança desejável, provendo mais flexibilidade no ataque a alvos de diferentes importâncias militares.

Tabela 08

| DOCTRINA DO EFEITO DESEJADO | DESTRUIÇÃO | NEUTRALIZAÇÃO |
|------------------------------------|-------------------|----------------------|
| AMERICANO | 30 % | 10% |
| SOVIÉTICO | 60% | 25% |

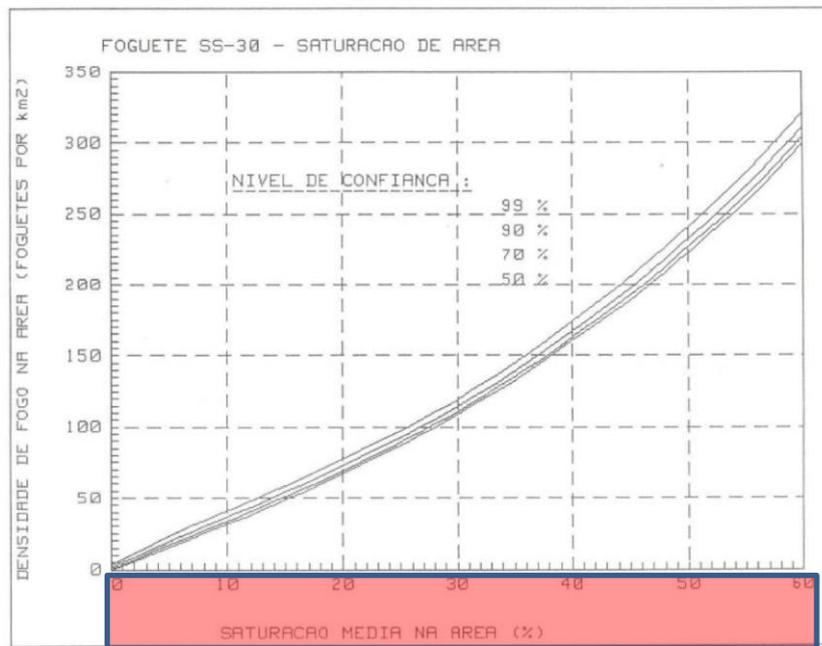
Fonte DT- AS-402, 2016, p. 2-3

Tabela 09



Fonte Tabela de Tiro

Tabela 10



Fonte Tabela de Volume de Fogos

2.3.2 Nível de certeza para bater o alvo

É a probabilidade de obter o efeito desejado, não aumenta precisão nem AEB (Material de Apoio, 2019). De acordo com Material de Apoio, o nível de certeza normalmente empregado para a obtenção do efeito desejado é de 50%. Níveis de certeza maiores que 50% podem ser utilizados em situações especiais.

Tabela 11 – Fonte Tabela de Tiro

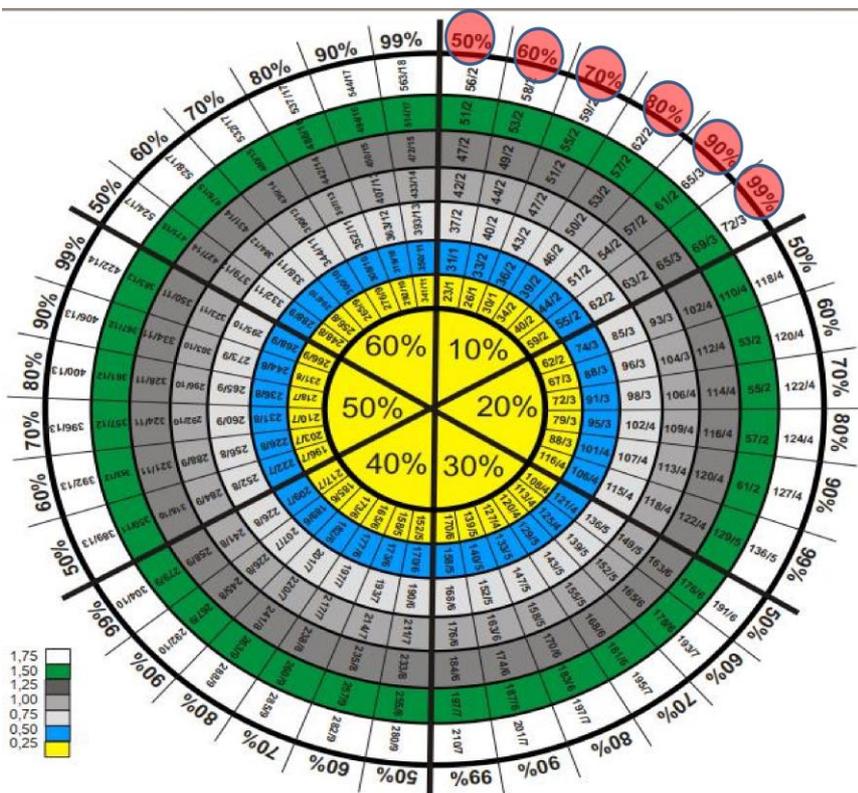


Tabela 12

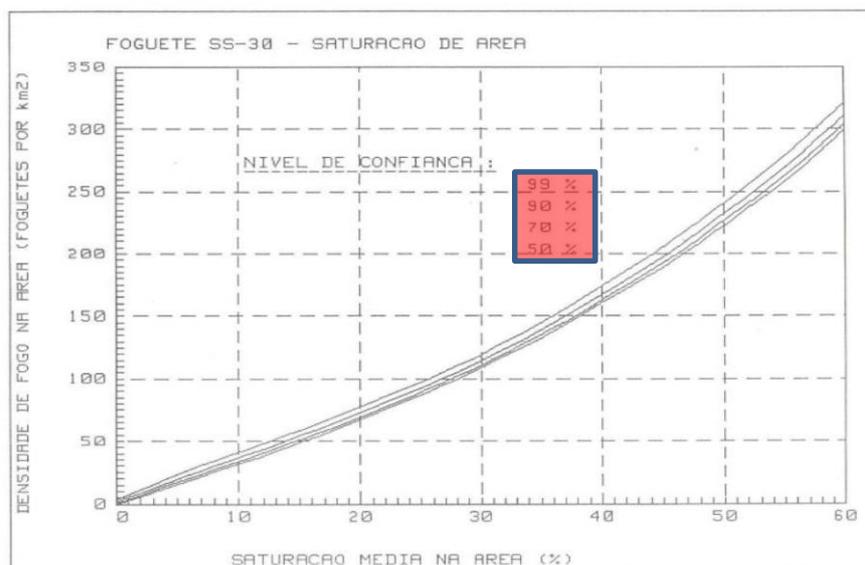
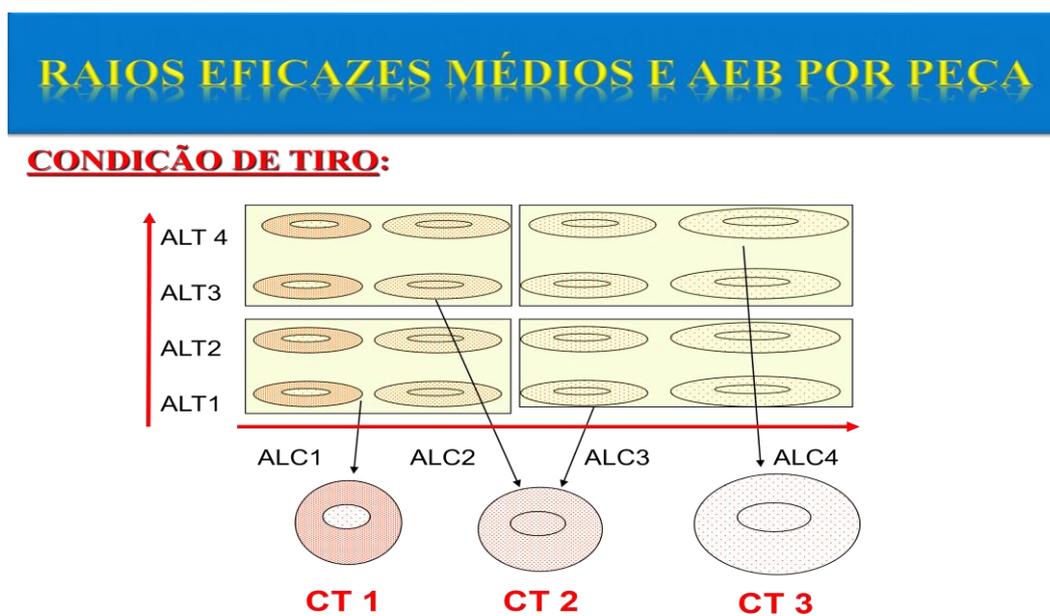


Tabela de Volume de Fogos

2.3.3 Condição de Tiro

Quanto mais peças apontadas em um único ponto de pontaria, baterão no máximo, uma área correspondente a AEB para a condição de tiro existente. O que vai variar é apenas a densidade de tiro da AEB (Material de Apoio, 2019)

Figura 4



Fonte BRASIL, 2018, p. 4

2.3.4 Área do Alvo

Segundo NOTA DE AULA, o alvo pode ter uma dimensão maior ou menor que a AEB pela lançadora.

Tabela 12

Possíveis Alvos para o Sistema ASTROS

| 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 (*) | | | |

Segundo Material de Apoio, o alvo pode ser menor que a AEB (alvo está inserido na AEB), conforme a tabela 13:

| | | | | | | |
|--|-------|------------|---------|----|----|----|
| CONDIÇÃO DE TIRO Altitude: 1000 Alcance: 38 Km | 1 | AEB = 1,75 | | | | |
| | 2 | AEB = 2,5 | | | | |
| | 3 | AEB = 3,5 | | | | |
| ÁREA DO ALVO: 1,5 Km² | <=AEB | | Tabelas | | | |
| | > AEB | | Gráfico | | | |
| EFEITO DESEJADO % (SATURAÇÃO) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| CERTEZA % (importância militar) | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 99 |
| VOLUME DE FOGO | | | | | | |

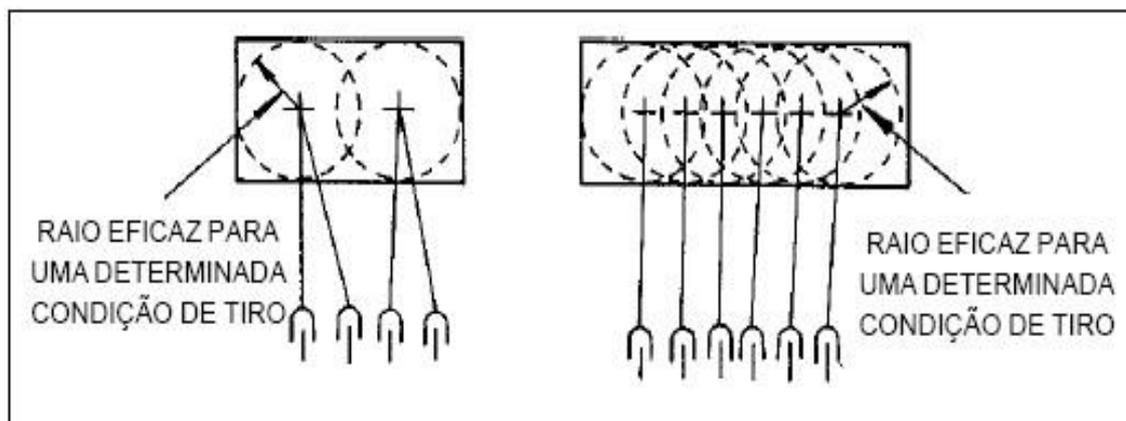
Foguete SS-30

Neste caso, a densidade da saturação para alcançar o efeito desejado é obtida com o número de peças empregadas (Nota de Aula). A AEB de uma peça já bate toda a área do alvo.

Porém a área do alvo pode ser maior que a da AEB. Neste caso, segundo Material de Apoio, cada área eficazmente batida determina um ponto de pontaria. Necessita-se de outros pontos de pontaria sobre o alvo de forma que as AEB estejam dentro do alvo.

Com isso ocorre um recobrimento das zonas com menores densidades e que estão no centro do alvo. Isto pode ser aproveitado para proporcionar economia de munição. Determinando-se o nº de foguetes a serem lançados por unidade de área do alvo e não mais a densidade necessária para uma AEB. (Nota de Aula, 2019)

Figura 05



Fonte

2.3.5 Situação da Tropa

De acordo com a Nota de aula o alvo pode estar com altitude diferente daquela consideradas para construção das tabelas, deve-se aumentar a porcentagem de saturação.

Tabela 14

| NATUREZA DO ALVO | COMBINAÇÃO ADEQUADA FOGUETE / OGIVA | | OBSERVAÇÕES |
|-------------------------------------|--|------------------|---------------------------------------|
| | 1ª PRIORIDADE | 2ª PRIORIDADE | |
| INFANTARIA A PÉ | SS- 40 SS- 60 | SS-30 | DEPENDENDO TAMBÉM DO ALCANCE |
| INFANTARIA ABRIGADA | SS- 40 SS- 60 | SS-30 | |
| INFANTARIA MOTORIZADA | SS- 40 SS- 60 | SS- 40 SS- 60 | |
| UNIDADES MECANIZADAS E BLINDADAS | SS- 40 SS- 60 | SS-30 | 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 LOGISTICAS | SS- 30 | SS- 40 SS- 60 | |
| TERMINAIS DE TRANSPORTES | SS-30 | SS- 40 SS- 60 | |

Fonte Nota de Aula, 2018, p. 59

Tabela 15

| Altitude da tropa | Fator de correção |
|--------------------------|--------------------------|
| Deitada | + 5% |
| Abrigada | + 10% |

Fonte BRASIL, 2017, p. 10

Os alvos podem ainda ter grandes dimensões e serem ocupados por elementos usualmente dispersos, e para solucionar pode-se considerar o aumento no nível de certeza usual (50%), a critério do escalão superior.

Assim, o volume de fogo necessário para bater o alvo, com a percentagem desejada de saturação e baixas, deve ser determinado de acordo com o nível e confiança desejável, provendo mais flexibilidade no ataque a alvos de diferentes importâncias militares (BRASIL,)

2.4 Nível de Precisão

Segundo BRASIL, o nível de precisão do tiro depende, grandemente, do grau no qual os fatores que influenciam a trajetória dos foguetes, desviando-os do padrão, são corrigidos.

Considerando que a correção total de todas as influências, baseada nas variações de momento do material e das condições meteorológicas é a soma das correções das influências mensuráveis e não mensuráveis. (BRASIL, 2018, p.27)

Quanto mais fatores são compensados mais preciso será o tiro, e é de responsabilidade do oficial de direção de tiro (Material de Apoio, 2019).

Tais correções podem ser feitas para cada fator mensurável que influencia a trajetória dos foguetes, de natureza meteorológica ou material, por meio da multiplicação das diferenças existentes entre as condições de momento e as condições padrão pelo respectivo fator de correção (Correção das Influência Mensuráveis), contido nas tabelas de tiro. Assim para cada fator considerado a fórmula é (Material de Apoio, 2019):

Figura 06

$$\text{Corr Infi Mens} = (\text{CNDC MOMENTO} - \text{CNDC PADRÃO}) \times \text{FATOR DE CORREÇÃO.}$$

- Tabelas de tiro

- Computador da UCF/PCC

Fonte Nota de Aula 2016, p. 3-24

[...] verifica-se que a tolerância máxima de erro na precisão de um tiro de eficácia acha-se diretamente ligada ao efeito que o Sistema ainda é capaz de produzir na área do alvo, apesar da imprecisão do tiro. Assim, a tolerância máxima de precisão de um tiro de eficácia, após uma ajustagem, é de um desvio máximo de 2 x CEP correspondente ao alcance máximo do foguete utilizado, medido entre o centro da área batida e o centro do alvo, porquanto, apesar do erro, a cobertura obtida do alvo é ainda de, no mínimo, 39% de sua área, a qual é substancialmente boa para caracterizar a destruição do mesmo num tiro de saturação. (DT- AS-402, 2016, p. 3-24)

2.5 COLETA DE DADOS

Foi realizado uma coleta de dados através de pesquisas no âmbito do assunto proposto, com objetivo de alcançar uma solução ao problema, propondo um fluxograma como forma de aprofundamento teórico sobre o assunto. O delineamento da pesquisa contemplou a coleta de dados pelos seguintes meios: uma pesquisa bibliográfica, de cunho exploratório, na área de técnica de tiro, que tem como objetivo a investigação e detalhamento do tema em questão.

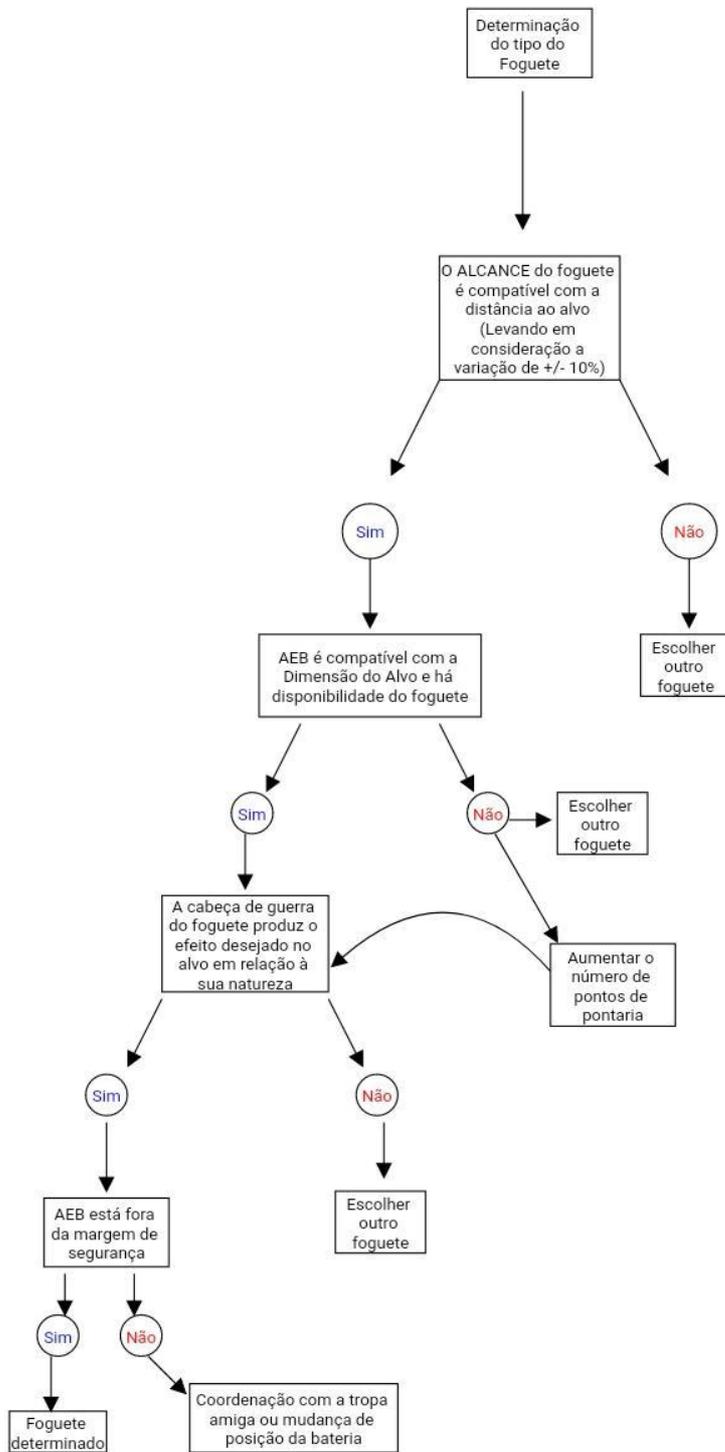
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Buscando solucionar o problema proposto no presente trabalho, concluímos que:

Os aspectos técnicos para engajamento do alvo no Sistema de Mísseis e Foguetes são de fundamental importância para análise antes da escolha do tipo de foguete. É necessário, primeiramente, checar se o alcance do foguete é compatível com a distância da bateria-alvo somando-se os 10% do alcance mínimo e subtraindo 10% do alcance máximo. Satisfazendo o primeiro critério, é preciso analisar a relação entre a Área Eficazmente Batida e o Alvo, se a AEB for menor que a área do alvo faz-se necessário aumentar o número de pontos de pontaria para o êxito do engajamento de toda a área do alvo. Nessa etapa também analisa-se a disponibilidade de foguetes. Próxima etapa as atenções são voltadas à cabeça de guerra, é necessário que ela produza o efeito desejado sobre o alvo levando em consideração a sua natureza. Finalmente, chega-se na etapa de margem de segurança, a AEB tem que respeitar a distância das tropas amigas. Por fim, o foguete está determinado, de acordo com esses aspectos técnicos.

4 SOLUÇÃO PRÁTICA

Como solução ao problema exposto, chegamos ao fluxograma que leva em consideração todos os aspectos técnicos abordados neste trabalho.



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior do Exército. 6º Grupo de Mísseis e Foguetes . Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes. **Nota de aula Técnica de Tiro da Artilharia de Mísseis e Foguetes**. 7. Ed. FORMOSA, 2017

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior do Exército. 6º Grupo de Mísseis e Foguetes . Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes. **Nota de aula Técnica de Tiro da Artilharia de Mísseis e Foguetes**. 7. Ed. FORMOSA, 2017

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior do Exército. Anteprojeto **C6-26: Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes**. Brasília, DF, 2012.

_____. _____. **C 6-12 BATERIA DE LANÇADORES MÚLTIPLOS DE FOGUETES**. 2. ed. Brasília, DF, 1999.

_____. _____. **C 6-21 ARTILHARIA NA DIVISÃO DE EXÉRCITO**. 2. ed. Brasília, DF, 1994.

_____. _____. **NOTA DE COORDENAÇÃO DOUTRINÁRIA**. Técnica de Tiro da Artilharia de Mísseis e Foguetes. 7ª Edição, Formosa, GO 2018.

_____. _____. **NOTA DE COORDENAÇÃO DOUTRINÁRIA**. Técnica de Tiro Sistema Astros MK6 AVIBRAS INDÚSTRIA AEROESPACIAL S.A, Jacareí, SP, 2016