

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

Brunno Moreira Furriel

**INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA EMPREGADA NA TOPOGRAFIA DA
ARTILHARIA DE CAMPANHA**

**Resende
2020**

Brunno Moreira Furriel

**INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA EMPREGADA NA TOPOGRAFIA DA
ARTILHARIA DE CAMPANHA**

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

Orientador: Cap Thiago Menna Barreto Guedes

Resende
2020

Brunno Moreira Furriel

**INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA EMPREGADA NA TOPOGRAFIA DA
ARTILHARIA DE CAMPANHA**

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

Aprovado em _____ de _____ 2020:

Banca examinadora:

Thiago Menna Barreto Guedes, Cap Art
(Presidente/Orientador)

Lucas Andrade Graciani, 1º Ten Art

Douglas Gerhardt da Silveira Santos, 1º Ten Art

Resende
2020

À minha avó Terezinha (in memoriam), por me incentivar e sempre acreditar que eu me tornaria Oficial do Exército Brasileiro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar e dar forças para seguir em frente.

Aos meus pais, Marcus e Lúcia, pelo apoio incondicional durante os cinco anos de formação e por todo esforço pela minha educação.

A Déborah Moraes, pelos incentivos e presença incessantes.

Ao Cap Menna Barreto, meu orientador, pela dedicação e disponibilidade, mostrando o caminho a ser trilhado.

Aos instrutores e camaradas, pelos conhecimentos e apoio sempre que necessário.

RESUMO

INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA EMPREGADA NA TOPOGRAFIA DA ARTILHARIA DE CAMPANHA

AUTOR: Brunno Moreira Furriel

ORIENTADOR: Cap Thiago Menna Barreto Guedes

Este trabalho teve por objetivo analisar a influência de instrumentos modernos e tecnológicos na topografia da Artilharia de Campanha. Foram apontados dois instrumentos com tecnologia agregada que podem ser utilizados nos levantamentos topográficos. Eles conseguem se adequar aos processos topográficos e gerar maior efetividade ao subsistema, ao permitir trabalhos mais rápidos e assegurar precisão semelhante ou superior aos trabalhos realizados com os equipamentos previstos no manual C 6-199 – TOPOGRAFIA DO ARTILHEIRO. Ao analisar os equipamentos modernos e os instrumentos utilizados na doutrina atual, pelos Grupos de Artilharia de Campanha, foram observados aspectos positivos e negativos de cada um, em seguida foi feita uma comparação entre trabalhos topográficos com e sem o emprego da tecnologia e uma comparação entre o *Automatic Gun Laying System* e o Goniômetro Bússola, como principal instrumento topográfico moderno e clássico, respectivamente. Como resultado, foi encontrado que o emprego do AGLS é mais vantajoso para a topografia devido aos recursos que possui e à rapidez e precisão ao realizar os trabalhos, permitindo à topografia acompanhar o avanço tecnológico da artilharia e as necessidades atuais do combate. O *Global Positioning System*, outro instrumento moderno abordado neste trabalho, também apresentou grande utilidade para a topografia, sendo uma boa opção para realizar levantamentos rápidos em operações com escassez de tempo. Entretanto, mesmo com as vantagens proporcionadas pela tecnologia, é necessária a manutenção de conhecimento e adestramento da tropa sobre o levantamento clássico, como forma de garantir o cumprimento da missão da topografia quando não estiverem disponíveis os meios tecnológicos.

Palavras-chave: Topografia. Artilharia. Tecnologia.

ABSTRACT

INFLUENCE OF TECHNOLOGY USED IN THE FIELD ARTILLERY TOPOGRAPHY

AUTHOR: Brunno Moreira Furriel
ADVISOR: Cap Thiago Menna Barreto Guedes

This work aimed to analyze the influence of modern and technological instruments in the field artillery topography. Two instruments with aggregate technology were pointed out that can be used in surveys. They can adapt to the topographic processes and generate greater effectiveness to the subsystem, allowing faster works and ensure equal or superior accuracy to the work performed with the equipment related in the manual C 6-199 – ARTILLERY TOPOGRAPHY. When analyzing modern equipments and those materials foreseen in the manual, eventually used by the Field Artillery Groups, positive and negative aspects of each one were observed and latter a comparison was made between topographic works with and without the use of technology and a comparison between Automatic Gun Laying System and Aiming Circle, as the main modern and classical topographic instrument, respectively. As a result, it was found that the use of AGLS is more advantageous for topography due to the resources it possesses and the speed and precision in performing its tasks, allowing the topography to follow the technological advance of artillery and the current needs of combat. The Global Positioning System, another modern material approached in the work, also presented huge usage to topography, being a reliable option to faster surveys in low-time operations. However, even with the advantages allowed by technology, the knowledge maintenance and dressage of troops about classic surveys is necessary, to ensure the fulfillment of the topography mission when the technological ways are not available.

Keywords: Topography. Artillery. Technology.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações técnicas do sistema AGLS.....	24
Tabela 2 – Coordenadas obtidas.....	26
Tabela 3 – Distância para evitar interferência magnética em agulha imantada.....	29
Tabela 4 – Pranchetas e tempo para levantamento clássico.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caminhamento realizado durante exercício de campanha na AMAN.....	16
Figura 2 – Goniômetro-bússola.....	19
Figura 3 – Sistema AGLS.....	21
Figura 4 – Goniômetro.....	22
Figura 5 – Módulo ANFM-LRF.....	23
Figura 6 – Antena do GPS.....	23
Figura 7 – Disco anterior da placa de identificação estelar.....	24
Figura 8 – Representação dos segmentos do sistema GPS.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EB	Exército Brasileiro
SAC	Sistema de Artilharia de Campanha
AGLS	<i>Automatic Gun Laying System</i>
GB	Goniômetro Bússola
GPS	<i>Global Positioning System</i>
DR	Direção de referência
LRF	Telêmetro a Laser
ANFM	Módulo de Localização do Norte Astronômico
Dd	Divisão de declinação
PO	Posto de Observação
AD	Artilharia Divisionária
GAC	Grupo de Artilharia de Campanha
RPG	Referência de Posição de Grupo
DR0	Direção de referência inicial
CB	Centro de Bateria
E	Leste
N	Norte
PTP	Prancheta de Tiro Precisa
PTS	Prancheta de Tiro Sumária
PTE	Prancheta de Tiro Emergencial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral.....	12
1.1.2	Objetivos específicos.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	TRABALHO TOPOGRÁFICO	13
2.1.1	Determinação de direções	13
2.1.2	Nivelamento.....	14
2.1.3	Radiamento	15
2.1.4	Caminhamento.....	15
2.1.5	Triangulação e interseção avante.....	16
2.1.6	Materiais utilizados	16
3	INSTRUMENTOS	19
3.1	GONIÔMETRO-BÚSSOLA.....	19
3.2	<i>AUTOMATIC GUN LAYING SISTEM</i>	20
3.3	<i>GLOBAL POSITIONING SYSTEM</i>	25
4	ANÁLISE DE DADOS E COMPARAÇÃO	28
4.1	PROCESSO CLÁSSICO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	28
4.2	PROCESSO ELETRÔNICO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO	31
4.3	COMPARAÇÃO.....	33
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, na era tecnológica, busca-se melhorar, otimizar, transformar ou adaptar os diversos processos em todas as áreas, seja nos relacionamentos interpessoais, nas simples atividades do cotidiano, nos serviços prestados e, também, na segurança. O Exército Brasileiro desenvolve diversos projetos estratégicos com objetivo de se modernizar e acompanhar o avanço da tecnologia para, assim, cumprir sua missão de garantir a soberania nacional.

Os projetos desenvolvidos tornam-se programas e são implementados na Força Terrestre. Hoje, segundo o Escritório de Projetos do Exército Brasileiro, o EB possui sete principais programas estratégicos e dois deles são diretamente ligados ao desenvolvimento da Artilharia, sendo eles: programa de Defesa Antiaérea e programa Astros 2020, o primeiro beneficia a Artilharia Antiaérea e o segundo moderniza e proporciona grande aumento do poder de fogo, letalidade e poder de dissuasão à Artilharia de Campanha. De acordo com as prioridades do EB, pode-se notar o nível de importância da artilharia.

De acordo com o Manual de Campanha C 6-1 – EMPREGO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA (1997), a artilharia é dividida em subsistemas que, ao estarem integrados e coesos, possibilitam a realização do tiro com precisão, destruindo ou neutralizando alvos que ameacem o êxito da operação. Um dos subsistemas da Artilharia de Campanha é a Topografia, responsável por levantar coordenadas precisas de pontos no terreno, em uma mesma trama, que possibilite a execução de fogos precisos sem ajustagem prévia dos fogos.

Com o programa Astros 2020 e, principalmente, o novo Obuseiro Autopropulsado M109 A5+ BR sendo inseridos na Artilharia, levanta-se a problemática: há necessidade de realizar trabalhos topográficos com maior rapidez e precisão para acompanhar o avanço tecnológico da linha de fogo?

Baseado nesse problema, este trabalho tem por objetivo analisar a influência de instrumentos modernos e tecnológicos, que proporcionem o aumento da efetividade dos trabalhos topográficos para a Artilharia de Campanha permitindo alcançar o potencial de seus materiais.

Considerando a proposta de reestruturação do Sistema de Artilharia de Campanha que visa adequação da Base Doutrinária, da Estrutura Organizacional, do Quadro de Cargos e do Quadro de Dotação de Material de maneira conjunta e coesa, se faz necessário uma análise dos instrumentos topográficos modernos que estejam alinhados com a reestruturação e permitam realizar um trabalho topográfico de maior efetividade em relação aos instrumentos que o Manual de Campanha C 6-199 – TOPOGRAFIA DO ARTILHEIRO (1986) prevê como os utilizados nos processos de levantamentos topográfico clássicos da Artilharia de Campanha.

Buscando acompanhar o avanço de outros exércitos no mundo e evitar obsolescência da artilharia, é importante o aprimoramento pessoal e material, seja adotando novas táticas, técnicas e procedimentos ou adequando os utilizados, seja substituindo equipamento utilizado por outros mais efetivos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar o emprego de equipamentos tecnológicos que satisfaçam as necessidades topográficas e suas influências causadas na topografia da Artilharia de Campanha.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar os recursos e possibilidades de cada equipamento.

Avaliar os benefícios da utilização do *Automatic Gun Laying System*¹ (AGLS) em comparação ao Goniômetro Bússola (GB) nos trabalhos topográficos.

Examinar as vantagens e desvantagens do emprego do *Global Positioning System*² (GPS) nos trabalhos topográficos.

¹ Sistema Automático de Posicionamento de Canhão, Elbit Systems

² Sistema de Posicionamento Global, Garmin, 2009

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRABALHO TOPOGRÁFICO

O trabalho topográfico busca estabelecer uma trama comum na artilharia, permitindo, assim, concentrar o fogo, desencadear tiros observados que surpreendam o inimigo, além de tiros eficientes sem observação e transmitir dados de locação de alvos entre as unidades. (BRASIL, 1986, p. 1-2).

O responsável pelo planejamento e coordenação das operações topográficas do grupo é o Adjunto do S2 e ele conta com a turma de observação e topografia da Bateria de Comando e as turmas de reconhecimento das baterias de obuses, sendo uma turma por subunidade. Tem por missão realizar o levantamento topográfico da área de posições (posições ocupadas pela linha de fogo), da área de conexão (posições de PO) e da área de alvos (posições dos alvos). (BRASIL, 1986).

O escalão superior (AD em caso de GAC) é responsável por fornecer um controle inicial do levantamento topográfico, sendo uma coordenada que será a RPG e um lançamento que será a DR0, tais elementos são importantes para manter os dados na mesma trama do escalão superior. O Adjunto do S2 pode convencionar o controle inicial quando não receber os dados do escalão superior, devendo passar os dados levantados para mesma trama do escalão superior. (BRASIL, 1986).

Ainda segundo o manual Topografia do Artilheiro, o levantamento topográfico “... visa, unicamente, a determinação de direções e pontos” e, para isso, realiza variados processos, tais como determinação de direções, nivelamento, radiamento, caminhamento e triangulação e interseção avante (1986, p. 4-1).

2.1.1 Determinação de direções

O processo de determinação de direções busca “obter dados de derivas e lançamentos que serão empregados nos diversos subsistemas de artilharia.” (SIQUEIRA, 2016, p. 21).

Para determinar o lançamento de uma direção, quando existe uma ou mais direções de lançamentos conhecidos, deve-se estacionar o instrumento no ponto de

cruzamento dos lançamentos, registrar o valor conhecido e visar a direção do lançamento. Quando não existe a possibilidade de estacionar o instrumento no cruzamento das direções conhecidas, deve-se realizar o transporte da orientação (orientar um ponto baseado em um ponto orientado), podendo ser feito pelo caminhamento de ângulos, que consiste em determinar pontos subsequentes que possuam visibilidade entre si e medir os lançamentos para o ponto seguinte, até chegar ao ponto desejado. Pode ser feito por orientações sucessivas, onde em cada ponto do processo o instrumento é orientado, ou por ângulos internos, onde é medida apenas a diferença angular entre o ponto anterior e o ponto posterior. (BRASIL, 1986).

Quando nenhuma direção na região é conhecida, mas há dois pontos de coordenadas conhecidas, é possível calcular a direção de um ponto ao outro, por meio da ficha topográfica 3, que indica os cálculos necessários e a maneira para encontrar lançamento e distância ou o radiamento. Outra alternativa é orientar o instrumento pela sua Dd, no caso do GB, o valor de sua Dd é válido apenas num raio de 10 km do seu ponto de declinação e no mesmo ano da declinação, o operador deve centrar a agulha imantada, com o valor da Dd registrado no instrumento. (BRASIL, 1986).

2.1.2 Nivelamento

Define-se por “designação genérica dos processos usados para a determinação das coordenadas altimétricas (altitude ou cota) de um ponto do terreno;” podendo ser feito por inspeção na carta, barométrico e trigonométrico. (1986, p. 4-8).

O nivelamento por inspeção na carta poderá ser realizado em cartas com escala de 1:25000 ou maior. Para determinar a altitude de um ponto, é realizada a interpolação sobre as curvas de nível que o enquadrem. Por outro lado, o barométrico busca determinar a diferença de altitude entre pontos e emprega, para isso, o altímetro ou barômetro. Já o trigonométrico, que é o usual nos trabalhos topográficos da artilharia, é realizado por meio de um instrumento óptico. Para tal, é medida a variação angular entre o plano horizontal do instrumento até um sinal no ponto desejado e a distância horizontal entre os dois pontos. Caso haja diferença entre a altura do instrumento e do sinal, esta deve ser levada em consideração no cálculo. Ao fim, é realizado um cálculo

trigonométrico com os valores medidos, encontrando, assim, o desnível entre os pontos. (BRASIL, 1986).

2.1.3 Radiamento

É utilizada essa técnica para determinar o lançamento e a distância entre dois pontos com as coordenadas E e N conhecidas ou determinar as coordenadas E e N de um ponto tendo como base outro ponto de coordenadas E e N conhecidas e o lançamento e a distância conhecidos entre esses dois pontos. Para calcular o lançamento, a distância ou a coordenada desejada, é utilizada a ficha topográfica 3. (BRASIL, 1986).

2.1.4 Caminhamento

De acordo com o manual Topografia do Artilheiro:

Consiste numa série de pontos chamados “estações de caminhamento” ou “vértices”, ligados sucessivamente por segmentos retilíneos (lados). Em cada estação de caminhamento são medidos os ângulos horizontais entre as estações a ré e avante e os sítios para as estações avante; os comprimentos dos lados são medidos com a trena. Em casos especiais, as distâncias poderão ser determinadas trigonometricamente, com o auxílio de bases medidas no terreno. (BRASIL, 1986, p.4-26).

O caminhamento é realizado a fim de determinar coordenadas e direção de referência (DR) desconhecidos de uma ou mais estações, partindo de uma estação que se conheça esses dados. (BRASIL, 1986).

Diferentemente do caminhamento de ângulos, que busca apenas orientar o instrumento em determinado ponto, o caminhamento tem por finalidade encontrar as coordenadas e direções em um ponto. Portanto, além das medidas angulares, mede-se a distância entre os pontos até alcançar o objetivo. (BRASIL, 1986).

O caminhamento aberto começa em um ponto de coordenadas conhecidas e termina em um ponto de coordenadas desconhecidas. Já o caminhamento fechado se inicia de um ponto de coordenadas conhecidas e termina num ponto de coordenadas também conhecidas, podendo ser o mesmo ponto inicial ou não. O fechamento permite,

por meio da comparação entre os valores reais e calculados, verificar a precisão do trabalho realizado. (BRASIL, 1986).

Figura 1 – Caminhamento realizado durante exercício de campanha na AMAN



Fonte: FEIJÓ (2018)

2.1.5 Triangulação e interseção avante

A triangulação “busca determinar coordenadas de um ponto pela resolução de triângulos.” É necessário que sejam medidos os três ângulos com o instrumento estacionado nos três vértices do triângulo. (1986, p. 4-43).

Já a interseção avante “se utiliza a resolução de um triângulo, medindo-se diretamente 2 ângulos internos deste, sendo o terceiro ângulo obtido pela subtração: $180^\circ (3200'')$ – soma dos dois ângulos medidos.” (1986, p. 4-47).

2.1.6 Materiais utilizados

De acordo com Serrano (2016), os materiais utilizados nos trabalhos topográficos se dividem em instrumentos e acessórios. Os instrumentos se referem a materiais para medir ângulos e distâncias, já os acessórios são materiais usados para balizar direções, nas marcações do terreno, no registro dos dados conhecidos e dos

medidos no terreno, nos cálculos de levantamento e nas locações gráficas. Baseado nessa divisão, os instrumentos usados nos trabalhos clássicos da topografia são:

1. Trena de aço ou de fibra de vidro de 30 m, 50 m e 100 m;
2. Altímetro;
3. Goniômetro bússola (GB);
4. Bússola (usada nos trabalhos expeditos de reconhecimento e na observação avançada de tiro);
5. Binóculo (usado para observação do tiro);
6. Lunetas monoculares e binoculares (usadas para a observação do tiro); e
7. Equipamento giroscópico para determinação do norte verdadeiro;

Os acessórios usados são:

1. Fio de prumo;
2. Fichas de aço;
3. Balizas;
4. Estacas;
5. Fichas topográficas de papel para registro das medidas; e
6. Calculadora;

Com o desenvolvimento tecnológico, novos materiais capazes de realizar levantamentos topográficos foram desenvolvidos. Serrano (2016) aborda sobre a utilização do GPS em conjunto com o telêmetro laser e conclui que pode ser realizado um levantamento de dados preciso e confiável por sua precisão em centímetros.

O AGLS é um equipamento completo e multifuncional, possui GPS interno e externo para localização própria, além de conseguir calcular sua própria posição a partir de outras duas ou três posições conhecidas. É capaz de localizar o Norte por possuir

bússola digital, seu goniômetro possibilita a leitura de ângulos e o telêmetro laser permite a leitura de distâncias. (AZIMUTH apud SPIDO, 2016).

3 INSTRUMENTOS

3.1 GONIÔMETRO-BÚSSOLA

O GB tem a função de medir ângulos horizontais e ângulo vertical com limitação de amplitude e, por característica do equipamento, os trabalhos com o GB são aceitos com precisão de até 1/500. (BRASIL, 1986, p. 3-10).

Sua luneta aumenta as imagens em cinco vezes e possui uma cruz com graduação de 5'' em 5'' para medir o que se observa nos eixos horizontal e vertical, onde a interseção é o centro óptico do GB. O GB possui movimento na vertical para medir sítios e na horizontal para medir ângulos e ler lançamentos. (BRASIL, 1986).

O GB possui dois tipos de movimentos no eixo horizontal: geral e particular. O movimento geral é utilizado para apontar ou orientar o GB, enquanto o movimento particular é utilizado para medir os ângulos e ler lançamentos. (BRASIL, 1986).

Figura 2 – Goniômetro-bússola



Fonte: VAREJÃO (2017)

Possui tripé com ajuste em cada perna que permite a utilização do GB em terreno plano e inclinado, além de três borboletas de aperto da articulação esférica. Agindo no mecanismo do tripé, o operador deve posicioná-lo mais horizontalmente possível, independentemente da inclinação do terreno, e o nivelamento preciso é feito

no mecanismo de borboletas, ao centrar a bolha de nível esférico. É importante sempre verificar se as bolhas de nível do GB estão centradas para garantir a precisão das leituras de ângulos horizontais e verticais. (BRASIL, 1986).

O GB possui uma agulha imantada para orientar o instrumento, entretanto deve-se definir sua divisão de declinação, que tem validade anual e num raio de 10 km de onde foi encontrada a Dd. Para determinar a Dd do instrumento, orienta-se o GB na estação de declinação, que possui direção conhecida, e centra-se a agulha agindo no movimento particular, a leitura feita será a Dd do instrumento utilizado. (BRASIL, 1986).

3.2 AUTOMATIC GUN LAYING SISTEM

O AGLS é um sistema de posicionamento de canhão que, dependendo de sua configuração, segundo o manual do operador, pode ser aplicado de diversas maneiras, como: observação avançada da artilharia, controladores aéreos avançados, apoio aéreo aproximado, inteligência de alvos, vigilância de fronteiras e forças especiais.

De acordo com seu manual, o sistema permite uma avaliação precisa de auto localização, quer por um GPS interno, quer por métodos de interseção. Possui, também, vários métodos para a localização precisa do norte, usando cálculos de azimute para um corpo celeste, uma bússola eletrônica incorporada, uma âncora ou alvos conhecidos, ou usando uma bússola manual. É possível, ainda, realizar busca de alvos precisa por meio da medição de alcance, cálculos de azimute e elevação. Como, também, armazenamento e gestão de alvos para direção do tiro e inteligência. Bem como regulação e direção do tiro da artilharia e colocação dos canhões na posição de tiro.

Seu sistema é composto por tripé, goniômetro, módulo Telêmetro a Laser (LRF)/Módulo de Localização do Norte Astronômico (ANFM), cartucho das baterias, antena do GPS, placa de identificação estelar com bolsa e uma mochila para o transporte. (ELBIT SYSTEMS).

Figura 3 – Sistema AGLS



Fonte: Manual do Operador do Sistema AGLS

O tripé é a base do sistema e possui ajustes nas três pernas, o que permite nivelar o AGLS independente do acidente no terreno. (ELBIT SYSTEMS).

O Goniômetro realiza movimentos horizontais e verticais, permitindo leituras e azimutes e sítios, tais leituras são apresentadas digitalmente em sua tela. É possível obter a auto localização, a localização do norte e buscar alvos utilizando seu GPS interno, bússola embutida e o LRF. (ELBIT SYSTEMS).

O Goniômetro inclui:

- Tela LCD.
- Dois cabos.
- Gatilho disparador do laser.
- Teclado numérico completo e teclas de função.
- Bússola incorporada.

- Receptor interno de GPS + conector.
- Interface mecânica.
- Três conectores de entrada/saída:
 - I. Conector de alimentação externa.
 - II. Conector do computador externo.
 - III. Conector do LRF.

Figura 4 – Goniômetro



Fonte: Manual do Operador do Sistema AGLS

O Telêmetro a Laser consegue medir distâncias entre 5 e 5000 metros e um conector transfere os dados para o Goniômetro. Possui uma ampliação de seis vezes e um campo de visão de 106'' com observação monocular. Utiliza como fonte de energia uma bateria de lítio, com capacidade de realizar até 5000 medições. (ELBIT SYSTEMS).

O módulo de Localização do Norte Astronômico (ANFM) é utilizado para apontar o sistema em direção a um corpo celeste a fim de localizar o norte. A mira fica montada de forma permanente na placa do ANFM. A placa é a interface mecânica entre o Goniômetro e o LRF e o ANFM. (ELBIT SYSTEMS).

Figura 5 – Módulo ANFM-LRF



Fonte: Manual do Operador do Sistema AGLS

O cartucho de bateria contém nove pilhas AA, podendo ser recarregáveis ou regulares e duram, de acordo com Chitolina (2017), até sete horas de operações. Há uma bateria reserva dentro do computador do sistema, o que permite guardar dados, predefinições e programação do relógio, sendo sugerida a substituição dessa bateria anualmente.

A antena do GPS é utilizada para receber sinais de satélite e enviar os dados para o receptor de GPS embutido no Goniômetro. (ELBIT SYSTEMS).

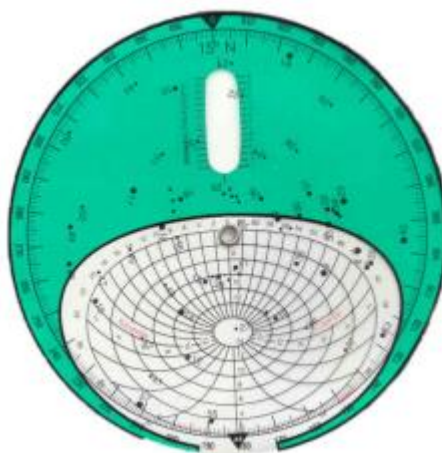
Figura 6 – Antena do GPS



Fonte: Manual do Operador do Sistema AGLS

A placa de identificação estelar ajuda a identificar um corpo celeste para localização do Norte, sendo composta por dois discos: anterior e posterior. (ELBIT SYSTEMS).

Figura 7 – Disco anterior da placa de identificação estelar



Fonte: Manual do Operador do Sistema AGLS

O sistema AGLS possui as seguintes especificações:

Tabela 1 – Informações técnicas do sistema AGLS

Faixa do Azimute	6400'' contínuos
Faixa de Elevação	+/- 400'' contínuos
Resolução da Elevação	+/- 1''
Resolução do Azimute	+/- 1''
Precisão da bússola integrada	+/- 0,5° -1 sigma
Precisão de posição do GPS	+/- 5m

Fonte: Manual do Operador do Sistema AGLS

Pode-se concluir que o AGLS apresenta uma variedade de aplicações para a Artilharia de Campanha, podendo ser utilizado nos subsistemas topografia, linha de fogo, observação e busca de alvos. Seu sistema integrado é capaz de processar os dados obtidos pelas ferramentas disponíveis e exibi-los de maneira simples.

A precisão do equipamento permite seu emprego na topografia, seu goniômetro possui a mesma capacidade de operações de um GB e pode calcular o norte por sua bússola eletrônica ou pelo ANFM.

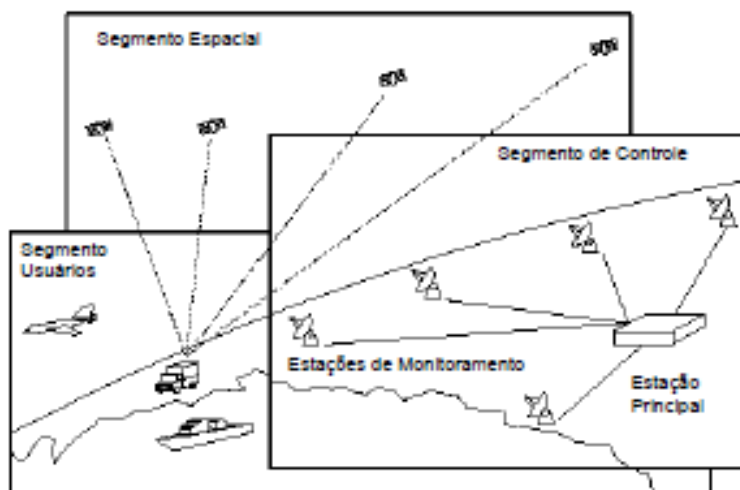
É válido ressaltar também a rapidez e precisão do telêmetro laser, além de seu GPS que possibilita, quando disponível, sua auto localização, recurso importante para uma região desconhecida.

3.3 GLOBAL POSITIONING SYSTEM

O GPS busca retratar de maneira mais exata e completa a cartografia, combinando fontes de dados governamentais e privados, entretanto há informações inexatas ou incompletas por indisponibilidade ou proibição de dados. (GARMIN, 2009, p. 18).

Segundo Silva (2002), o GPS foi desenvolvido para suprir necessidades das Forças Armadas, tornando possível o posicionamento contínuo em tempo real, a determinação da velocidade e do tempo instantaneamente, assegurando uma precisão em centímetros. Para isso, dividiu-se, então, o sistema em três segmentos: espacial, de controle e de Usuários

Figura 8 – Representação dos segmentos do sistema GPS



Fonte: SILVA (2002)

O segmento espacial possui 24 satélites distribuídos de tal forma que garante visibilidade de pelo menos quatro satélites em qualquer ponto do globo terrestre e a qualquer momento. (SILVA, 2002).

O segmento de controle é:

Composto por uma rede de cinco estações para monitoramento distribuídas ao longo da linha do equador (Havaí, Kwajalein, Ilha de Ascensão e Diego Garcia) e uma estação de controle central – MCS: *Master Control Station*, sediada em Colorado Springs, no estado de Colorado nos EUA. (SILVA, 2002)

Kwajalein, Ilha de Ascensão e Diego Garcia transmitem dados aos satélites para corrigir o sistema de tempo e determinar as órbitas dos satélites, permitindo atualizar os dados de navegação. (SILVA, 2002).

Por último, segundo Silva (2002), o segmento de usuário é todo receptor de sinais de satélites e são separados em dois grupos de uso: militar e civil. O primeiro possui privilégios quanto a precisão, sendo restrito aos donos dessa tecnologia. O EB utiliza o sistema como um usuário civil, visto que não possui tecnologia própria, onde sua precisão varia de acordo com a qualidade do receptor.

O sistema GPS pode apresentar erros, de acordo com Silva (2002), de satélites, da propagação do sinal, do receptor e da antena, da estação e do usuário. Esses erros, com exceção do erro de usuário, podem ser corrigidos no próprio aparelho ou por programa computacional. Entretanto, foi realizado um experimento de posicionamento comparando diferentes receptores, onde foram obtidas as coordenadas de um mesmo ponto por todos os receptores sob mesmas condições, alcançando o seguinte resultado:

Tabela 2 – Coordenadas obtidas

Receptor	Coordenada UTM		Diferença de posicionamento (m)		Deslocamento
	X	Y	X	Y	
IGC II	608839,220	7802679,220	0,0	0,0	0,0
GPS 45 XL	608830,279	7802680,483	-8,941	1,263	9,0298
GPS II	608850,450	7802672,644	11,23	-6,5760	13,0137
GPS III plus std	608837,011	7802678,660	-2,209	-0,56	2,2789
GPS III plus media	608836,456	7802680,445	-2,764	1,225	3,0233
GPS 12 XL ca	608839,817	7802678,642	0,597	-0,578	0,831
GPS 12 XL as	608837,566	7802678,652	-1,654	-0,564	1,7475
GPS 12 XL ca média	608839,471	7802678,202	0,2509	-1,0177	1,0482
GPS 12 XL sa média	608837,402	7802675,919	-1,8183	-3,3007	3,7684
GPS eTrex Summit	608838,687	7802680,570	-0,533	1,35	1,4514

Fonte: SILVA (2002)

A tabela anterior expressa os valores das coordenadas levantadas por cada GPS utilizado no experimento e aponta a variação de cada aparelho em relação ao ponto conhecido IGC II. Nesse experimento fica nítido a pequena variação dos receptores em

relação ao ponto IGC II, tomado como referência. A maior variação apresentada foi de 13,0137 metros e a menor variação foi inferior a um metro.

Sendo assim, fica claro a precisão dos aparelhos GPS, mesmo os receptores como usuário civil, demonstrando a eficiência do instrumento para topografia. É válido ressaltar a tolerância de variação de 20 metros nas coordenadas E e N para confecção de uma PTP e variação de 10 metros em relação aos dados do escalão superior para mudança de trama.

Portanto, o sistema GPS é capaz de realizar levantamentos topográficos satisfatórios de maneira rápida e simples, proporcionando efetividade aos trabalhos e permitindo até a confecção de uma PTP nas melhores condições.

4 ANÁLISE DE DADOS E COMPARAÇÃO

Baseando-se em toda teoria sobre os trabalhos topográficos e os instrumentos abordados neste trabalho, deve-se realizar uma análise sobre o processo de levantamento topográfico com os instrumentos apresentados, observando vantagens e desvantagens de cada um e a forma de emprego que melhor permita rapidez e precisão aos trabalhos topográficos e, conseqüentemente, à artilharia.

4.1 PROCESSO CLÁSSICO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Inicialmente, quanto ao processo clássico de levantamento topográfico, utilizando GB, fichas, trenas, balizas e todos os outros instrumentos e acessórios necessários, pode-se verificar os aspectos positivos e negativos explicitados a seguir.

É um processo independente de fatores como sinal de internet, sinal de satélite ou de uma tecnologia que pode ficar indisponível momentaneamente ou ser vedada em determinada região, requerendo apenas habilidade e conhecimento dos operadores para realização do trabalho por completo.

Única fonte de energia utilizada no processo clássico são pilhas comuns. Elas permitem o funcionamento, por grande período, de calculadoras e dispositivos de iluminação, que são afixados nas balizas apenas para trabalhos noturnos, por não demandarem muita energia.

Instrumentos e acessórios como trenas, fios de prumo, balizas, fichas topográficas e calculadora são invariáveis, ou seja, não mudam suas formas, medições ou resultados e, quando utilizados corretamente por seus operadores, não provocam erros. Entretanto, esses equipamentos estão muito suscetíveis a erros humanos, podendo ocorrer a medição de maneira imprecisa, ao se deixar de esticar corretamente a trena em decorrência de vento ou de torção do material, assim como a colocação da baliza no solo de maneira inclinada; como também numa operação com valores errados na calculadora e ainda no valor incorreto lançado na ficha topográfica. Pequenos erros somados causam uma grande imprecisão ao final do trabalho.

Outros instrumentos como GB e bússola podem apresentar, de acordo com o manual Topografia do Artilheiro (1986), interferência de massas ou campos magnéticos sobre a agulha imantada, tanto na bússola, quanto na declinação do GB. Para evitar tal interferência, é necessário adotar distâncias mínimas de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 3 – Distância para evitar interferência magnética em agulha imantada

Objetos	Distância mínima
Linhas elétricas	150 m
Linhas férreas	75 m
Peças de artilharia pesada, carros de combate ou viaturas grandes	60 m
Peças de artilharia leve, viaturas de ¼ t, fios telegráficos, etc	40 m
Arame farpado, armas portáteis, etc	10 m
Pequenos objetos feitos com aço ou ferro	5 m

Fonte: BRASIL (1986)

É importante a observância das distâncias mínimas durante a realização dos trabalhos topográficos, principalmente de armas portáteis. Visto que os militares portam fuzil ou pistola como armamento individual durante toda a execução do trabalho.

Durante operações utilizando o GB, há suscetibilidade de erros do próprio instrumento, causados por folgas mecânicas na leitura de direções. Também é comum, geralmente por falta de adestramento com o equipamento, o erro dos 100'', que é uma falha humana de leitura de direções, quando o operador confunde o valor da centena do prato azimutal, lendo um valor diferente em 100'' do valor correto.

O GB ainda precisa passar por verificações periódicas para assegurar a precisão de suas medidas, devendo ser reparados em casos insatisfatórios. O Manual de Campanha C 6-199 – TOPOGRAFIA DO ARTILHEIRO (1986) prevê as seguintes verificações:

- Verificação dos níveis: Sempre que iniciar qualquer trabalho com o GB, após nivelar o instrumento, realizar um giro horizontal completo. As bolhas deverão permanecer centradas.

- Verificação do ponto zero: Realizada para verificar se os sítios medidos estão corretos. Após nivelar o GB e registrar zero no sitômetro, o eixo ótico deverá estar na posição horizontal.
- Verificação da agulha imantada: Realizada sempre que o GB for declinado ou orientado pela Dd. Após estacionar o instrumento, alinha-se, rigorosamente, a ponta N da agulha com o respectivo índice, provoca-se oscilação da agulha com um objeto de ferro, devendo imobilizar-se na posição inicial, permanecendo exatamente alinhada.
- Verificação dos fios do retículo: Após o GB estar estacionado e nivelado de forma precisa, visa-se um ponto nítido com o cruzamento dos fios vertical e horizontal, quando realizado movimento no eixo vertical, o fio vertical, em toda sua extensão, não deverá afastar-se do ponto visado; do mesmo modo, quando realizado movimento no eixo horizontal, o fio horizontal não deverá afastar-se do ponto.
- Retificação do GB: Retificação da escala do tambor azimutal é a única permitida ao pessoal das unidades de artilharia; é realizada quando é observado que o índice de leitura do prato azimutal está em uma graduação múltipla de $100''$ e a graduação do tambor não coincide com zero. Nesse caso, deve-se afrouxar os parafusos do lado interno do tambor e girar até o zero coincidir com o índice de leitura do tambor.

O levantamento topográfico realizado pelas turmas topográficas dará origem à prancheta de tiro para os trabalhos da central de tiro. Existem três tipos de prancheta e o tempo necessário para o processo clássico de levantamento de dados para confecção é variável, porém é aproximado de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 4 – Pranchetas e tempo para levantamento clássico

Tipo de prancheta		Tempo
Prancheta de tiro sumária (PTS)	Por inspeção em carta ou foto aérea	1 hora
Prancheta de tiro emergencial (PTE)	Com levantamento dos CB	2 horas
Prancheta de tiro sumária (PTS)	Levantamento de todos os pontos	4 a 5 horas
Prancheta de tiro precisa (PTP)	Verificações	Mais de 5 horas

Fonte: BRASIL (1986)

4.2 PROCESSO ELETRÔNICO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Quanto ao processo eletrônico de levantamento topográfico, utilizando os instrumentos modernos AGLS e GPS, substituindo equipamentos utilizados no processo clássico, também é possível verificar vantagens e desvantagens.

O AGLS, por ser um equipamento multifuncional, é capaz de realizar o trabalho de alguns instrumentos clássicos, como GB, trena e bússola. Seu goniômetro é capaz de realizar o trabalho de leitura de ângulos horizontais e verticais e como os dados são apresentados digitalmente por meio da tela LCD, diminui-se a chance de erro humano na leitura do lançamento. O telêmetro laser tem a função de medir distâncias e existe uma bússola eletrônica embutida no equipamento para determinação do norte.

O GPS é capaz de se auto localizar, facilitando levantamentos de pontos necessários para concluir os trabalhos topográficos, seja levantando diretamente o ponto, seja levantando dois pontos, não havendo necessidade de um ponto visualizar outro, para servir de base para levantar um ponto na área de alvos. Como o AGLS possui seu próprio GPS ligado ao seu sistema, é capaz de levantar sua própria localização.

Unindo as ferramentas disponíveis no AGLS, é possível realizar o trabalho topográfico apenas com esse instrumento e alguns acessórios. É capaz de determinar o norte por sua bússola integrada ou ser inserido manualmente, baseando-se nos dados passados pelo escalão superior, possibilitando ler lançamento para qualquer direção. Seu

GPS fornece a própria localização e o telêmetro laser mede distâncias. Sendo assim, utilizando o processo de radiamento, ele consegue determinar coordenadas de pontos visados e medidos pelo telêmetro laser, bastando apenas ter uma superfície que sirva de anteparo para o laser.

Tanto o AGLS quanto o GPS necessitam de pilhas AA comuns para seu funcionamento e possuem elevado consumo de energia, precisando de pilhas reservas suficientes para manter a disponibilidade dos instrumentos. Necessitam também de sinais de satélite para o funcionamento do GPS e, apesar de haver satélites suficientes para que sempre seja possível a utilização do sistema em qualquer local do planeta, o Brasil não possui satélites próprios, tornando-se dependente de tecnologia exterior que pode se tornar indisponível a qualquer momento.

O telêmetro laser, que utiliza uma bateria de lítio com autonomia considerável como fonte de energia, é uma ferramenta que agrega bastante à topografia, simplificando o trabalho de medição de distância. O operador do AGLS observa o ponto que deseja medir a distância pelo monóculo e dispara o gatilho, conseqüentemente em poucos segundos o valor medido aparecerá na tela do goniômetro. De tal maneira, a interferência do erro humano é pequena, o processo é rápido e o erro de medição é pequeno, garantindo rapidez e precisão.

O erro do GPS do AGLS, apesar de ser pequeno, pode ser compensado, ao estacionar o instrumento em uma RPG, verificando a diferença de coordenadas levantadas pelo sistema com as coordenadas conhecidas. Ao levantar os pontos dos CB e dos PO (área de posição e área de conexão), a diferença encontrada originalmente é somada algebricamente às coordenadas encontradas, passando os pontos para a mesma trama topográfica. Há necessidade de utilização dos mesmos satélites durante todo trabalho. (BRASIL, 2005)

A integração do sistema, apresentando os valores de azimutes, distâncias e coordenadas na tela, com os cálculos realizados pelo próprio sistema, simplifica processos como preenchimento de fichas topográficas, diminui quantidade de pessoal e material empregados e diminui, também, a interferência humana no processo.

Segundo o manual C 6-199/1(2005), o levantamento topográfico eletrônico é capaz de fornecer os dados para confecção de uma PTP e uma PTS em até duas horas. O tempo gasto pode variar, assim como de um levantamento clássico, pois depende de material disponível, terreno e adestramento do pessoal. Quando se dispõe de equipamentos de posicionamento automatizado, não se confecciona uma PTE.

O que diferencia os dois tipos de prancheta possíveis em um levantamento eletrônico é a existência de dados já conhecidos para realizar o controle topográfico por meio de comparação das coordenadas e direções. Para confecção de uma PTP por trabalhos eletrônicos é necessário que haja esse controle topográfico, sendo tolerado variação de até 20 metros em posicionamento, até 2'' em direção e até 10 metros em altura. Quando não há elementos conhecidos, não é possível fazer a comparação, resultando na confecção de uma PTS.

4.3 COMPARAÇÃO

Inicialmente, ao comparar o GB com o AGLS, fica nítida a superioridade do instrumento mais moderno. Mesmo sendo utilizado em um levantamento topográfico clássico e realizando o mesmo trabalho do GB, sua precisão em determinar direções comparada às folgas mecânicas do GB já o torna mais indicado. Somado a isso, os recursos do AGLS reforçam sua posição superior ao GB, leituras diretas na tela eliminam o erro dos 100'' e o GPS integrado e a possibilidade de inserir coordenadas unidas ao telêmetro laser permitem o cálculo, pelo próprio instrumento, da coordenada do ponto visado. A desvantagem do AGLS é sua dependência de fonte de energia, entretanto basta um bom planejamento de pilhas reservas suficientes para o funcionamento do AGLS durante toda operação.

Como o AGLS é capaz de realizar as mesmas funções do GB, podendo ser empregado tanto em levantamentos eletrônicos, quanto em levantamentos clássicos e com maior efetividade conforme as comparações abordadas no parágrafo anterior. Ao utilizar esse equipamento na topografia, poderemos contar com dados mais precisos e com menos ocorrência de erros durante o processo.

A medição de distâncias realizada pelo telêmetro laser é extremamente vantajosa para os trabalhos topográficos por sua rapidez e precisão, é capaz de realizar grandes

medições de até 5000 metros, além de ser uma operação simples e com pequena interferência dos operadores de instrumento. Em contrapartida, o processo utilizando trena e fichas metálicas é demorado e sujeito a erros de cálculo e operação de trena. Geralmente, o operador precisa realizar medições parceladas, marcadas pelas fichas, até alcançar o objetivo, devido ao tamanho da trena utilizada. Quanto maior a distância medida por esse processo, maior a possibilidade de imprecisão do trabalho.

Para modernizar o processo de levantamento topográfico, contando com o emprego do AGLS e seu telêmetro integrado, seria necessário adaptar as balizas que são utilizadas como referência para medir os ângulos e as distâncias entre os vértices durante um caminhamento. Há necessidade de uma superfície plana na baliza, servindo de anteparo para utilização mais precisa e segura do telêmetro para fornecer as distâncias. Assim como é utilizada na estação total, equipamento com características similares de medição de ângulos e distâncias, que possui prismas topográficos como anteparo para reflexão do laser. Possibilitando grandes lanços entre os vértices, conseqüentemente seriam necessários menos vértices para concluir um caminhamento, dando celeridade ao processo.

O sistema GPS é um ótimo instrumento para a topografia, oferecendo rapidez e precisão aos trabalhos, podendo fornecer dados para confecção de uma PTP em aproximadamente duas horas, ao passo que em um levantamento clássico é despendido mais de cinco horas para a realização dos trabalhos que permitam montar o mesmo tipo de prancheta. Entretanto, é uma tecnologia estrangeira e pode ser negado o sinal dos satélites a qualquer momento ou encontrar-se indisponível em determinada região, além de depender, assim como o AGLS, de pilhas para o seu funcionamento, precisando de reposição.

O GPS é um recurso que pode ser empregado para definir a trama do GAC, enquanto ainda não recebeu os dados do escalão superior. Entretanto, por se tratar de uma tecnologia com incerteza de disponibilidade, aumenta a necessidade de unir a utilização do AGLS ao processo clássico, valendo-se das outras ferramentas do sistema, independente do sinal de GPS.

Para realizar um trabalho topográfico clássico utilizando o AGLS substituindo o GB, o telêmetro laser torna trena e fichas metálicas dispensáveis, os dados de

coordenada e direção da RPG são inseridos no sistema computadorizado do AGLS. As balizas devem ser adaptadas como já abordado anteriormente, a utilização de fichas topográficas e calculadora será reduzida, pois o próprio instrumento calcula a nova coordenada.

Partindo da RPG, utilizando os vértices planejados pelo Adjunto do S2, a turma topo obtém a medida da distância e variação angular para o vértice seguinte em poucos minutos, os valores são apresentados na tela, assim como o cálculo da nova coordenada (radiamento). Repetindo esse processo até alcançar o CB de cada bateria e os PO a serem levantados, simplificando também o processo de triangulação, normalmente utilizado para levantar topograficamente o PO. Ao obter as coordenadas do PO, ainda pelo processo de radiamento, levantam-se as coordenadas dos alvos na área de alvos, simplificando ainda o processo de interseção avante. Vale ressaltar que, além de simplificar os processos ora realizados por equipamentos sem tecnologia, reduz os erros comuns, principalmente, em maiores distâncias.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo geral analisar o emprego de equipamentos tecnológicos que satisfaçam as necessidades topográficas e suas influências causadas no subsistema Topografia da Artilharia de Campanha. Foram definidos objetivos específicos para alcançar o objetivo geral, sendo eles: verificar os recursos e possibilidades de cada equipamento abordado, avaliar os benefícios da utilização do *Automatic Gun Laying System* em comparação ao Goniômetro Bússola nos trabalhos topográficos e examinar as vantagens e desvantagens do emprego do *Global Positioning System* nos trabalhos topográficos.

Fazendo a comparação dos instrumentos, pôde-se verificar a maior efetividade dos trabalhos quando utilizado o AGLS, o qual proporciona maior precisão e rapidez ao processo, diminuindo possibilidades de erro e agilizando cálculos, reduzindo consideravelmente o tempo necessário para realizar o levantamento topográfico e fornecer dados para confecção de uma PTP.

Vale destacar a utilização do telêmetro laser, recurso disponível no AGLS, responsável também pela celeridade do trabalho topográfico, além de oferecer grande benefício quando comparado ao GB, que não possui tal recurso e depende de utilização de trena.

O *Global Positioning System* foi outro equipamento estudado e apresentou grande vantagem ao fornecer dados rapidamente com precisão considerável, sendo necessário aproximadamente duas horas para confecção de uma PTP ou uma PTS, reduzindo pela metade ou mais o tempo empregado em um processo clássico de levantamento.

Conforme abordado no trabalho, deduz-se que o AGLS pode substituir o GB em um trabalho topográfico, mesmo quando indisponível sinal de satélite para GPS, adequando o processo clássico à tecnologia disponível no instrumento, reduzindo cálculos, trabalhos e tempo gasto.

Fica evidenciado, portanto, que os instrumentos tecnológicos modernos geram, de maneira positiva, influência no subsistema Topografia, agregando rapidez e precisão

aos trabalhos topográficos confirmando a hipótese e solucionando a problemática de acompanhar o avanço tecnológico e a dinâmica da linha de fogo no combate moderno.

Baseado no resultado da pesquisa, sugere-se a atualização do Manual de Campanha C 6-199 – TOPOGRAFIA DO ARTILHEIRO de 1986, que prevê instrumentos e processos defasados ao combate moderno e suas necessidades, inserindo equipamentos modernos desenvolvidos após a confecção do mesmo.

A manutenção do processo clássico de levantamento topográfico é conveniente à doutrina da Topografia, visando a independência da tecnologia, sendo alternativa a indisponibilidade dos recursos tecnológicos e garantindo o cumprimento da missão.

Conclui-se, então, que os equipamentos possuidores de tecnologia são importantes para acompanhar o avanço tecnológico do combate, proporcionando maior rapidez e precisão quando comparados aos equipamentos clássicos. Todavia, o processo clássico de levantamento topográfico não deve ser descartado pelas turmas topográficas, mas, sim, adequado aos novos equipamentos e ferramentas disponíveis para realização dos trabalhos, a fim de garantir a conclusão dos trabalhos em casos inesperados que não permitam a utilização dos meios tecnológicos. Sendo assim, é essencial o conhecimento e adestramento contínuo das tropas em relação aos processos tecnológico e clássico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **C 6-199**: Topografia do Artilheiro. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1986.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **C 6-1**: Emprego da Artilharia de Campanha. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1997.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **C 6-199/1**: O Levantamento Topográfico Eletrônico. Brasília: EGGCF, 2005.

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. 2016. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Militares, Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 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**. 2016. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Militares, Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2016.

SERRANO, Rafael Costa. **UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ELETRÔNICOS NO LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**. 2016. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Militares, Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2016.

CHITOLINA, Luiz Felipe. **O emprego do AGLS como alternativa para realizar o levantamento topográfico necessário ao tiro de artilharia de campanha**. 2017. 19 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, Sérgio Teixeira da. **Análise comparativa entre equipamentos eletrônicos (GPS) para levantamento de dados topográficos**. 2002. 69 f. Monografia (Doutorado)

- Curso de Geoprocessamento, Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

ELBIT SYSTEMS. **Manual do Operador do Sistema AGLS**. 91 p.

GARMIN. **Manual do usuário**. 39 p. 2009.