



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

1ºTEN (QC-FN) BRUNO ELYEZER FONSECA

O EMPREGO DO AGLS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ELETRÔNICO NA ÁREA DE POSIÇÃO DO GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES.



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

1ºTEN (QC-FN) BRUNO ELYEZER FONSECA

O EMPREGO DO AGLS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ELETRÔNICO NA ÁREA DE POSIÇÃO DO GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES.

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: 1ºTEN (QC-FN) BRUNO ELYEZER FONSECA

**TÍTULO: O EMPREGO DO AGLS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ELETRÔNICO NA
ÁREA DE POSIÇÃO DO GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E
LIMITAÇÕES.**

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 ___/___/2022

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

BRUNO ELYEZER FONSECA – 1ºTEN (QC-FN)
Aluno

O EMPREGO DO AGLS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ELETRÔNICO NA ÁREA DE POSIÇÃO DO GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES.

Autor: 1ºTen (QC-FN) Bruno Elyezer Fonseca
Orientador: CT (Art) Ivan Wilson da Silva Junior

RESUMO

O trabalho proposto teve como objetivo a realização de um estudo a respeito do levantamento topográfico eletrônico com utilização do AGLS na área de posição do Grupo de Mísseis e Foguetes apontando as possibilidades e limitações. A pesquisa adotada foi definida com tipologia exploratória com abordagem de análise qualitativa e procedimentos de pesquisa bibliográfica de forma a buscar explorar as possibilidades e limitações da utilização do AGLS dentro dos procedimentos que já são realizados nos GMF para o levantamento topográfico de uma área de posição. Através da análise qualitativa identificou-se que o AGLS apresenta as seguintes possibilidades: utilização para busca de norte magnético, obtenção direta de coordenadas, ângulos e distâncias de pontos afastados, medição de distâncias e ângulos no posicionamento da Bateria na posição de tiro, utilização para o caso de necessidade de utilização de pontaria alternativa e maior possibilidade de rapidez e precisão dos elementos de tiro. Entre as limitações pode-se destacar as seguintes: necessidade de fontes de energia ou baterias, necessidade de adestramento sistemático e contínuo por parte dos operadores, não ser eficaz em terrenos no qual não existe visada livre devido a vegetação ou relevo irregular e não ser indicado para ser utilizado próximo a redes elétricas de alta-tensão. A pesquisa realizada demonstra que o AGLS pode proporcionar maior rapidez na execução dos trabalhos e incrementar a precisão dos elementos de tiro para os casos em que for utilizada.

Palavras-chave: levantamento topográfico de um GMF, AGLS, área de posição.

ABSTRACT

This work aimed to realize a study about the electronic topographic preparation with the AGLS equipment in the position area of the Missile and Rocket Group, evidencing out the possibilities and limitations. The research adopted was defined with as a exploratory typology and qualitative analysis perspective with bibliographic research procedures straight to explore the possibilities and limitations of the AGLS within the procedures already performed by GMF for the topographic scrutiny of a position area. Through qualitative analysis, it was identified that AGLS has the following possibilities: magnetic north search, direct coordinates acquisition, angles and distances from distant points, distances and angles measurement in the positioning of the Battery in the firing position, use for alternative target and greater possibility of speed and accuracy of target elements. Among the limitations can be highlighted: require for energy sources or batteries, requiriment for systematic and continuous military operators training, lack of effectiveness in terrains where there is no clear area due to vegetation or irregular relief and not being indicated to be used near high voltage electrical wires. The research demonstrates that the AGLS can provide faster execution and increase the accuracy of the fire elements in the cases appointed.

Key-words: GMF topografic scrutiny, AGLS, position area.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Atlas Gun Laying System (AGLS).....	12
Figura 2: Caminho percorrido pelo laser do AGLS.....	13
Figura 3: Posição de tiro de uma bateria de mísseis e foguetes.....	16
Figura 4: Esquema de utilização do AGLS no posicionamento das baterias.....	18
Figura 5: Conforme Brasil ([2019?], slides 10 e 11).....	19
Figura 6: Opções da Bússola e Busca de Norte.....	20
Figura 7: Busca de Alvos através do Telêmetro Laser [Fonte: Brasil ([2019?], slide 52)].....	21
Figura 8: Ângulos para o cálculo da Pontaria Alternativa [Fonte: Brasil ([2016?], slide 13)].....	22
Figura 9: Disposição dos PR e AGLS para Pontaria Alternativa.....	24

ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 1: Características principais do Sistema AGLS.....	14
Tabela 2: Possibilidades e Limitações.....	26

LISTA DE SIGLAS

AGLS	<i>Atlas Gun - Laying System</i>
BIT	<i>Built-In Tests</i> , ou Testes Incorporados
<i>Boresighting</i>	<i>Collimation of Sights</i> , ou colimação de pontos de mira
GPS	<i>Global Positioning System</i> , ou Sistema de Posicionamento Global
GMF	Grupo de Mísseis e Foguetes
GMT	<i>Greenwich Mean Time</i> , ou Horário de Greenwich
LMU	Lançadora Múltipla Universal
P. AFS	Ponto Afastado
PCC	Posto de Comando e Controle
LRF	<i>Laser Range Finder</i> , ou Telêmetro a Laser
UCF	Unidade Controladora de Fogo
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 PROBLEMA.....	10
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES.....	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO.....	11
2.1 EQUIPAMENTO AGLS.....	11
2.1.1 FUNCIONAMENTO.....	12
2.1.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS.....	13
2.2 ÁREA DE POSIÇÃO E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO.....	14
2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE UMA ÁREA DE POSIÇÃO DE UM GMF.....	15
2.2.2 PRINCIPAIS SENSORES ENVOLVIDOS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO EM UMA ÁREA DE POSIÇÃO.....	17
2.2.3 UTILIZAÇÃO DO AGLS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO.....	17
3 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES.....	20
3.1 POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO NO MÉTODO CONVENCIONAL.....	20
3.1.1 BUSCA DE NORTE.....	20
3.1.2 POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO EM CASO DE FALHAS DOS SENSORES GPS.....	20
3.1.3 CÁLCULO DE PONTARIA ALTERNATIVA E PROCEDIMENTO COM O AGLS.....	21
3.2 PRINCIPAIS LIMITAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DO AGLS.....	24
4 CONCLUSÕES.....	26
5 REFERÊNCIAS.....	28
ANEXO A.....	30

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico atual aliado ao desenvolvimento de meios e doutrinas militares em âmbito mundial, trouxe a necessidade constante, por parte das Forças Armadas em aprimorar e desenvolver novos métodos e meios de guerra que possam ser competitivos no teatro de operações.

A artilharia de mísseis e foguetes, segue a mesma necessidade de evolução, a fim de, aprimorar a precisão e rapidez de seu emprego. A tecnologia embarcada presente em um Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF) visa garantir a precisão de uma série de tiros, a rapidez na execução das ocupações de posição, a segurança da tropa empregada e a comunicação necessária para a coordenação das missões. Esta tecnologia e suas capacidades, transforma os GMF em meios nobres de guerra, que devem ser empregados em missões de alto valor militar, fazendo que o grau de tecnologia presente nas viaturas que compõe o sistema, seja sempre adequado para a realização das tarefas atribuídas e que também, sejam criadas alternativas para falhas em sistemas.

O *Atlas Gun - Laying System* (AGLS) é um equipamento, adquirido pelo Exército Brasileiro e Corpo de Fuzileiros Navais, focado no posicionamento das linhas de fogo de artilharia de campanha. O equipamento eletro-óptico, possui um sistema que permite a determinação de coordenadas de alvos e pontos de referência com alta precisão. É utilizado principalmente na observação do tiro de Artilharia de Campanha, porém, também pode ser utilizado para o posicionamento e pontaria de uma bateria de obuses. Seu emprego visa garantir a otimização na linha de fogo, topografia e observação do tiro e garantir maior precisão e rapidez nas missões (ELSEC, 2022).

Em relação aos GMF, as necessidades de topografia relacionadas à ocupação de posições em uma área de posição para cálculo dos elementos de tiro, são dependentes dos sensores e sistemas de comunicação embarcados nas viaturas como por exemplo os sistemas de posicionamento global (Global Positioning System-GPS) e o sistema buscador de Norte, indispensáveis para o cálculo do tiro. Dentro das possibilidades de falhas desses sistemas, são previstos outros métodos para a ocupação de posição e cálculo de tiro que poderiam ser otimizados com a aplicação do AGLS.

1.1 PROBLEMA

O emprego do AGLS no levantamento topográfico de uma área de posição apresenta quais possibilidades e limitações?

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho apresenta como objetivo descrever a aplicação do AGLS durante a ocupação de uma área de posição por um GMF e apontar suas possibilidades e limitações de acordo com o método convencional observando os critérios de precisão e otimização de tempo.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Dentre as fases que compõe a operação de um GMF a ocupação de uma área de posição é o ponto crucial da missão, pois é a fase em que ocorrerá o desdobramento da missão, sendo assim, o AGLS pode auxiliar na realização do levantamento topográfico de forma precisa e contribuir de forma decisiva na missão a ser desdobrada (BRASIL, 2021). Desta forma o presente trabalho, pode compor uma referência para a determinação do método a ser aplicado no uso do AGLS no levantamento topográfico de uma área de posição.

Para isto, faz-se necessário definir alguns conceitos fundamentais para o objetivo proposto e desta forma, o trabalho foi organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, no qual é apresentado o equipamento AGLS bem como seu princípio de funcionamento e suas características principais; a definição e método do levantamento topográfico na ocupação de uma área de posição por um GMF e a apresentação dos principais sistemas e sensores do Sistema Astros, necessários para o levantamento topográfico convencional.

O Capítulo 3 apresenta as possibilidades e limitações de utilização do AGLS no levantamento topográfico da ocupação de uma área de posição do GMF dividindo as possibilidades em alternativa ao método convencional e em caso de falha dos sistemas embarcados das viaturas e do cálculo do tiro na pontaria alternativa pelo posicionamento com o AGLS.

Por último, o Capítulo 4 apresenta as principais conclusões a respeito das possibilidades e limitações discutidas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Neste trabalho definiu-se a tipologia como exploratória com abordagem de análise qualitativa e procedimentos de pesquisa bibliográfica de forma a buscar explorar as possibilidades e limitações da utilização do AGLS dentro dos procedimentos que já são realizados nos GMF de levantamento topográfico de uma área de posição.

2.1 EQUIPAMENTO AGLS

O Atlas Gun Laying System (AGLS) - Sistema de Posicionamento e Pontaria é um equipamento utilizado para o posicionamento da linha de fogo e dentro de suas características pode ser utilizado para observação avançada de artilharia, controladores aéreos avançados, inteligência de alvos e vigilância de fronteiras. Seu sistema possui autolocalização com GPS interno e métodos de inserção de coordenadas. Em relação a busca de norte pode-se utilizar de cálculos de azimute para um corpo celeste, por bússola incorporada, alvos conhecidos ou mesmo uma bússola manual do operador. O equipamento realiza também a busca de alvos precisa por meio da medição de alcance, cálculos de azimute e elevação e ainda pode colocar os canhões ou obuses nas posições de tiro (ELSEC, 2022, p.11).

A Figura 1 abaixo demonstra o equipamento AGLS composto de 01 tripé, 01 goniômetro, 01 módulo LRF/ANFM (telêmetro laser – goniômetro), 01 cartucho das baterias, 01 antena do GPS, 01 placa de identificação estelar + bolsa e 01 mochila.

Dentre os componentes do equipamento, o telêmetro laser (LRF) destaca-se por sua capacidade de medição de distâncias em linha reta de até 5000 metros junto ao conector sob o LRF que realiza a comunicação com o goniômetro. Outra capacidade importante é proporcionada pelo Módulo de Localização do Norte Astronômico que é utilizado para apontar o sistema em direção a um corpo celeste a fim de localizar o norte, característica imprescindível para os GMF durante a realização do tiro.



Figura 1: *Atlas Gun Laying System (AGLS)*

2.1.1 FUNCIONAMENTO

O AGLS pode ser entendido como um medidor de distâncias e ângulos de forma eletrônica, associados a um sistema de cálculos. De maneira geral pode ser entendido como um goniômetro eletrônico (SIQUEIRA, 2016, p. 46).

Sua principal característica se baseia nas leituras obtidas através de seu telêmetro laser que é um medidor óptico por feixe de luz de alta precisão. Estes medidores são baseados na medição do tempo percorrido pela luz do laser até o alvo observado, pelo ponto de mira, e através deste tempo e a velocidade da luz então conhecidos, é realizado o cálculo da medida da distância entre o ponto de observação e o alvo.

A Figura 2 abaixo descreve este princípio. Segundo Young (2016) na luz emitida por um laser, os átomos são induzidos para emitir luz de modo organizado e consistente. Esta emissão de luz organizada emite um feixe de alta precisão e alcance que tendo, velocidade conhecida e tempo de recepção do sensor medido realiza o cálculo da distância.



Figura 2: Caminho percorrido pelo laser do AGLS.

2.1.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

A Tabela 1 abaixo exhibe as principais características do sistema segundo o fabricante (ELSEC, 2022). O sistema possui rotação de 6400", o que permite realizar observação a toda volta além de possuir 400" de elevação que, combinado a sua capacidade de alcance de mais de 5 Km possibilita a realização de observações aéreas e de artilharia avançada.

Outro ponto importante se refere a precisão do equipamento de 1" em azimute e elevação o que leva ao incremento de precisão no sistema de artilharia como um todo. Segundo Brasil (1997), a Artilharia de Campanha possui subsistemas sendo eles a Linha de Fogo, a Observação, a Busca de Alvos, a Topografia, a Meteorologia, as Comunicações, a Logística e a Direção e Coordenação que ao serem mais assertivos e terem maior eficiência, melhoram a precisão da missão e do êxito.

A Topografia, analogamente a Artilharia de Campanha, também é parte fundamental na Artilharia de Mísseis e Foguetes e aumentar a precisão de suas medições resulta em melhorar a obtenção dos dados de posição das lançadoras e o apoio de fogo, do aprofundamento dos fogos e da saturação de área. Ainda que as viaturas possuam sensores e equipamentos que forneçam os dados de posição, o AGLS pode ter ação fundamental no caso de falha destes sistemas.

Outra característica importante é a capacidade em alcance que pode ser útil para a obtenção de pontos afastados, que podem ser utilizados para obtenção da localização da lançadora e do cálculo do tiro por pontaria alternativa. A utilização do AGLS, nesse

aspecto, além de melhorar a precisão das medições diminui a exposição da Equipe de Reconhecimento uma vez que a medição dos pontos afastados pelo telêmetro laser pode ser realizada sem que a equipe necessite ir até o ponto afastado, como é feito tendo apenas o GPS.

Além das características da tabela o sistema possui a capacidade de buscar norte tanto pelo GPS ou por Identificação Estelar com massa de mira diurna e noturna o que proporciona a capacidade para o GMF orientar o Norte das viaturas. Segundo Siqueira (2016), o AGLS é um instrumento moderno, considerado uma estação total de observação devido à sua característica de sozinho poder determinar direção e distância.

Tabela 1: Características principais do Sistema AGLS

Característica	Dados de Manual
Intervalo de Azimute	6400 milésimos contínuos
Intervalo de Elevação	± 400 milésimos contínuos
Resolução de Azimute	± 1 milésimo
Resolução da Elevação	± 1 milésimo
Fonte de Energia	9 baterias AA (Pilhas alcalinas AA) ou fonte externa de 12V
Capacidade de Alcance	5 a mais de 5000 metros
Precisão do GPS	± 5 metros
Peso (Kg)	12 a 20 Kg
Dimensões	33 x 14 x 24.7 cm

2.2 ÁREA DE POSIÇÃO E LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Segundo (Brasil, 2021) uma área de posição de um GMF é definida como a parte do terreno onde um GMF desdobra suas Baterias de Mísseis e Foguetes, sendo as Baterias as subunidades de um Grupo.

Na área de Posição são realizadas as atividades de remuniamento de lançadores, manutenção de viaturas, levantamento meteorológico e disparo dos mísseis e foguetes por uma Bia MF. Dessa forma, conclui-se que é uma área do terreno na qual a missão é desdobrada e o sucesso da operação empregada está inteiramente ligado a ocupação das posições dentro desta área denominada área de posição.

Previamente a ocupação da área de posição é necessário realizar o reconhecimento das regiões a serem ocupadas para averiguar se o terreno possui as características necessárias. Este reconhecimento é realizado pelas equipes de Reconhecimento que procuram sempre atingir os aspectos de segurança, deslocamentos, circulação, continuidade do apoio de fogo e coordenação com escalão superior e unidades vizinhas (BRASIL, 2021).

O levantamento topográfico realizado pelas Equipes de Reconhecimento depende da precisão dos equipamentos utilizados como a bússola e carta e os sensores das viaturas de GPS, DGPS, Buscador de Norte e carta inserida no sistema de navegação.

A precisão destes equipamentos é de suma importância para o cálculo do tiro e de sua realização. Neste contexto a utilização de um equipamento AGLS, garantiria para a Equipe de Reconhecimento um equipamento de alta precisão para a obtenção de coordenadas e medidas de alcance e azimute o que poderia possibilitar o melhor posicionamento dos GMF, tendo em vista que a precisão chega a 1'' tanto em azimute quanto em elevação.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE UMA ÁREA DE POSIÇÃO DE UM GMF

As dimensões de uma área de posição podem ser consideradas por padrão como uma área retangular de 8 Km de frente por 4 Km de profundidade. Estas dimensões não são estáticas, podendo ser flexíveis de acordo com a manobra. Estes limites também podem ser ultrapassados desde que haja coordenação com tropas vizinhas (BRASIL, 2021).

As áreas de posição são classificadas de acordo com a sua finalidade tática sendo classificadas em Posição Provisória destinada a atuação da artilharia antes de seu engajamento, Posição Inicial destinada a apoiar a fase inicial da manobra e Posição de Manobra, ocupada para garantir a continuidade das operações (BRASIL, 2021).

Outro conceito importante para os GMF refere-se as áreas de posição. As áreas de posição são classificadas como Posição de Espera que é destinada ao recebimento das missões de tiro, Posição de Tiro que é a posição onde propriamente ocorre o apoio de fogo, Posição de Troca destinada a proteger a bateria de uma ação de fogos inimigos e a Posição Falsa destinada a iludir o inimigo.

Dentre as posições acima as Posições de Tiro e de Espera requerem atenção especial da equipe de reconhecimento pois devem respeitar distâncias e condições no terreno apropriadas.

As posições de Espera devem ter topografia favorável à cobertura das vistas terrestres e aéreas inimigas para permitir o planejamento de novas missões em segurança, não sendo favorável ao disparo de mísseis e foguetes por serem cobertas (Brasil, 2021).

As Posições de Tiro, devem possuir área que permitam a distribuição das Lançadoras de forma respeitar as distâncias vertical e horizontal conforme a Figura 3 abaixo. Segundo Brasil (2021), as posições de tiro devem poder ter dimensões de uma elipse de 1000 metros de frente por 600 metros de profundidade e distância de no mínimo 1000 metros para outra posição de tiro. Desta forma a distância entre uma Viatura Lançadora e outra deve ficar em aproximadamente 150 a 200 metros de uma a outra e a viatura Posto de Comando e Controle.

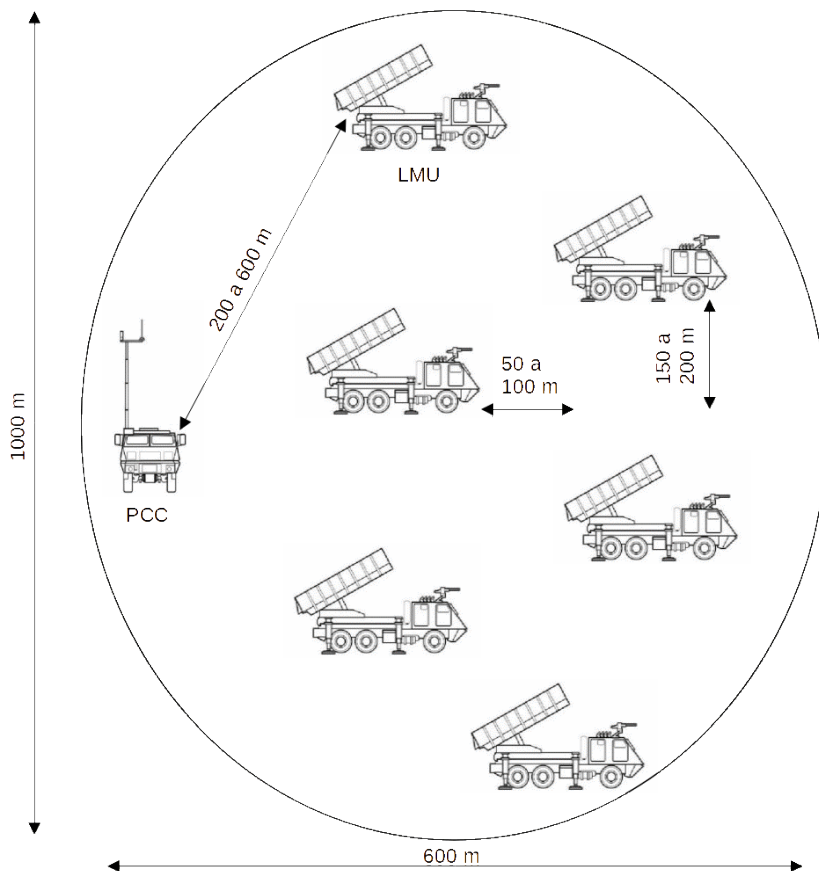


Figura 3: Posição de tiro de uma bateria de mísseis e foguetes.

2.2.2 PRINCIPAIS SENSORES ENVOLVIDOS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO EM UMA ÁREA DE POSIÇÃO.

Conforme AVIBRAS (2016), as viaturas do Sistema Astros possuem um Sistema de Posicionamento e Navegação baseado em um Navegador Inercial conectado ao sensor de velocidade da viatura através de um Sensor de Movimento assistido por um receptor GPS integrado a ele e uma interface de operação. As viaturas também possuem outro sensor de GPS utilizados como *backup* apresentando, portanto, resultados confiáveis dos dados de posicionamento da viatura com a precisão.

Outro sensor importante que incrementa a precisão dos dados é o receptor *Differential Global Positioning System* (DGPS), usado para estabelecer o posicionamento relativo preciso das viaturas. Este DGPS também pode operar como um terceiro receptor GPS, utilizado para navegação em caso de falha do Navegador Inercial e do receptor/antena GPS “backup” (AVIBRAS, 2016).

Em resumo têm-se o Navegador Inercial integrado ao sensor de movimento e velocidade da viatura, 02 sensores GPS e um receptor DGPS que também pode funcionar como GPS. Apesar do sistema de posicionamento e navegação possuir recorrência de dados estes podem vir a falhar dependendo das condições em que necessitem ser empregados por diversos fatores ligados a manutenção e comunicações. Desta forma pode ser necessário utilizar métodos alternativos para se fazer o levantamento topográfico das viaturas.

2.2.3 UTILIZAÇÃO DO AGLS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

O AGLS como mencionado, possui a capacidade de realizar observação avançada de artilharia. Através do Telêmetro Laser acoplado ao goniômetro eletrônico são realizadas diretamente as leituras de alcance e azimute. É possível também obter as coordenadas do alvo utilizando o GPS acoplado no sistema AGLS. A Figura 4 demonstra um esquema ilustrativo de obtenção destes dados.

Neste esquema o AGLS pode ser empregado para posicionar ou conferir as distâncias das viaturas para a PCC, ainda obter a coordenada da base das lançadoras, uma vez que o AGLS pode ser utilizado para obtenção de coordenadas de pontos distantes. Outro ponto importante se refere a utilização do Buscador de Norte Astronômico tendo em vista a possível falha deste tipo de sensor.

Para o levantamento topográfico de uma região por GPS, são coletados os valores em cada ponto de *East* (E) e *North* (N) e *Height* (H) seguindo a quadriculação *Universal Transverse Mercator Projection* conforme Siqueira (2016) e Brasil (1997). Neste esquema de coordenadas o mapa terrestre é considerado como um plano quadriculado no qual são obtidas coordenadas como um plano cartesiano. Os dados a serem coletados pelo GPS devem seguir o método do Capítulo 4 descrito conforme Brasil (2005).

Segundo ELSEC (2022) para a utilização do AGLS deve-se primeiro realizar a preparação da missão seguindo da instalação do goniômetro, montagem e *boresighting* e por último o posicionamento do sistema.

Para a instalação do Goniômetro, anteriormente aos exercícios de campo deve-se:

1. Retirar o sistema da mochila e montar o equipamento e em seguida verificar se todos os componentes estão presentes e corretamente montados.
2. Verificar se o sistema pode ser nivelado e se o monitor pode ser ajustado.
3. Verificar se todas as baterias estão carregadas.

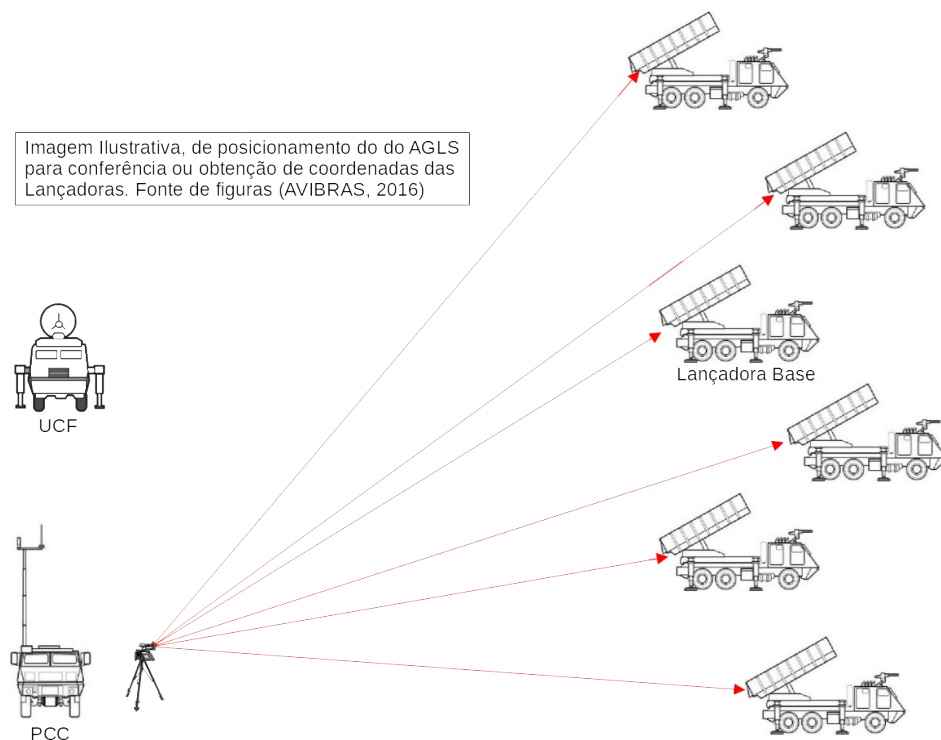


Figura 4: Esquema de utilização do AGLS no posicionamento das baterias

Para a instalação do Computador deve-se inserir as baterias, executar o BIT do sistema e atualizar os seguintes dados no menu "*Configuração & Mais*": definir o desvio da GMT no "Definir Hora e Data" e de acordo com a posição do sistema; Ajustar o relógio e sua hora preferencialmente com a autolocalização usando o GPS interno e definir o tipo de assestamento. Posteriormente estas configurações deverá ser atualizado os planetas na placa de identificação estelar, atualizar a autolocalização do posto previsto no menu "*Posição no mapa*" e finalmente inserir os alvos e pontos de referência no menu "*Alvos*" (ELSEC, 2022).

O *boresighting* é um procedimento realizado para garantir a mesma linha de visão para todos os equipamentos ópticos que constituem o AGLS e para garantir a precisão do sistema.

A Figura 5 abaixo demonstra a tela de operação do AGLS no seu Menu principal na qual estão as opções de Posição Própria, Busca de Norte, Inserção de Alvos, Controle de Tiro, Posicionamento da Bateria e Configurações.

O Primeiro passo consiste em inserir a posição própria do AGLS, isto permitirá ao operador que o equipamento possa calcular coordenadas de alvos ou pontos afastados de interesse. Segundo ELSEC (2022, p. 36) o posicionamento pode ser realizado pelo GPS interno conforme Figura 5. Após conectar a antena do GPS são exibidas os dados de hora e data atualizados a posição própria e o *DATUM*. O dado de FOM (Fator de Mérito) indica a precisão dos dados do GPS e ACC (Precisão) indica o erro estimado de posicionamento em metros.

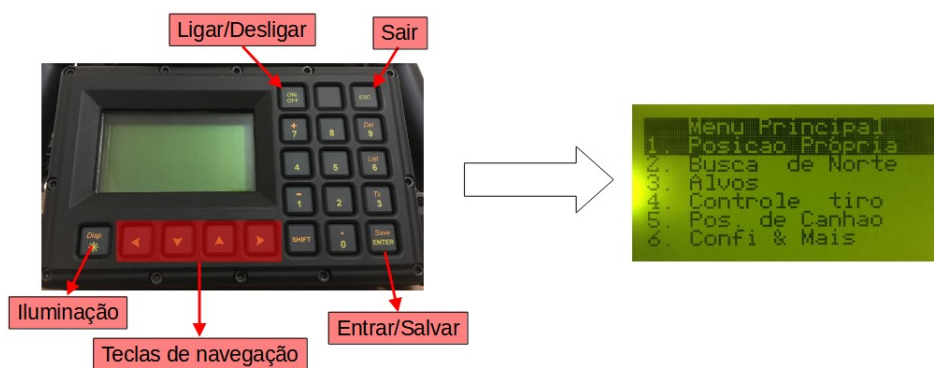


Figura 5: Conforme Brasil ([2019?], slides 10 e 11)

3 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas possibilidades e limitações, focando nas principais capacidades já utilizadas no levantamento topográfico do GMF.

3.1 POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO NO MÉTODO CONVENCIONAL

3.1.1 BUSCA DE NORTE

Ainda que todas as viaturas lançadoras e a Viatura Posto de Comando e Controle (PCC) possuam o sensor de busca de norte, a Equipe de Reconhecimento pode utilizar da Função Busca de Norte para conferir o posicionamento da Bateria. Conforme ELSEC (2022, p. 37-38) e Figura 7 têm-se as opções de bússola. Na opção bússola digital deve-se seguir o procedimento para calibragem da bússola que apontará erro caso algum problema ocorra.



Figura 6: Opções da Bússola e Busca de Norte

Existem outras opções de Busca de Norte como por exemplo, apontar o AGLS para estrelas e Planetas que estão descritos em ELSEC (2022).

3.1.2 POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO EM CASO DE FALHAS DOS SENSORES GPS

O AGLS garante a possibilidade para a Equipe de Reconhecimento da utilização do telêmetro laser e obtenção das coordenadas. Conforme Brasil ([2019?], slide 52) com o AGLS localizado e orientado, ao entrar em Busca de Alvos, deve-se inserir Número, Descrição e Código do Alvo, ao entrar ao campo de coordenadas, deve-se apontar o LRF para o alvo, apertar o gatilho e logo após *SHIFT* e *SAVE*. A Figura 8 demonstra um

resultado obtido seguindo este procedimento. Neste resultado têm-se coordenadas 23°S, 0474291E e 7601119N. A altitude observada foi de 970 metros.

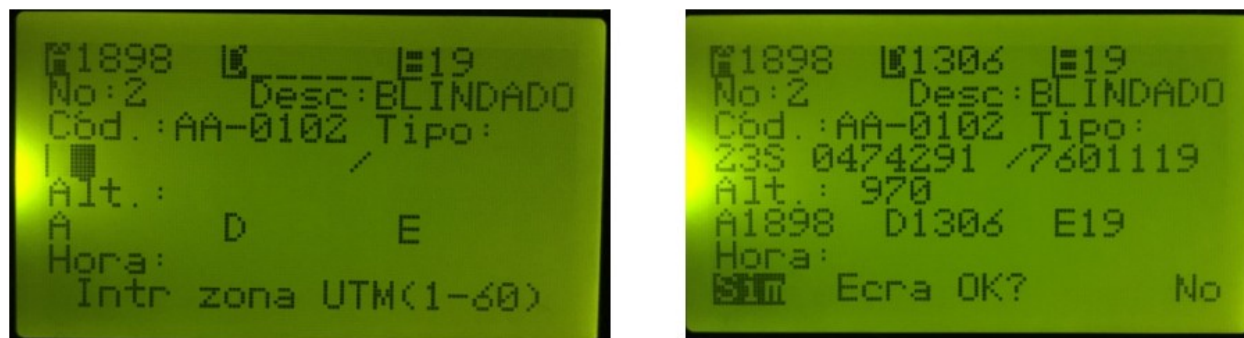


Figura 7: Busca de Alvos através do Telêmetro Laser [Fonte: Brasil ([2019?], slide 52)]

3.1.3 CÁLCULO DE PONTARIA ALTERNATIVA E PROCEDIMENTO COM O AGLS

A Pontaria Alternativa é um procedimento a ser adotado no caso de falhas dos sistemas de comunicação ou dos sensores das viaturas. Conforme (Brasil ([2022?], slide 10-13) conhecendo-se o alvo têm-se 3 situações:

1ª Situação: Impossibilidade de obter o Heading eletronicamente (Ex: defeitos no aparelho, display queimado, etc)

1º passo: Certificar-se de que a PLM está em seu ponto inicial com a trava de transporte acionada.

2º passo: Instalar a luneta e direcionar o retículo para o Ponto de Referência (PR).

3º passo: Verificar o valor registrado na ESCALA FIXA. O valor lido é o ângulo de orientação (AO).

4º passo: Realizar a operação: $DR - AO = \text{Heading}$.

5º passo: Por fim, utilizar o Heading normalmente na pontaria principal (inserir manualmente na chave 7).

2ª Situação: Impossibilidade de se obter o DIFF eletronicamente (Ex: pane no Painel do Processador de Pontaria ou no próprio processador)

1º passo: Calcular o Heading normalmente no Buscador do Norte.

2º passo: Realizar a operação: $DV (\text{Azimute de tiro}) - \text{Heading} = \text{DIFF}$.

3º passo: Escolher um ponto de referência qualquer no terreno (pode ser uma baliza ou o próprio PR levantado pela Turma TOPO).

4º passo: Com a PLM na posição inicial, direcionar a luneta para esse ponto escolhido.

5º passo: Fechar a escala fixa e afrouxar os parafusos das escalas móveis da luneta com o cuidado para não tirar a luneta da direção do ponto.

6º passo: Registrar o valor "zero" na ESCALA MÓVEL e em seguida apertar os parafusos, tendo o mesmo cuidado do 5º passo.

7º passo: Depois que os parafusos foram apertados, registrar o valor do DIFF encontrado no 2º passo.

8º passo: Naturalmente o retículo da luneta se movimentará, após isso, deve-se movimentar a PLM utilizando-se o "joystick" de azimute para que o retículo volte ao ponto de referência escolhido.

9º passo: a peça está apontada em azimute.

3ª Situação: Impossibilidade de se utilizar o Buscador do Norte e o Processador de Pontaria

1º passo: Realizar a operação: $DR - DV = AV$.

2º passo: Com a PLM na posição inicial, registrar, na ESCALA FIXA da luneta, o Ângulo de Vigilância (AV) encontrado no 1º passo.

3º passo: Direcionar a luneta, utilizando o movimento da PLM com o "Joystick", para o Ponto de Referência (PR) levantado pela Turma TOPO.

4º passo: a peça está apontada em azimute.

Fórmulas:

$$AV = DR - DV$$

$$HEADING = DR - AO$$

$$DIFF = DV - HEADING$$

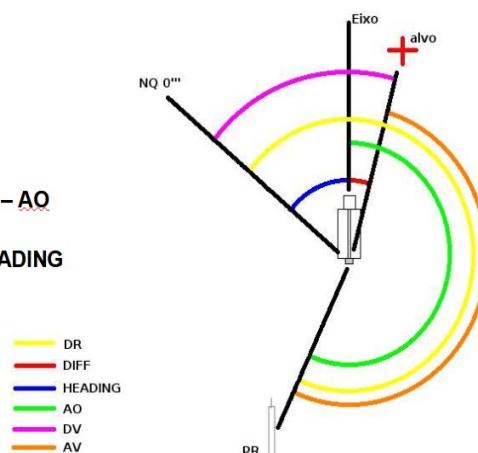


Figura 8: Ângulos para o cálculo da Pontaria Alternativa [Fonte: Brasil ([2016?], slide 13)]

Nas três situações descritas é necessário obter a posição da viatura e a posição de algum Ponto de Referência (PR) para se ter os ângulos básicos para os cálculos de Ângulo de Vigilância (AV), Direção de Vigilância (DV) e Angulo de Observação (AO). Para obtenção destes pontos pode-se utilizar as Tabelas de 1 a 3 presentes no Anexo A. Outro ponto importante é a utilização de mais de um ponto afastado quando possível a fim de tentar diminuir possíveis erros de observação.

Desta forma o AGLS pode ter papel fundamental neste método uma vez que, é possível obter as coordenadas de pontos afastados. Outro ponto é que o PR deve estar posicionado a uma distância de pelo menos 1000 metros a fim de aumentar a precisão da medição do ângulo. A Figura 9 demonstra um esquema ilustrativo de obtenção de pontos afastados com a utilização do AGLS em um GMF.

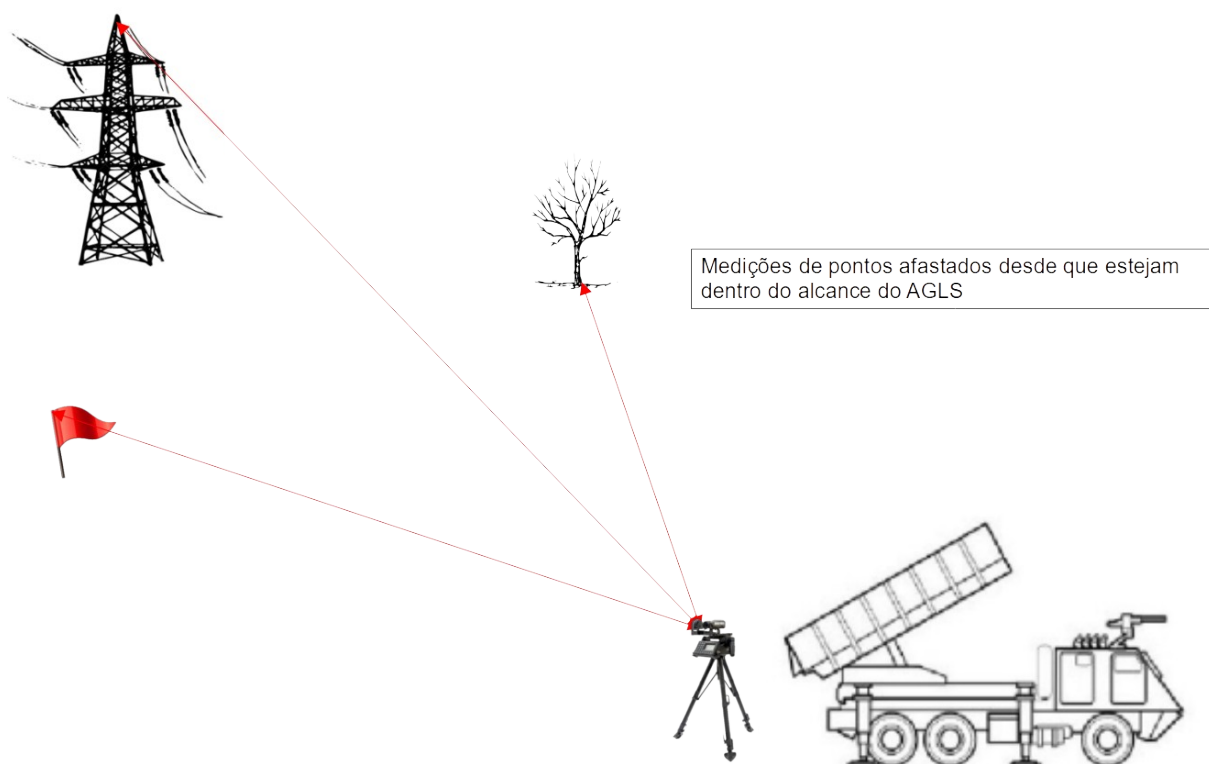


Figura 9: Disposição dos PR e AGLS para Pontaria Alternativa

3.2 PRINCIPAIS LIMITAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DO AGLS

Dentre as limitações para a utilização do AGLS, pode-se identificar a necessidade de utilização de pilhas ou fonte externa. Em atividades de manobra e exercício ou combate real, são necessários levar quantidade suficiente pelo tempo estimado. De acordo com ELSEC (2022), são necessárias 09 baterias de 1.5V AA (pilhas AA) para o Goniômetro e 01 bateria de lítio de 3 V, tipo CR123A. Em relação a bateria de lítio esta possui alguns perigos como vazamento de gás e explosão da bateria por sua alta quantidade de energia armazenada. Em relação ao armazenamento deste tipo de bateria, deve-se armazená-la na embalagem original e a área de armazenagem devem conter extintores de incêndio. Os operadores deste tipo de bateria devem estar treinados para operar com este material.

Outro fator limitante se refere ao telêmetro laser (LRF). Segundo ELSEC (2022) o LRF não deve ser utilizado na proximidade de equipamentos elétricos sensíveis.

Por fim, uma das principais causas limitantes consiste na necessidade de preparação dos operadores que devem estar sempre estar treinados para evitar o mau uso do equipamento que, além de prejudicar o material pode concretizar em medições erradas, leituras imprecisas e conseqüentemente efeito adverso à precisão do apoio de fogo.

4 CONCLUSÕES

Diante do presente estudo, têm-se em resumo a Tabela 2 com as possibilidades e limitações para a utilização do AGLS no levantamento topográfico da área de posição.

Tabela 2: Possibilidades e Limitações

Possibilidades	Limitações
Obtenção do Norte Geográfico	Necessidade de fontes de energia ou baterias
Possui bússola digital embarcada	Necessidade de pessoal altamente treinado para operação segura e eficaz
Medição de distâncias e ângulos no posicionamento da Bateria na posição de tiro	Pode não ser eficaz em terrenos no qual não existe visada livre devido a vegetação ou relevo irregular
Medição de coordenadas de pontos afastados	Equipamento não deve ser utilizado próximo a equipamentos elétricos ou redes de transmissão de alta-tensão
Obtenção direta de distâncias e ângulos de pontos afastados	-
Possibilita medições de forma rápida e eficaz com resolução de 1 milésimo em azimute e elevação	-
Pode ser facilmente transportado no interior das viaturas	-
Possui capacidade de alcance para a obtenção de pontos afastados	-

Fonte: ELSEC, (2022)

Pode-se observar que dentro das limitações não existe nenhuma que se classifique como excludente, ou seja, em nenhuma das quatro limitações identificadas nenhuma impossibilita a utilização do AGLS. Ainda que a necessidade e os riscos que as baterias empregadas apresentem junto a necessidade de adestramento dos operadores, sejam uma limitação, elas podem ser superadas com o treinamento de pessoal de forma sistemática e contínua. Em contraposto as limitações, as possibilidades apresentam ligação direta a eficiência do tiro uma vez que incrementam a precisão das medições e a velocidade de obtenção dos dados.

Para os casos em que há possibilidade de falha dos sensores das viaturas, o AGLS pode ser uma alternativa para obtenção de busca norte, obtenção de coordenadas e consequente posicionamento das viaturas na posição de tiro. Ainda que uma eficácia de uma Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes seja por saturação de área, o correto posicionamento das viaturas, respeitando-se as distâncias e a rapidez na obtenção de pontos afastados, incrementam a segurança e a precisão do tiro.

Conforme Chitolina (2017), o sistema AGLS é ainda bastante moderno e está sendo distribuído as Organizações Militares, faltando, portanto, o maior conhecimento da tropa a respeito deste equipamento. Desta forma, faz-se necessário a aquisição deste equipamento e sua utilização pelas equipes de reconhecimento do GMF a fim de verificar a aplicabilidade descrita neste trabalho e suas vantagens.

Furriel (2020), em uma comparação entre o AGLS e o Goniômetro Bússola verificou que o emprego do AGLS é mais vantajoso para a topografia da Artilharia de Campanha devido aos recursos que proporcionem maior rapidez e precisão ao realizar os trabalhos. Segundo Spido (2016), em relação ao GB, além dos processos com o AGLS serem mais precisos eles também são mais velozes.

Desta forma, o AGLS, tende a trazer mais rapidez e precisão para o levantamento topográfico de uma área de posição para o GMF nos casos em que houver falhas de sensores ou na própria obtenção de pontos afastados. Outro ponto a se considerar é que o menor tempo na aquisição de pontos afastados diminui a exposição dos militares na posição de tiro uma vez que o levantamento topográfico feito pelas equipes de reconhecimento tendem a ser mais rápidas.

5 REFERÊNCIAS

CHITOLINA, Luiz Felipe. **O EMPREGO DO AGLS COMO ALTERNATIVA PARA REALIZAR O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO NECESSÁRIO AO TIRO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA**. Orientador: CARLOS EDUARDO DA SILVA LOURENÇO. 2017. 20 p. Monografia (Especialização em Ciências Militares com ênfase em Levantamento Topográfico) - ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS, Rio de Janeiro, 2017.

ELSEC. Elbit Security Systems. **Sistema AGLS: Manual do Operador**. 6036-0010. ed. P/N 6036-0010., 2022. 91 p.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Caderno de Instrução CI 6-199/1. O Levantamento Topográfico Eletrônico**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2005. 38 p.

BRASIL. Exército. C 6-1: **Emprego da Artilharia de Campanha**. 3. Ed. Brasília: EGGCF, 1997

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha: GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES**. EB70-MC-10.363. ed. Brasília: Ministério da Defesa, 2021. 109 p. v. 1.

BRASIL. Exército. Estado-Maior do Exército. **Manual de Campanha C 6-199: Topografia do Artilheiro**. 3. ed. Brasília: [s. n.], 1986. 281 p.

BRASIL. Exército. **Operação do AGLS: atlas gun laying system**. Rio de Janeiro: 31 GAC, 2019?. 61 slides.

FURRIEL, Brunno Moreira. **INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA EMPREGADA NA TOPOGRAFIA DA ARTILHARIA DE CAMPANHA**. 2020. 40 p. Monografia (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, Rio de Janeiro, 2020.

SIQUEIRA, Iago Capanema. **MEIOS ELETRÔNICOS NO GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA**: estudo quanto à tecnologia agregada, à precisão e à rapidez na obtenção de dados topográficos. Orientador: Rafael Ferraz Pinto - Cap Art. 2016. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, Rio de Janeiro, 2016.

SPIDO, João Franco Giacomini. **VANTAGENS E DESVANTAGENS DO AUTOMATIC GUN LAYING SYSTEM EM RELAÇÃO AO GONIÔMETRO-BÚSSOLA PARA LEVANTAMENTO DE DADOS TOPOGRÁFICOS DE ARTILHARIA DE CAMPANHA NO COMBATE CONVENCIONAL MODERNO**. Orientador: Yuri Gama Pacheco. 2016. 33 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Rezende, Rio de Janeiro, 2016.

Young, Hugh D. Física IV: **Sears e Zemansky: ótica e física moderna** / Hugh D. Young, Roger A. Freedman; colaborador A. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moysés Luiz. – 14. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. ISBN 978-85-4301-816-4

ANEXO A

FICHA PARA CÁLCULO DE TIRO POR PONTARIA ALTERNATIVA – 1			
Coordenada	E [UTM]	N [UTM]	H [UTM]
L1			
L2			
L3			
L4			
L5			
L6			
Ponto Afastado 1			
Ponto Afastado 2			
Ponto Afastado 3			
Alvo			

FICHA PARA CÁLCULO DE TIRO POR PONTARIA ALTERNATIVA – 2.1							
Lançadora	E [UTM] (Alvo ou P. Afastado 1 ou P. Afastado 2 ou P. Afastado 3)	E Lançadora [UTM]	ΔE	N [UTM] (Alvo ou P. Afastado 1 ou P. Afastado 2 ou P. Afastado 3)	N Lançadora [UTM]	ΔN	$(\Delta E \div \Delta N)$
L1							
L2							
L3							
L4							
L5							
L6							

FICHA PARA CÁLCULO DE TIRO POR PONTARIA ALTERNATIVA – 2.2						
Lançadora	Arco Tangente $(\Delta E / \Delta N)$	Conversão	Quadrante	Azimute [graus]	Conversão para milésimos	Azimute Topográfico
L1					÷ 0,05625	
L2						
L3						
L4						
L5						
L6						

FICHA PARA CÁLCULO DE TIRO POR PONTARIA ALTERNATIVA – 3						
Lançadora	DR	DV	AV (DR – DV)	AO	Heading (DR – AO)	Diff (DV – Heading)
L1						
L2						
L3						
L4						
L5						
L6						

FICHA PARA CÁLCULO DE TIRO POR PONTARIA ALTERNATIVA – 4				
Lançadora	Heading P1	Heading P2	Heading P3	Média
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				
L6				

FICHA PARA CÁLCULO DE TIRO POR PONTARIA ALTERNATIVA – 5				
Lançadora	Diff P1	Diff P2	Diff P3	Média
L1				
L2				
L3				
L4				
L5				
L6				