



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

**2º TEN ART THIAGO ALVARES SALLES**

**PROPOSTA DE MÉTODO DE AJUSTAGEM SIMPLIFICADA UTILIZANDO A VBUCF-MSR E  
UMA VBLMU-MSR FORA DA POSIÇÃO DE TIRO.**

**Formosa – GO  
2020**



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

**2º TEN ART THIAGO ALVARES SALLES**

**PROPOSTA DE MÉTODO DE AJUSTAGEM SIMPLIFICADA UTILIZANDO A VBUCF-MSR E  
UMA VBLMU-MSR FORA DA POSIÇÃO DE TIRO.**

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.



**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: 2º TEN ART THIAGO ALVARES SALLES**

**TÍTULO: PROPOSTA DE MÉTODO DE AJUSTAGEM SIMPLIFICADA UTILIZANDO A VBUCF-MSR E UMA VBLMU-MSR FORA DA POSIÇÃO DE TIRO.**

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 \_\_\_\_/\_\_\_\_/2020

CONCEITO: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>
<b>DANIEL SUCCI SILVA – Maj Chefe da Divisão de Ensino</b>	
<b>RODRIGO VINÍCIUS DA SILVA – Maj Chefe da Divisão de Doutrina e Pesquisa</b>	
<b>IVAN CRISTIANO DE OLIVEIRA - Cap Orientador</b>	

**THIAGO ALVARES SALLES – 2º Ten  
Aluno**

“Um canhão de artilharia pode ser muito bem calibrado e estar com os seus projéteis na melhor condição de proteção de tiro, alcance, trajetória, justeza e penetração, mas todo o seu sucesso de tiro depende do homem que está por trás dele”.

(ALM THOMPSON)

# PROPOSTA DE MÉTODO DE AJUSTAGEM SIMPLIFICADA UTILIZANDO A VBUCF-MSR E UMA VBLMU-MSR FORA DA POSIÇÃO DE TIRO

Thiago Alvares Salles

## RESUMO

O presente trabalho busca contribuir com a doutrina de emprego do Sistema de Artilharia de Mísseis e Foguetes que está sendo desenvolvida e em constante evolução. O permanente aprimoramento das técnicas, táticas e procedimentos deu origem ao presente tema de estudo. O assunto em voga visa simplificar o processo de ajustagem diminuindo a exposição das baterias ASTROS e agilizando o processo de aquisição de elementos de tiro mais precisos ao utilizar apenas uma VBLMU-MSR junto a uma VBUCF-MSR em outra posição dita posição de ajustagem. Este trabalho procura uma base teórica por meio de pesquisa em manuais e em notas doutrinárias assim como em entrevistas com profissionais especializados e experimentados na área de modo a comprovar ou não a viabilidade do processo proposto no que tange a segurança, velocidade e precisão durante o processo de aquisição dos elementos ajustados de tiro.

**Palavras-chave:** Doutrina. Ajustagem. Sistema. Artilharia. Mísseis. Foguetes. ASTROS. Viatura.

## ABSTRACT

The present work seeks to contribute with the employment doctrine of the Missile and Rocket Artillery System that is being developed and constantly evolving. The permanent improvement of techniques, tactics and procedures gave rise to the present study theme. The current issue aims to simplify the adjustment process by reducing the exposure of the ASTROS batteries and speeding up the process of acquiring more accurate shooting elements when using only one VBLMU-MSR next to a VBUCF-MSR in another position called the adjustment position. This work seeks a theoretical basis through research in manuals and doctrinal notes as well as in interviews with professionals specialized and experienced in the area in order to prove or not the viability of the proposed process with respect to safety, speed and precision during the process of acquisition of the adjusted shooting elements.

**Key words:** Doctrine. Adjustment. System. Artillery. Missiles. Rockets. ASTROS. Military Vehicle.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de posição de um Bia MF .....	15
Figura 2 - Foguetes .....	17
Figura 3 - Boletim de correção do vento de superfície .....	19
Figura 4 - Boletim de depuração da ajustagem .....	21

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	08
1.1	PROBLEMA.....	09
1.2	OBJETIVOS.....	10
1.3	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES .....	10
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	11
2.1	REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.2	COLETA DE DADOS .....	13
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	13
3.1	AJUSTAGEM DESEIXADA .....	13
3.2	DISTÂNCIAS .....	14
3.3	COMUNICAÇÕES .....	15
3.4	FOGUETES .....	16
3.5	VENTO DE SUPERFÍCIE .....	18
3.6	POSSIBILIDADES DA UCF .....	19
3.7	REALIZAÇÃO .....	21
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	24
	REFERÊNCIAS .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema ASTROS dentre os projetos estratégicos do Exército Brasileiro destaca-se por sua dissuasão extrarregional ao se mostrar capaz de prestar um apoio de fogo preciso e letal, a longas distâncias.

Desenvolvido em 1981 para atender a uma demanda do Iraque, então em guerra contra o Irã, que necessitava de uma arma que conseguisse fazer frente e deter seus ataques maciços, foi desenvolvido pela Avibrás Aeroespacial s/a o Sistema de Artilharia de Foguetes para Saturação de Área Astros II. (BASTOS, 2009, p. 31).

O Exército adquiriu sua primeira unidade no início dos anos 90 e até a unificação de todos os Astros II em uma única unidade, o 6º Grupo de Lançadores Móveis de Foguetes (6º GLMF) no Campo de Instrução de Formosa (CIF), próximo à capital federal Brasília, criado em 2003. Possuía cinco baterias, sendo três de artilharia de costa e duas de campanha, que estavam assim distribuídas: 6º Grupo de Artilharia de Costa Motorizado (6º GACosM), em Praia Grande, SP; 8º GACosM, em Niterói, RJ; 1º /10º GACosM, em Macaé, RJ; 1ª Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes (1ª Bia LMF), em Brasília, DF; e 3ª Bia LMF, em Cruz Alta, RS (BASTOS, 2009, p. 34)

O emprego de mísseis e foguete engloba esferas nos níveis estratégicos, operacionais e táticos devido seu alto poder dissuasório com saturações de área a longo alcance. O aprimoramento das técnicas, táticas e procedimentos é de suma importância para a consolidação de uma doutrina que se encontra em permanente evolução.

A ajustagem é um processo pelo qual, os fatores que interferem no tiro, sejam eles mensuráveis ou não, são expurgados empiricamente, ou seja, é aplicado uma série de tiro em que se observa se o ponto médio dos impactos foi o desejado no que tange a proximidade dos tiros com o centro do alvo. Insta salientar que existem três métodos de ajustagem pra se conseguir aproximar os fogos do centro do alvo: Tiro-a-tiro, através da determinação do ponto médio de uma série menor, através do ponto médio de uma eficácia.

Não é possível adaptar nenhum outro método de ajustagem da artilharia de campanha para o controle técnico da direção de tiro do sistema ASTROS, uma vez que certamente ele necessitará de muito mais tempo e consumo de munição para sua execução, tornando impraticável a ajustagem do tiro com os foguetes de longo alcance do sistema (BRASIL, 2020, p. 8-1).



Cabe ressaltar que a depuração é um processo para a obtenção de correção dos elementos ajustados e não um método de ajustagem, e por tais motivos pode ser adaptada da artilharia de campanha para o sistema ASTROS.

Na busca pelo aperfeiçoamento da técnica de ajustagem surgiu a proposta de se realizar os fogos de ajustagem de modo a não expor o restante da Bia MF na posição de tiro, devido principalmente, a atuação da aviação inimiga assim como disponibilidade de meios de busca de alvo e a capacidade de realizar o desencadeamento de fogos de contra bateria sobre um meio tão nobre para o Exército Brasileiro, que é o ASTROS.

A procura pelo aprimoramento dessa técnica dentro das capacidades atuais do sistema ASTROS, denota o esforço de militares empenhados em melhor empregar o material assim como aperfeiçoar aspectos que auxiliem a doutrina e possam ser empregados pelos GMF em operações.

Esta pesquisa tem como foco, as possibilidades e adequações necessárias para que a técnica de ajustagem possa ser realizada utilizando apenas uma VBUCF-MSR e uma VBLMU-MSR sem prejudicar a precisão e a velocidade da aquisição dos elementos de tiro agregando segurança para a Bia MF em posição de tiro. Este estudo busca operacionalizar um procedimento de ajustagem de tiro ainda não consolidado na artilharia de mísseis e foguetes.

## **1.1 Problema**

A ajustagem é concebível no sistema ASTROS quando não há tempo hábil para a realização de uma preparação completa ou quando é preciso um alto grau de precisão dos elementos de tiro. Quanto maior o número de tiros maior será a fidelidade dos cálculos de obtenção do ponto médio tendo em vista que somente uma rajada de 15 foguetes se torna representativa do Sistema Astros segundo o fabricante.

As vantagens apresentadas pela ajustagem são contrapostas por duas desvantagens que devem ser analisadas de acordo com a situação tática, a primeira delas o gasto de recursos para a realização de uma técnica que admite um grau de imprecisão em que até 61 % da área do alvo poderia ficar livre dos fogos devido ao erro do ponto médio segundo (BRASIL, 2020, p.8-24) “apesar do erro, a cobertura obtida no alvo é, ainda, de no mínimo 39% de sua área, a qual é, conforme a

doutrina americana, substancialmente boa para caracterizar a destruição do mesmo num tiro de saturação”. A segunda seria a exposição da bateria devido aos disparos que não são os da eficácia, pois o ASTROS foi concebido com a ideia de entrar rapidamente em posição e realizar seus tiros com o intuito de saturar uma determinada área e se homiziar novamente no terreno, essa ajustagem denunciaria a posição comprometendo um meio nobre da Força. Diante desta última problemática surgiu como possível solução que será o escopo deste trabalho, a realização de uma ajustagem utilizando apenas uma VBLMU-MSR e uma VBUCF-MSR deseixada da Bia MF para a aquisição do elementos ajustados, de uma outra posição de tiro, e repassá-los para que a bateria tivesse os dados mais precisos sem a necessidade de se expor por completa.

Para a formulação desta pesquisa, foram elencados os seguintes problemas:

- a. **Com quais foguetes compensariam ajustar segundo a nova sistemática?**
- b. **Quais seriam as limitações impostas pelas comunicações?**
- c. **Quais são as possibilidades e limitações da UCF?**
- d. **É possível e viável realizar a ajustagem de outra posição que não seja a de tiro?**

## 1.2 Objetivos

Visando uma nova sistemática que simplificaria o processo de ajustagem este trabalho tem como **objetivo geral** propor a utilização de apenas uma VBUCF-MSR e uma VBLMU-MSR fora da posição de tiro o que por sua vez, irá proporcionar maior segurança para a Bia MF. Para facilitar o desenvolvimento lógico do trabalho, foram elencados dois **objetivos específicos**:

- a. Apresentação das possibilidades e capacidades da VBUCF-MSR;
- b. Aplicabilidade do processo de ajustagem proposto.

## 1.3 Justificativas e Contribuições

Ampliar o leque de possibilidades e flexibilizar alguns dos processos já consolidados pela artilharia de misseis e foguetes em prol da operacionalidade dos GMFs é primordial para uma doutrina que se encontra em constante evolução. As

técnicas, táticas e procedimentos evoluem ao passo que as capacidades das viaturas são aprimoradas. A extensão do campo de batalha na guerra moderna, juntamente com o seu dinamismo e a mobilidade dos objetivos que nela surgem, exigem dos meios de apoio de fogo uma elevada velocidade de resposta para que suas ações sejam eficazes (BRASIL, 2015, p. 3-1), tal afirmativa por analogia demonstra que a tecnologia embarcada no sistema ASTROS não só facilita os trabalhos do operador ao agilizar os processos mas também aumenta a sua eficiência.

Dentro das capacidades de cada viatura é possível explorar uma gama de procedimentos que ficam engessados devido a parâmetros comparativos advindos da artilharia de campanha, contudo, cabe ressaltar que novas capacidades surgem à medida que a tecnologia embarcada evolui, e essas capacidades devem ser exploradas para melhor estruturar a doutrina de mísseis e foguetes. Seguindo essa ótica o presente trabalho busca verificar a possibilidade e a viabilidade de um processo de ajustagem ainda não testado demonstrando que capacidades operativas poderiam ser melhoradas nas viaturas e como tal procedimento de ajustagem funcionaria na concepção de emprego que seguimos hoje.

Outra consideração a ser feita está presente no estudo de situação da missão. Quem é o inimigo a ser combatido? Quais meios ele possui? A proposta desta pesquisa visa não expor toda a bateria durante a ajustagem de forma a minimizar os danos colaterais em caso de fogos de contrabateria durante a ajustagem. Logo pode-se inferir que tal processo cumpriria a finalidade de proteger a bateria em posição diante ao risco de um sistema de busca de alvo eficiente e a aviação inimiga.

## **2 METODOLOGIA**

Para colher informações que permitissem um amparo no desenvolver da pesquisa e uma possível solução para os problemas levantados, a formulação deste trabalho teve como base a leitura analítica de notas doutrinária e manuais, assim como, entrevistas com especialistas na área.

Foi realizada uma abordagem expositiva para solucionar os problemas apresentados considerando as capacidades de cada viatura envolvida no processo. Seguindo uma linha de raciocínio lógica, é evidente a busca pela interpretação da

realidade prática do procedimento de ajustagem em questão, partindo de pressupostos operacionais das viaturas. Observa-se, ainda, que as propostas apresentadas são unicamente teóricas, tendo em vista a necessidade de experimentação prática da técnica de ajustagem deseixada.

Esta pesquisa foi desenvolvida com o intuito de agregar conhecimentos ainda não explorados através de novos procedimentos dentro das capacidades atuais de cada viatura envolvida baseando-se em manuais. Foram levantados aspectos ainda não explorados devido à inovação de tal prática. Tais pontos convergem na linha de uma necessidade de experimentação do procedimento de ajustagem proposto.

A metodologia empregada foi do tipo comparativo, haja vista o fato do estudo da técnica de ajustagem empregada doutrinariamente na artilharia de mísseis e foguetes ter estabelecido uma correlação entre os conceitos já consolidados e os propostos nesse trabalho.

## **2.1 Revisão de Literatura**

Iniciou-se a fundamentação desta pesquisa com o estudo particularmente focado na VBUCF-MSR, a fim de encontrar uma solução e possíveis problemas que surgiram no desenrolar do processo de ajustagem proposto, baseado em uma revisão de literatura fundamentada basicamente no manual de direção de tiro e nas notas de aula fornecidas pelo Centro de Instrução de Mísseis e Foguetes.

O manual de campanha que trata da Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes (C6-16), apesar de ser da década de 90, auxiliou no que tange a verificação das fases as quais deveriam ser pensadas as possibilidades do sistema ASTROS para a aplicação do processo de ajustagem deseixada.

Pelo fato do tema em questão ser uma proposta inovadora para o sistema ASTROS a revisão de literatura teve a finalidade de aumentar os conhecimentos a respeito da técnica de ajustagem empregada, atualmente, para que pudesse buscar a flexibilização do processo com propriedade de determinar a possibilidade e viabilidade a que se propõe esta pesquisa. Na elaboração deste trabalho foram levados em consideração as fontes que estão em processo de preparação e publicação pelo Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (CI Art Msl Fgt) e os conhecimentos adquiridos nas instruções no transcorrer do Curso de

Operação de Mísseis e Foguetes de Oficiais de 2020, relacionado ao assunto da pesquisa.

A opinião de especialistas na área, instrutores dos módulos de técnica de tiro, comunicações e operação da VBUCF-MSR também foram levadas em consideração para a construção de uma proposta realista.

## **2.2 Coleta de Dados**

Tendo em vista o trabalho exposto, insta salientar que foi realizada leitura exploratória, em que foi necessário selecionar, analisar e interpretar informações contidas nas fontes de pesquisas. Além disso, foram levantadas informações de especialistas que auxiliaram para o desfecho e conclusões a qual este trabalho se propôs.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Ajustagem Deseixada**

A ajustagem é uma técnica que visa melhorar a precisão dos elementos de tiro. Segundo (BRASIL, 2020, p. 37-12) seu objetivo é “determinar a variação total da trajetória dos foguetes, causada por fatores mensuráveis ou não mensuráveis, através de uma pequena série de tiros pilotos. Essa determinação permite a superposição do ponto médio da eficácia sobre o ponto médio do alvo, resultando em uma maior precisão e eficiência de fogo”.

Ela faz parte do planejamento do comandante de bateria. A hora imposta para iniciar o desencadeamento dos fogos pode fazer com que a ajustagem seja preterida em função do cumprimento do horário da missão de tiro.

Outro fator a ser considerado é que “para realizar a ajustagem na posição de tiro, o Cmt Bia MF tem que possuir a informação que o inimigo não possui meios de contra bateria, busca de alvos e supremacia aérea que possam atacar a bateria, tendo em vista que a realização da ajustagem vai denunciar a posição de tiro pelo disparo do foguete e utilização do radar da VBUCF-MSR” (BRASIL, 2020, p. 4-4).

Surgiu então, a partir dessa problemática a ideia da realização dessa técnica de uma outra posição que não fosse a da Bia MF, e apesar da existência de condicionantes que desfavoreciam o trabalho proposto soluções surgiram na evolução dos estudos, e este trabalho procura viabilizar tal procedimento buscando a máxima operacionalidade possível, fazendo um balanço comparativo das formas encontradas de realização da ajustagem.

Dentro das possibilidades vislumbradas observou-se que a depuração se faz necessária pra extrair as correções de elevação e azimute, provenientes da ajustagem, para que essas informações sejam transmitidas para a VBPC-MSR na posição de tiro.

A depuração “é o aproveitamento dos elementos de tiro ajustados para atacar o alvo real, localizado nas proximidades do alvo auxiliar.” (BRASIL, 2020, p. 8-20).

Na depuração, compara os dados teóricos/experimentais de azimute e alcance de tiro com os ajustados, determinando o valor da correção de azimute e correção de alcance para compensar as variações, causadas pelas modificações, das condições materiais e meteorológicas não medidas e, portanto, não incluídas na preparação do tiro. (EB, 2020, p. 8-19).

### **3.2 Distância**

Durante o estudo foram levantadas situações impositivas para a determinação da distância a qual a posição de ajustagem deveria se encontrar da posição de tiro para cumprir a finalidades de não expor o restante da bateria, que fosse viável manter as comunicações, que a ajustagem permanecesse válida e pudesse ser eficiente com a transmissão dos elementos ajustados ou correções.

Segundo “(Brasil, 1999, p.3-10), a ocupação de posição de espera reduz os prazos de emprego da Bia LMF e minimiza as possibilidades de contrabateria inimiga. Entre a posição de espera e a posição de tiro deve ser guardada uma distância de 5 a 10 minutos de deslocamento.” Pode-se verificar a imposição das distâncias de segurança a qual cada posição de tiro deve ter em relação as de espera, ao observarmos que a distância mínima padronizada entre elas é de 2 quilômetros, pode-se inferir que essa distância é relativamente segura para que uma bateria consiga se homiziar no terreno após se expor com o desencadeamento dos fogos, e por semelhança comparativa a posição de ajustagem poderia estar no mínimo distante 2 quilômetros de qualquer outra posição sem compromete-las. Já a

distância máxima esbarra na problemática do alcance das comunicações e validade da ajustagem que serão abordados nos próximos tópicos.

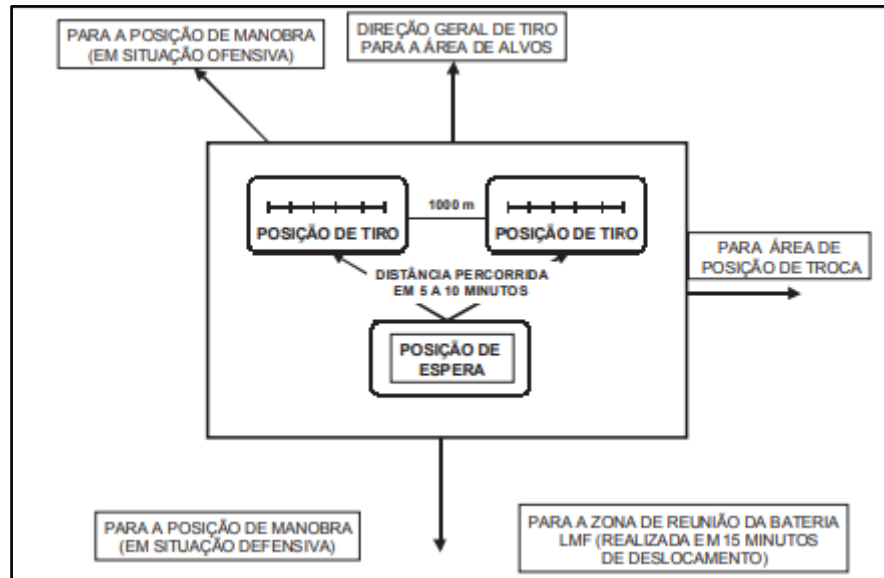


FIGURA 1 – Área de posição de uma Bia MF

Fonte: Manual de Campanha C6-16

### 3.3 Comunicações

No sistema ASTROS as viaturas possuem as possibilidades de estarem equipadas com até três rádios que cumprem finalidades diferentes entre si e por tais motivos é possível verificar que as viaturas se diferem consideravelmente nesse aspecto.

Todas as viaturas possuem o rádio1 Harrys Falcon III, VHF com alcance máximo de 5 quilômetros, sua finalidade consiste em estabelecer a comunicação entre o comboio e transmitir os elementos de tiro advindos das VBUCF-MSR e VBPC-MSR. Podemos inferir então, que o limite máximo que poderíamos estar da posição de tiro com as peças da ajustagem, seria de 5 quilômetros caso o desejo fosse de transmitir os dados de tiro via rádio 1. Cabe ressaltar que seria possível não somente transmitir os elementos da eficácia para as peças como também comandar o tiro desta posição, por ocasião de uma ajustagem deseixada.

O rádio 2 por sua vez está presente nas VBPC-MSR, VBVC-MSR e na VBUCF-MSR além de estar também na VBPMETEO-MSR. Também é um Harrys

Falcon III, VHF que possui um amplificador e melhora o seu alcance para aproximadamente 20 quilômetros, viabilizando a realização do procedimento de ajustagem num raio muito maior do que o supracitado, podendo inclusive ficar fora da área de posições. Segundo (BRASIL, 1999, p.12-19) “as mensagens meteorológicas balísticas tem um período de validade, para a Bia LMF, de 20 km (espaço) em volta do posto meteorológico e 2 horas (tempo) após a realização da sondagem” e por tais motivos a teoria de que a ajustagem poderia ser realizada dentro do raio de 20 quilômetros se sustenta pelo fato de que o boletim meteorológico possui exatamente a mesma validade, e as interferências atmosféricas as quais os disparos de ajustagem estariam submetidos, respeitariam a validade que é imposta pelo boletim meteorológico. Dentro da situação em questão a VBUCF-MSR transmitiria as correções via rádio 2 para a VBPC-MSR que por sua vez iria incluir as correções nos elementos de tiro de cada peça e retransmitiria via rádio 1 para as lançadoras os respectivos elementos de tiro.

### **3.4 Foguetes**

O Sistema Astros foi concebido com o intuito de saturar uma grande área a longos alcances num curto espaço de tempo. Dentro dessa concepção foi criada a VBLMU-MSR que hoje é capaz de lançar cinco tipos de foguetes diferentes que possuem finalidades, alcances e capacidades diferenciadas entre si.

Os foguetes são acondicionados dentro de contêineres de tiro que são comportados em quatro unidade pelas lançadoras, é sabido que cada foguete devido as suas dimensões cabem em quantidades diferentes em seus respectivos contêineres. O SS-09 TS e o SS-30 cabem em 8 unidades, o SS-40 somente em 4 unidades e os SS-60 e SS-80 em apenas uma unidade. Pode-se concluir que quanto maior o calibre dos foguetes menos foguetes poderão ser transportados por uma viatura e diante desta afirmativa surge uma situação particular que influencia diretamente no tema do corrente trabalho: Realizar uma ajustagem utilizando apenas uma VBLMU-MSR e uma VBUCF-MSR deseixada com a bateria ASTROS e transmitir os elementos ajustados para as lançadoras.






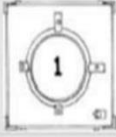

FOGUETE	DISPOSIÇÃO	CONT.	FOGUETE	DISPOSIÇÃO	CONT.
SS-09 TS		8	SS-60		1
SS-30		8	SS-80		1
SS-40		4			

FIGURA 2 – Foguetes

Fonte: Instrução de Munições EAD, CI Art.

As técnica de ajustagem que se faz mais eficiente no sistema exige que ao menos sejam efetuados de 3 a 5 disparos dentro do raio de dois CEP para que os mesmos sejam tidos com disparos válidos, contudo cabe ressaltar que uma viatura VBLMU-MSR comporta apenas 4 foguetes do tipo SS-60 e SS-80 o que inviabiliza o processo de utilizar apenas uma lançadora para ajustar, tendo em vista o fato de que se algum foguete disparado for invalido, anômalo ou duvidoso o risco de não conseguir os elementos ajustados precisos seria muito alto pois “um novo Tiro de Ajustagem terá que ser disparado em substituição a cada Tiro Duvidoso, a fim de assegurar sempre um mínimo de 3 (três) ou 5 (cinco) Tiros válidos na série de ajustagem” (AVIBRAS, 2020, p. 7)

Diante do exposto o alcance para o alvo pode ser um fator excludente de utilização desta técnica, tendo em vista o fato de somente utilizarmos o SS-30 e o SS-40 em tal procedimento.

Outro fator de grande relevância que fundamenta a inviabilidade a utilização do SS-60 e o SS-80 e o elevado custos destes foguetes que giram em torno de R\$ 379.766,00 e R\$580.877,00, respectivamente. O procedimento de ajustagem em questão possuiria restrições no que tangem a utilização destes foguetes, não só devido a limitação do quantitativo, mas também devido ao seu elevado custo para a Força, ajustagem com o mínimo de foguetes oneraria o Exército Brasileiro em R\$ 1.140.000,00.

No contexto de operações para o estudo da utilização dessa técnica de ajustagem com apenas uma lançadora e uma VBUCF-MSR, a primeira condicionante a ser observada, deveria ser qual foguete seria utilizado, pois de imediato seria possível determinar a viabilidade do procedimento.

### **3.5 Vento de Superfície**

Dentre os fatores que interferem na trajetória dos foguetes o que possui maior influência é o vento de superfície. O presente trabalho busca propor um método que simplifique o processo de ajustagem, contudo é preciso verificar se é possível, caso positivo, se é viável. Tal fator em questão é um dos principais dificultadores da proposta trabalhada nesta pesquisa, tendo em vista o fato da grande variação em direção e intensidade desse vento quando associado a distâncias maiores do que as comumente trabalhadas na posição de tiro.

Quando se pensa em ajustar os tiros em uma posição deseixada com a posição de tiro a primeira ideia conflitante para quem raciocina no viés da técnica de tiro é a influência do vento de superfície, contudo possuímos possibilidades para corrigir tal interferência.

Ao obter a direção e intensidade do vento conseguimos calcular a influência desse fator mensurável na trajetória (longo ou curto, esquerda ou direita) devido ao ângulo de incidência sobre o foguete e nos embasando pelo boletim de correção do vento de superfície. Duas hipóteses de execução foram levantadas quando associamos as distâncias, comunicações e o vento de superfície que serão explorados no tópico Realização. Em ambas, a influência do vento de superfície pode ser corrigida, se a precisão preterir a velocidade do desencadeamento dos fogos.

Na hipótese de estarmos com as viaturas diretoras de tiro deseixadas e havendo uma discrepância superior a 3 m/s e/ou 300 milésimos entre a leitura feita pelas viaturas VBPC-MSR e VBUCF-MSR, feitas respectivamente na posição de tiro e na posição de ajustagem, uma solução para manter a precisão dos elementos ajustados seria a de calcular somente o valor da correção a ser inserida pelas peças, capacidade a qual a VBUCF-MSR possui, obtidos os valores da correção e os elementos do vento de superfície da posição de tiro, seria possível acrescentar a interferência que o vento causaria em alcance e direção.

BOLETIM DE CORREÇÃO DO VENTO DE SUPERFÍCIE							
TIPO DE FOGUETE	SS-	DATA:			HORA:		
Dados KMS	Direção do Vento			Velocidade do Vento		Knots	
Ângulo Vento de Superfície							
Direção do Vento	Azimute Nominal	6400 (Az Topo>Dir Vento) (Sfc)		Ângulo Vento Superfície			
L1	-	+		=			
L2	-	+		=			
L3	-	+		=			
L4	-	+		=			
L5	-	+		=			
L6	-	+		=			
Elevação de Tiro							
Elv Nom (Tab. 3)	Sensibilidade para 100m(Sfc)					Corr Elv (Tab. 10-1)	Elv Tiro *
	Alc. Nominal	Alc. Tab.	Diferença de Alc.	Sens(Tab. 3)	Corr. Sens.		
L1	-	=	X /100	=	+	=	
L2	-	=	X /100	=	+	=	
L3	-	=	X /100	=	+	=	
L4	-	=	X /100	=	+	=	
L5	-	=	X /100	=	+	=	
L6	-	=	X /100	=	+	=	
Elevação de Tiro = Elv Nom. + Corr. Sens. (Sfc) + Corr. Elv							
Azimute de Tiro							
	Azimute Nominal	Corr Az (Tab. 10-2) *		Azimute de Tiro			
L1		+		=			
L2		+		=			
L3		+		=			
L4		+		=			
L5		+		=			
L6		+		=			
Tab. 10-2 – Ângulo de Vento entre 3200 e 6400 inverter o sinal da correção							

FIGURA 3 – Boletim de correção do vento de superfície

Fonte: Nota de aula, Técnica de Tiro.

O procedimento seria realizado em questão de poucos minutos através do preenchimento da ficha exposta na figura 4, o CLF colocaria as correções recebidas na diferença de alcance e em azimute de tiro, sendo este último a soma entre a correção enviada pelo operador da VBUCF-MSR e o azimute que a lançadora estaria apontada e transmitiria via rádio, por voz via rádio 1 os elementos de tiro advindos do preenchimento da ficha, para cada peça.

### 3.6 Possibilidades da UCF

A VBUCF-MSR é uma das viaturas responsáveis pelo controle técnico da direção de tiro além de “calcular os elementos de tiro das ajustagens e eficácias, permitindo, neste último caso, a concentração e/ou distribuição dos tiros sobre o alvo, em pontos múltiplos ou simples, e considerando na trajetória prevista dos foguetes os efeitos das condições meteorológicas existentes (na superfície ou nas altas camadas, medida e fornecida por estação meteorológica, VBPMeteo-MSR). (EB, 2020, p. 7-2)”

Possui também as seguintes capacidades segundo (EB, 2020, p. 7-3):

- Armazenar, na memória do computador, os dados de 52 alvos e posições de tiro de até 6 Bia MF contendo 8 lançadoras no máximo.
- Determinar por seus próprios meios (sensores), a direção e velocidade do vento da superfície e os dados relativos à pressão e temperatura da superfície que podem ser
- Acompanhar a trajetória do foguete lançado no tiro de ajustagem, extrapolando a parte final de sua trajetória e determinando o seu ponto de impacto no alvo. Pode assim corrigir o tiro e dispensar o auxílio de observadores terrestres e aéreos na condução do tiro.
- Verificar a coerência e a precisão dos dados topográficos existentes em cada posição de tiro, inter-relacionando-os à sua própria posição, à posição dos lançadores, à pontos de referência e aos alvos.
- Transmitir digitalmente os elementos de tiro para as lançadoras e controlá-las na execução da eficácia.
- Determinar, em situações especiais, a sua própria posição e/ou a posição dos lançadores, através da redução de dados.

Durante o procedimento de ajustagem é possível realizar os tiros sobre um alvo auxiliar e obter os elementos ajustados para o alvo da eficácia, contudo este trabalho busca comprovar a possibilidade de ajustar o tiro de uma posição deseixada com a da bateria indo além ao propor essa ajustagem sobre um alvo auxiliar, tal procedimento traz consigo uma gama de possibilidades ainda em fase de experimentação.

Seguindo o enredo desta pesquisa a linha de raciocínio mais coerente na utilização de alvo auxiliares para a ajustagem somente é viável quando o alvo é fugaz ou quando a margem de segurança tangencia uma área sensível e necessita-se de uma eficácia com grande precisão. “O Sistema oferece a possibilidade das ajustagens se realizarem sobre alvos auxiliares próximos ao alvo que se deseja bater, iludindo, assim, o inimigo quanto ao verdadeiro local em que a eficácia será realizada.” (DT-AST-402, 2016, p. 3-12).

Sabendo que a VBUCF-MSR é capaz de comandar o tiro surgiu o questionamento sobre a possibilidade de não só realizar a ajustagem de fora da posição de tiro mas também de comandar os fogos. Capacidade para tal procedimento já é sabido que a viatura possui com a limitação de estar no raio de alcance do rádio 1. Logo, é possível dentro de um raio de 5 quilômetros determinar as correções, os elementos de tiro ajustados e comandar o tiro pelo sistema eletrônico, com prejuízo da precisão devido ao vento de superfície. Dessa forma teríamos uma ajustagem realizada 100% pelo método eletrônico.

Uma segunda linha de ação seria viável com a mesclagem entre o método eletrônico e o convencional em que num primeiro momento a depuração pelo operador da VBUCF-MSR seria realizada com a obtenção da correção de azimute que seria a diferença entre o azimute teórico e o azimute ajustado (convencional) e a correção de elevação fornecida pelo computador (eletronicamente). E num segundo momento transmitir as correções via rádio 2 para a VBPC-MSR de modo que o CLF verifique o vento de superfície na posição de tiro e insira as correções advindas do vento nos elementos de tiro por meio do boletim do vento de superfície.

Cabe ressaltar que a correção que é fornecida pela VBUCF-MSR consiste na diferença entre os elementos ajustados e os elementos teóricos. Os fatores topográficos e meteorológicos são extraídos quando subtraímos estes elementos teóricos.

BOLETIM DE DEPURAÇÃO DA AJUSTAGEM			
Direção		Alcance	
Azimute Ajustado		Alc Ajustado	m
	-		-
Azimute Teórico		Alc Teórico	m
	=		=
Correção de Azimute		Correção de Alcance	m
			+
Caso a Tab.6 tenha sido Utilizada:		Alcance Teórico	Km
Alc Teórico= Alc Topo + $\frac{\text{Corr Total de Elv} - \text{Corr de Elv Alcance}}{\text{Fator de Corr para sens. p/ 100m}}$			=
		K em Alcance	

FIGURA 4 – Boletim de depuração da ajustagem

Fonte: Nota de Aula, Técnica de Tiro.

Falta a base experimental para sabermos se os elementos ajustados serão precisos e coerentes com os que seriam fornecidos pela VBUCF-MSR caso a mesma realizasse a ajustagem na posição de tiro.

### 3.7 Realização

O procedimento seguiria os seguintes trâmites:

O processo até a ocupação da posição de espera seria o mesmo comumente empregado nos GMFs diferenciando-se apenas no planejamento da rotas feita pelo CLF em que uma VBLMU-MSR e uma VBUCF-MSR seria

direcionadas para uma posição de ajustagem ao invés de uma posição de tiro juntamente com a VBPC-MSR e as outras VBLMU-MSR.

O reconhecimento da posição de ajustagem seria realizada simultaneamente ao reconhecimento da posição de tiro pelas turmas de reconhecimento, após as posições já terem sido reconhecidas a bateria iria se deslocar da posição de espera para a posição de tiro enquanto a VBUCF-MSR e a VBLMU-MSR responsáveis pela ajustagem se deslocariam para a posição de ajustagem.

Tendo entrado em posição, a VBUCF-MSR iria iniciar os procedimentos para a realização da ajustagem utilizando a VBLMU-MSR que está junto com ela como lançadora base e carregaria a posição das outras viaturas lá da posição de tiro por meio de dados via rádio, cabe lembrar que tal procedimento deve respeitar o alcance do rádio 1 caso fosse desejável a utilização do processo 100% eletrônico, do contrário a ajustagem seguiria somente com os dados da lançadora base e as correções seriam transmitidas via rádio 2 para a VBPC-MSR.

A ajustagem poderia se dar em um alvo auxiliar ou no alvo efetivo e após terminar a série de tiros de ajustagem já calcularia as correções para enviá-las a VBPC-MSR que está na posição de tiro.

Tal procedimento faria com que a exposição da bateria antes dos fogos da eficácia fosse reduzida e a peça responsável pela ajustagem juntamente com a VBUCF-MSR retornariam para a posição de espera.

Dois possibilidades de obtenção dos elementos ajustados foram levantadas:

A primeira se faz por meio da transmissão de dados via rádio 1 direto para as lançadoras, lembrando que tal procedimento traz consigo o prejuízo da influência do vento de superfície, ou seja os elementos ajustados estariam contaminados com essa influência indesejada que possui vetores e intensidades diferentes dos existentes na posição de tiro. Esse primeiro processo seria totalmente eletrônico e contaria com o fato de estar dentro do raio de 5 quilômetros, devido a limitação imposta pelo rádio 1. O operador da VBUCF-MSR simplesmente calcularia os elementos do tiro efetivo e os transmitiria, similarmente ao que já é empregado com a diferença de estar desexada da bateria.

O segundo processo seria faseado priorizando a precisão e não a velocidade, foi pensado visando aumentar a distância entre as posições de tiro e de ajustagem e por tais motivos necessitaria a utilização do rádio 2 para transmitir as informações. O CLF a partir das correções obtidas (enviadas do operador da VBUCF-MSR para a VBPC-MSR) transformaria as correções de alcance em correções de elevação utilizando a fórmula de sensibilidade em milésimos para cada cem metros de variação presente no boletim do vento de superfície assim como transformaria as correções de direção em correções de azimute, lembrando que a diferença entre o azimute teórico e o ajustado (correção de azimute) seriam somados ao “azimute nominal” de cada VBLMU-MSR, feito isso os elementos de tiro calculados seriam transmitidos via rádio 1 para cada uma das lançadoras.

A determinação do processo a ser utilizado dependeria do grau de precisão desejado, velocidade e da proximidade entre as posições de tiro e ajustagem.

Transmitido os elementos ajustados ou as correções a VBUCF-MSR e a VBLMU-MSR que estariam desexidos com a bateria retornariam para a posição de espera.

<b>ALCANCE &lt; 5 Km</b>	<b>ELETRÔNICO</b>	<b>CONVENCIONAL</b>
<b>UCF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Todo procedimento da ajustagem</li> <li>-Obtenção dos elementos ajustados (transmissão via rádio 1).</li> <li>- Comando dos fogos da eficácia.</li> <li>- Prejuízo do vento de superfície.</li> </ul>	<b>X</b>
<b>PCC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculo normal dos elementos de tiro considerando pressão, temperatura e vento de superfície local, para efeito de acompanhamento.</li> </ul>	<b>X</b>

ALCANCE > 5 Km	ELETRÔNICO	CONVENCIONAL
UCF	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Todo procedimento da ajustagem com a lançadora base.</li> <li>-Obtenção da correção de azimute e de alcance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transmitir a correção em alcance e a correção de azimute via Rádio 2 para a VBPC-MSR.</li> </ul>
PCC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculo normal dos elementos de tiro considerando pressão, temperatura e vento de superfície local, para obtenção dos elementos de tiro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformar a correção de alcance em correção de sensibilidade por meio do cálculo da sensibilidade para cada 100 m e somar na elevação de tiro.</li> <li>- Somar correção de azimute ao azimute de tiro.</li> <li>- Transmitir via rádio 1 os elementos de tiro para as lançadoras.</li> </ul>

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito aos objetivos levantados no início deste trabalho, concluiu-se que a presente pesquisa cumpriu sua finalidade, levantando que dentro das capacidades atuais das viaturas o processo se faz **teoricamente possível**, necessitando de bases experimentais pra tal comprovação, principalmente em decorrência da relevância dos fatores meteorológicos, os quais podem variar significativamente em detrimento da distância empregada para as posições.

Verificou-se que quanto a viabilidade o procedimento se torna questionável devido a várias limitações que restringem o processo a uma situação muito particular. Os tópicos do presente trabalho apresentaram as limitações com suas respectivas soluções que restringiriam o emprego do processo de ajustagem deseixada.

Quanto a escolha do foguete empregado devido ao quantitativo que uma VBLMU-MSR comporta, concluiu-se que é impraticável a realização da ajustagem deseixada com os foguetes SS-60 e SS-80, por consequência haveria uma limitação quanto ao alcance que a bateria deveria estar do alvo para que o mesmo pudesse ser batido por fogos.

Outro fator seria a limitação imposta pelas comunicações. Quanto mais



distante a posição de ajustagem em relação a posição de tiro maior seria a segurança da bateria, em contrapartida a essa distância de segurança temos o alcance de utilização dos rádios, foram apresentadas a possibilidade de utilização do rádio 1 que limitaria o processo no raio máximo de cinco quilômetros e a utilização do rádio 2 que aumentaria essa distância em vinte quilômetros. A utilização do rádio 1 possibilitaria a transmissão dos elementos ajustados via dados diretamente para as VBLMU-MSR e ainda possibilitaria comandar os fogos, mas a imposição do vento de superfície ser diferente em posições que distam até 5 quilômetros traz consigo o prejuízo da precisão, e daí surgiu também a possibilidade de transmitir os elementos ajustados via voz expurgando a influência do vento de superfície da posição de ajustagem e acrescentando o da posição de tiro assim como o sugerido para a realização da ajustagem em distâncias superiores a cinco quilômetros. Este último processo só teria com pontos desfavoráveis a questão do tempo necessário para a realização dos cálculos de forma manual tendo em vista que tal procedimento não está incluso nas capacidades da VBUCF-MSR.

<b>ALCANCE &lt; 5 Km</b>	<b>Prioridade (Velocidade)</b>	<b>Prioridade (Precisão)</b>
<b>UCF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todo procedimento da ajustagem</li> <li>- Obtenção dos elementos ajustados (transmissão via rádio 1).</li> <li>- Comando dos fogos da eficácia.</li> <li>- Prejuízo do vento de superfície.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtenção da correção de azimute e de alcance.</li> <li>- Transmitir a correção em alcance e a correção de azimute via rádio por voz para a VBPC-MSR.</li> </ul>
<b>PCC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo normal dos elementos de tiro considerando pressão, temperatura e vento de superfície local, para efeito de acompanhamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo normal dos elementos de tiro considerando pressão, temperatura e vento de superfície local, para obtenção dos elementos de tiro.</li> <li>- Transformar a correção de alcance recebida em correção de sensibilidade por meio do cálculo da sensibilidade para cada 100 metros e somar na elevação de tiro.</li> <li>- Somar correção de</li> </ul>

		azimute ao azimute de tiro. - Transmitir via rádio 1 os elementos de tiro para as lançadoras.
--	--	--

Descortina-se a necessidade de testes doutrinários para o aprimoramento da proposta do corrente trabalho e melhor exploração das capacidades das viaturas ASTROS.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército. **EB20-MC-10.206: FOGOS**. 1. ed. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Exército. **EB60-ME-12.301: GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA NAS OPERAÇÕES DE GUERRA**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2017.

BRASIL. Exército. **C 6-1 EMPREGO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA**. 3. ed. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Exército. **C 6-16 BATERIA DE LANÇADORES MÚLTIPLOS DE FOGUETES**. 2. ed. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Exército. **NOTA DE AULA TÉCNICA DE TIRO**. CDout Ex 9ª Edição. Formosa, GO, 2020.

BASTOS, Expedito Carlos Stephani, **UMA REALIDADE BRASILEIRA: SISTEMA DE ARTILHARIA DE FOGUETES ASTROS II**. 1ª Edição. Juiz de Fora, MG: ECSB Defesa, 2009.

AVIBRAS. **MANUAL DE DIREÇÃO DE TIRO SISTEMA ASTROS: ASTROS MK6**. Edição. São Paulo, SP, 2020.