

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

**Gabriel Patrick de Souza da Silva**

**A EFICIÊNCIA DOS MEIOS ELETRÔNICOS NO PLANO DE LEVANTAMENTO  
DE GRUPO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA**

**Resende**

**2023**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL**

**TÍTULO DO TRABALHO: A EFICIÊNCIA DOS MEIOS ELETRÔNICOS NO PLANO DE LEVANTAMENTO DE GRUPO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA.**

**AUTOR: GABRIEL PATRICK DE SOUZA DA SILVA**

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

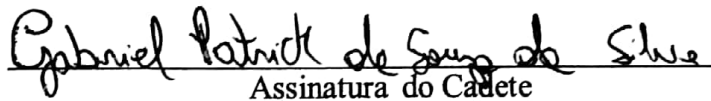
Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em periódico da Instituição ou outro veículo de comunicação do Exército.

A AMAN poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou do Diretor de Ensino da AMAN.

Resende, 8 de maio de 2023

  
Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

S586e SILVA, Gabriel Patrick de Souza da  
A eficiência dos meios eletrônicos no Plano de Levantamento de  
Grupo da Artilharia de Campanha / Gabriel Patrick de Souza da Silva –  
Resende; 2023. 37 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Nathan Alves Freitas Guimarães  
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das  
Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Meios eletrônicos. 2. PLG. 3. Artilharia de Campanha. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Mônica Izabele de Jesus CRB-7/77231

**Gabriel Patrick de Souza da Silva**

**A EFICIÊNCIA DOS MEIOS ELETRÔNICOS NO PLANO DE LEVANTAMENTO  
DE GRUPO 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: 1º Ten Nathan Alves Freitas Guimarães.

**Resende**

**2023**

**Gabriel Patrick de Souza da Silva**


**A EFICIÊNCIA DOS MEIOS ELETRÔNICOS NO PLANO DE LEVANTAMENTO  
DE GRUPO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA**

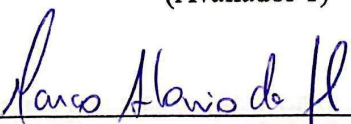
Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 15 de junho de 2023.

Banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
**1º Ten Nathan Alves Freitas Guimarães**  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**1º Ten William Netto Domingos**  
(Avaliador 1)

  
\_\_\_\_\_  
**Cel Marco Antônio da Silva**  
(Avaliador 2)

Resende  
2023

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me incentivaram e apoiaram para que eu pudesse me tornar Oficial do Exército Brasileiro.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha família, pois sem o apoio deles, eu não estaria onde estou hoje. Sou extremamente grato por todo amor, carinho, dedicação e recursos que eles me proporcionaram durante toda a minha vida, permitindo-me tornar o homem que sou hoje.

Sou muito grato também ao 1º Ten Farias que me orientou no projeto de pesquisa e ao 1º Ten Nathan por todo esforço, dedicação e abdicção em ter dado atenção ao meu trabalho, realizando todas orientações e correções necessárias para que eu pudesse finalizá-lo.

## RESUMO

### A EFICIÊNCIA DOS MEIOS ELETRÔNICOS NO PLANO DE LEVANTAMENTO DE GRUPO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA

AUTOR: Gabriel Patrick de Souza da Silva

ORIENTADOR: Nathan Alves Freitas Guimarães

A medição topográfica é largamente utilizada pela Artilharia de Campanha, a fim, principalmente de levantar as coordenadas topográficas da posição de um alvo. O emprego de meios convencionais de medição como trenas e planilhas topográficas é um desafio nos dias atuais, tendo em vista que a utilização destes meios demanda o emprego de muitos homens, bem como o tempo a ser utilizado para as medições é maior. Justifica-se o tema tendo em vista que a tecnologia utilizada atualmente permite que essas medições sejam realizadas utilizando-se sistemas como GPS, AGLS, telêmetro laser, planilhas eletrônicas, os quais produzem resultados fidedignos, além de trazerem outras vantagens como a rapidez na obtenção de dados e uma mitigação de erros. Diante disso, a relevância deste estudo, onde busca-se como objetivo geral analisar o meio convencional de confecção do Plano de Levantamento de Grupo e comparar com sua confecção utilizando meios eletrônicos, o que se faz através de um estudo bibliográfico do tipo qualitativo, concluindo-se que a utilização de meios eletrônicos no Plano de Levantamento de Grupo da Artilharia de Campanha trará benefícios à quem o confeccionar.

**Palavras-chave:** Meio eletrônicos. PLG. Artilharia de Campanha.



## **ABSTRACT**

### **THE GREATER USE OF ELECTRONIC MEANS IN THE CAMPAIGN ARTILLERY GROUP SURVEY PLAN**

**AUTHOR:** Gabriel Patrick de Souza da Silva

**ADVISOR:** Nathan Alves Freitas Guimarães

Topographic surveying is widely used by Field Artillery to determine the topographic coordinates of a target position. The use of conventional measurement tools such as tapes and topographic sheets poses challenges in modern times, as they require a large number of personnel and more time for measurements. The justification for this topic is that current technology allows these measurements to be performed using systems such as GPS, AGLS, laser rangefinders, and electronic spreadsheets, which produce accurate results and offer advantages such as faster data acquisition and error mitigation. Therefore, the relevance of this study lies in its general objective to analyze the conventional method of creating a Group Survey Plan and compare it with the use of electronic means, through a qualitative literature review. The conclusion is that the use of electronic means in the Group Survey Plan of Field Artillery will bring benefits to those who create it.

**Keywords:** Electronic media. PLG. Field Artillery.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- GPS em topografia.....	16
Figura 2 – Menu de opção própria.....	17
Figura 3 – Inserir dados.....	17
Figura 4 – Busca do norte magnético.....	18
Figura 5 – Confirmação do Norte.....	18
Figura 6 – Sistema AGLS.....	19
Figura 7 – Telêmetro laser.....	20
Figura 8 – Planilha eletrônica coordenada de alvos.....	21
Figura 9 – Goniômetro bússola em exercício militar.....	24
Figura 10 – Folga longitudinal do parafuso GB.....	25
Figura 11 – Divisão de declinação.....	26
Figura 12 – Ficha Topo 2.....	27
Figura 13 – Medição em terreno com aclave.....	28
Figura 14 – Ficha Topo 4.....	29
Figura 15 – Ficha Topo 5.....	30
Figura 16 – Cadete da AMAN utilizando AGLS.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distâncias de segurança.....	27
Tabela 2 – Comparação GB e AGLS.....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 OBJETIVOS .....	13
<b>1.1.1 Objetivo geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 MISSÃO DA TOPOGRAFIA .....	14
2.2 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL - GPS .....	14
2.3 AGLS .....	16
<b>2.3.1 Menu de opção própria</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.2 Busca do Norte</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.3 Alvos</b> .....	<b>19</b>
2.4 TELÊMETRO LASER.....	19
2.5 PLANILHAS ELETRÔNICAS .....	20
<b>3 REFERENCIAL METODOLÓGICO</b> .....	<b>22</b>
3.1 TIPOS DE PESQUISA .....	22
3.2 MÉTODOS.....	22
3.3 ALCANCE E PROCEDIMENTOS.....	23
<b>3.3.1 Alcances</b> .....	<b>23</b>
<b>3.3.2 Análise das possibilidades dos meios eletrônicos na Artilharia Brasileira</b> .....	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>37</b>
<b>ANEXO 1 – MEDIDAS ELETRÔNICAS DE DISTÂNCIA</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde as primeiras guerras na história da humanidade, como as Guerras Púnicas (264-146 a.C.), por exemplo, a Artilharia vem sendo empregada em diversos conflitos que se estendem aos dias atuais. A arma que possui o principal poder de apoio de fogo vem desempenhando fundamental papel na defesa do litoral desde época do Brasil colonial e mostrou sua importância na Guerra da Tríplice Aliança e na Segunda Guerra Mundial, onde prestou apoio de fogo à Força Expedicionária Brasileira, os quais apoiaram os Aliados na campanha da Itália.

Sua evolução nos campos de batalha se dá desde o primeiro registro datado de cerca de 400 a.C, onde as peças mais antigas foram criadas pelos gregos, quando se utilizavam de mecanismos de retenção de cordas utilizadas como poderosos arcos flecha e posteriormente obtivera a tecnologia evoluída para torção de cordas como fonte de energia, surgindo-se assim as “catapultas”, e a evolução se estende até os dias atuais com os mais modernos materiais disponíveis. Assim como é importante a evolução, o adestramento deve ser sempre aprimorado, tal como a doutrina, manuais e regulamentos pois estes norteiam toda instrução e normas da Força Terrestre.

A evolução tecnológica visa facilitar e tornar mais produtivo o trabalho do homem e, desde o século XX, isso vem em uma crescente em diversas áreas do conhecimento. Essa evolução varia para cada sociedade e há três pontos importantes para se adotar uma inovação, como: ambiente social, recursos sociais e necessidade social. Assim, quanto mais estável é uma sociedade, menos conflitos ela terá e mais fácil será para se atingir altos graus de evolução social e tecnológica (INFORNET,2020)

Com o passar dos anos, os aparelhos eletrônicos têm ganhado destaque, podendo serem vistas suas aplicações diariamente no meio acadêmico, profissional e até mesmo no cotidiano. Cada vez mais o ser humano torna-se dependente dos meios eletrônicos para trabalhar, estudar, evoluir e se comunicar.

Atualmente, tem-se aumentado a importância da utilização dos aparelhos eletrônicos na Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro pois os trabalhos topográficos tornaram-se mais rápidos e precisos. Por este ponto, é notória a constante evolução e aprimoramento por parte da Força em modernizar e aperfeiçoar os meios na área da topografia.

O subsistema da topografia faz parte de um dos 8 subsistemas prescritos no manual do Exército Brasileiro:(EB) EB70-MC.10-224 Artilharia de Campanha nas Operações (BRASIL,2019). Nos dias atuais, a topografia vem se aperfeiçoando e conta hoje em dia

com o sistema *Atlas Gun-Laying System* (AGLS), *Global Positioning System* (GPS) e Telêmetro Laser.

O Plano de Levantamento de Grupo (PLG) é um documento utilizado na topografia que contém todos os dados topográficos nível grupo, fazendo com quem o seu confeccionador consiga cumprir a missão dentro do prazo possível e forneça a melhor prancheta (mais precisa) para o tiro, dentro do prazo disponível (BRASIL,1986). Ademais, todo o planejamento, dados e passos essenciais como condições meteorológicas, reconhecimento, quadro horário do PLG, formas de levantamento, meios utilizados, padronizações e entre outros, são elaborados e expostos neste documento. Sendo assim, os meios eletrônicos são ferramentas rápidas e precisas as quais fornecem ao seu confeccionador uma maior facilidade na sua elaboração. Para realizar o levantamento eletrônico deve-se atentar para:

Para início dos trabalhos, o Adj S2 deverá receber as coordenadas precisas da RPG e a Direção de Referência Inicial (DR0). Caso não sejam fornecidas as coordenadas iniciais, o Adj S2 deverá convencioná-las, retirando-as de uma carta (escala 1/25000 ou maior), imagens de satélite ou arbitrará-las totalmente. A princípio, este ponto será utilizado como local para a instalação da estação base. (BRASIL, 2005, p. 3-6)..

Assim sendo questiona-se: quais as vantagens da confecção do Plano de Levantamento de Grupo realizado através de meios eletrônicos?

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: Introdução com objetivos geral e específico; Referencial Teórico com os tópicos: Missão de Topografia; O Sistema de Posicionamento Global; AGLS; Telêmetro laser; Planilhas eletrônicas.

O capítulo 3 diz respeito ao referencial metodológico. No capítulo 4 foram demonstrados os resultados e discussão a respeito de meios convencionais x meios eletrônicos. Por fim, as considerações finais e referências.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar o meio convencional de confecção do Plano de Levantamento de Grupo e comparar com sua confecção utilizando meios eletrônicos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analisar as especificidades do PLG;

- Verificar a possibilidades dos meios eletrônicos disponíveis para realizar o PLG;
- Verificar o uso do sistema AGLS no Exército Brasileiro;
- Descrever o sistema de GPS e Telêmetro Laser;
- Verificar o uso de planilhas eletrônicas;
- Verificar o tempo gasto no planejamento do PLG utilizando os meios convencionais;
- Verificar a precisão dos meios eletrônicos em detrimento dos meios convencionais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 MISSÃO DA TOPOGRAFIA**

A topografia surgiu como uma metodologia de medição e transformação dos elementos encontrados na superfície terrestre, tornando-se fundamental para o desenvolvimento de outras áreas do conhecimento que requerem a localização exata de objetos na terra. Para o agrimensor, a terra se transforma de um objeto esférico em um objeto plano, fazendo uma projeção de cada ponto na superfície. Nesse processo de “achatamento”, tudo o que existe na superfície pode ser descrito em termos de coordenadas X (horizontal), Y (vertical) e Z (elevação). Mas, a transformação é feita levando em consideração a circunferência da terra.

Dentre os oito subsistemas da Artilharia de campanha, a topografia é responsável pelo estabelecimento de uma trama comum que permita: concentrar o fogo; desencadear, de surpresa, tiros observados; desencadear tiros eficientes, sem observação; e transmitir dados de localização de alvos de uma para outra unidade (BRASIL, 1986).

Nos dias atuais, com a evolução da tecnologia, torna-se essencial a reformulação de todos os subsistemas da Artilharia. Tendo em vista o avançar tecnológico, as artilharias do mundo inteiro buscam um aprimoramento capaz de diminuir mais os erros e aprimorar a eficácia, principalmente pela crescente urbanização dos conflitos. Os equipamentos antigos de pouca tecnologia estão cada vez mais sendo substituídos pelos de maior efetividade (HALLWASS, 1992, p. 80).

### **2.2 O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL - GPS**

Segundo Madeira *et al.* (2015), nas últimas décadas, as atividades relacionadas ao levantamento topográfico mudaram graças ao uso de instrumentos de última geração, como o GPS. Este é um equipamento profissional de posicionamento por satélite que permite determinar a posição de um objeto ou pessoa com alta precisão.

Por esta razão, este dispositivo tornou-se um instrumento essencial para a topografia, pois aumenta consideravelmente a produtividade. Ao fornecer dados de levantamento precisos e confiáveis, a coleta de informações é realizada muito mais rapidamente do que com técnicas convencionais de levantamento, pois reduz a quantidade de equipamentos a serem utilizados, bem como a mão de obra (MADEIRA *et al.*, 2015).

De acordo com Zanotta *et al.* (2011), o GPS é um sistema que utiliza um conjunto de satélites que estão no espaço e que são agrupados em forma de constelações. As três constelações mais conhecidas são NAVSTAR (Estados Unidos), que é o lugar do GPS; GLONASS (Rússia); e GALILEO (Europa).

O GPS como instrumento topográfico é um sistema de medição tridimensional que utiliza sinais de rádio oferecidos pela constelação NAVSTAR, formada por 24 satélites artificiais que orbitam o planeta Terra em 12 horas. Isso significa que pelo menos 5 ou 8 satélites são visíveis de qualquer ponto do planeta 24 horas por dia (ZANOTTA *et al.*, 2011).

Para funcionar, este sistema de satélites é composto por vários elementos ou segmentos: espaço, controle e usuário.

Espaço: formado por satélites que enviam sinais de rádio do espaço.

Controle: formado por uma rede de estações de monitoramento localizadas em diferentes partes do mundo, que se encarregam de verificar o funcionamento dos satélites, seus elementos e as mensagens que eles enviam (ZANOTTA *et al.*, 2011).

Usuário: integrado pelos receptores que captam os sinais emitidos pelos satélites. Este é o instrumento que o topógrafo utiliza para receber e decodificar o sinal emitido, calculando as coordenadas do ponto desejado (ZANOTTA *et al.*, 2011).

Este último, é o elemento que interessa aos profissionais, pois é a equipe com a qual trabalham. O receptor GPS é composto por uma antena com pré-amplificador, que é aquele que capta os sinais, um canal de radiofrequência, um microprocessador para redução, armazenamento e processamento de dados, uma tela, entre outros. Tem basicamente três componentes: hardware, software e a componente tecnológica. O equipamento GPS é muito útil para fazer levantamentos topográficos em todos os tipos de terreno (ZANOTTA *et al.*, 2011).



Figura 1 – GPS em topografia



Fonte: Exército Brasileiro (2020)

### 2.3 AGLS

O AGLS é um sistema de pontaria que, em suas diversas configurações, pode ser utilizado em observação avançada, busca de alvos, vigilância e entre outros. (AZIMUTH TECHNOLOGIES,2010)

O sistema permite avaliação precisa de autolocalização, quer por um GPS interno ou métodos de interseção; vários métodos para localização precisa do norte: usando cálculos de azimute para um corpo celeste, uma bússola eletrônica incorporada, um alvo conhecido ou uma bússola manual; busca de alvos precisa por meio da medição de alcance, cálculos de azimute e elevação; armazenamento e gestão de alvos para direção do tiro e inteligência; regulação e direção do tiro de Artilharia; colocação dos canhões na posição de tiro (AZIMUTH TECHNOLOGIES, 2010)

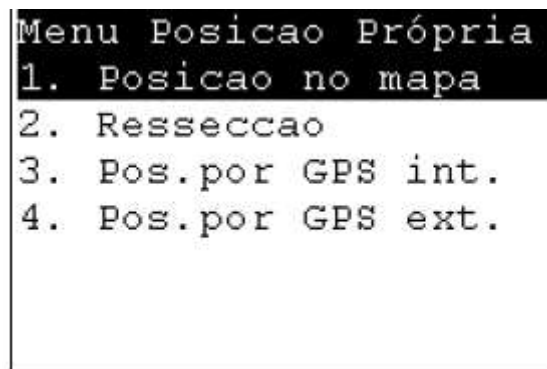
Dentro da topografia, o AGLS é bastante utilizado pois possui diversas opções que facilitam o trabalho do artilheiro, dentre estas opções podem-se destacar a posição

própria, busca do norte e alvos, as quais são logo encontradas no menu principal do instrumento.

### 2.3.1 Menu de opção própria

Este menu se baseia na autolocalização onde o operador tem a opção de inserir coordenadas manualmente, por interseção, e posição pelo GPS interno e externo.

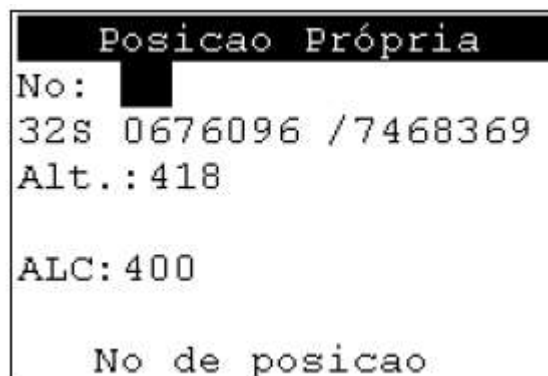
Figura 2 – Menu de opção própria



Fonte: AZIMUTH TECHNOLOGIES (2022)

Todas as opções fornecem dados precisos acerca de qualquer alvo que o operador queira inserir, recebendo de forma automática suas coordenadas. É possível que o militar salve, altere e insira novos dados para alvos adicionais.

Figura 3 – Inserir dados



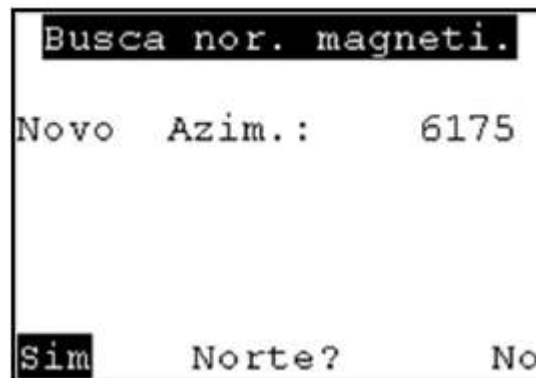
Fonte: AZIMUTH TECHNOLOGIES (2022)

### 2.3.2 Busca do Norte

Dentro da topografia há três diferentes definições de norte. O norte verdadeiro que leva em conta o eixo da terra; o norte de quadrícula que é a direção que se encontra quando o mapa é representado no papel; e o norte magnético que é a direção determinada pelo magnetismo da terra e é bastante utilizado para se orientar no espaço.

O AGLS possui em seu mecanismo a busca do norte magnético, o que fornece o azimute por uma bússola calibrada e de forma totalmente digital.

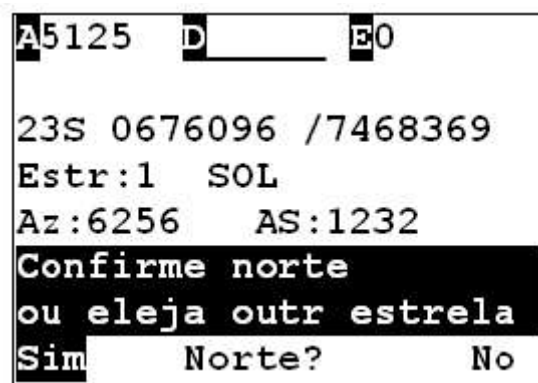
Figura 4 – Busca do norte magnético



Fonte: AZIMUTH TECHNOLOGIES (2022)

A precisão do AGLS é garantida por meio da tecnologia de calibração da bússola digital utilizada na bússola magnética incorporada no instrumento. Além disso, o norte pode ser obtido por um ponto quadriculado conhecido onde se baseia no cálculo de azimute para um determinado alvo, localização por âncora, bússola manual e utilização de astros celestes.

Figura 5 – Confirmação do Norte



Fonte: AZIMUTH TECHNOLOGIES (2022)

### 2.3.3 Alvos

A opção de alvos permite:

A gestão da base de dados dos alvos, através da inserção manual ou automática de dados. A exibição da lista de alvos, que inclui: número, descrição, hora e tipo (absoluto / relativo) (AZIMUTH TECHNOLOGIES, 2022). Essa opção apresenta um ótimo desempenho no levantamento de alvos.

Figura 6 – Sistema AGLS



Fonte: Exército Brasileiro (2020)

## 2.4 TELÊMÉTRO LASER

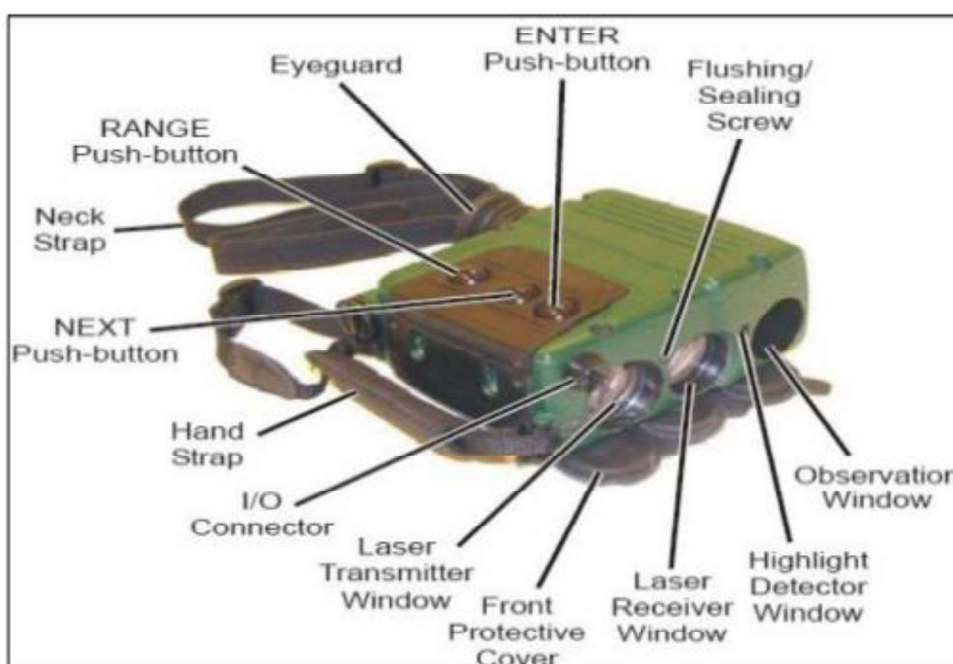
Os medidores eletrônicos de distância substituem os métodos tradicionais de medir pontos topográficos, nos quais se utilizavam trenas. O telêmetro tem uma maior precisão e é muito mais simples de se utilizar. (BRAGA, 2015)

Seu uso é simples pois após configurado, envia um feixe de laser para o objeto no qual se quer tirar a distância e mede-se o tempo tomado para este retornar para o aparelho. (BRAGA, 2015). Com a angulação vertical e o tempo de retorno do raio laser, o sistema consegue obter a distância da própria posição para o alvo.

Um telêmetro laser militar é usado, por exemplo, para determinar a distância exata de um alvo localizado além do alcance efetivo de atiradores e artilheiros. Eles têm um alcance entre 2 e 25 km e podem ser combinados com binóculos. (BRAGA, 2015).

Devido à facilidade e rapidez na obtenção de distâncias e azimutes, é bastante utilizado o telêmetro no preenchimento de fichas topográficas.

Figura 7 - Telêmetro a laser



Fonte: Telêmetro laser Fonte: ITL OPTRONICS LTD. Manual do Operador: Telêmetro a Laser "Cobra". [s.l.], 2009, p. 3.

## 2.5 PLANILHAS ELETRÔNICAS

Existem diversos *softwares* que permitem o desenvolvimento de planilhas eletrônicas, como: Excel, LotusWorks; Numbers e Calc. (HONÓRIO; ALVARENGA, 2019).

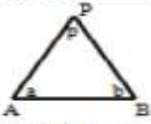
A planilha eletrônica pode ser definida como: “um tipo de software concebido para desempenhar tarefas práticas ao usuário para que este possa concretizar determinados trabalhos” (HONÓRIO; ALVARENGA, 2019, s/p.).

Conforme o que afirmou Sant’Anna (2020), durante o trabalho da topografia, utiliza-se muitos cálculos e fichas topográficas. Isso leva ao militar uma grande capacidade de raciocínio devido as operações militares serem sob estresse e muitas vezes sob privação de sono. Uma

planilha configurada fornece ao militar uma rápida execução de resultados, tendo em vista que ele apenas precisará inserir os dados na planilha.

Entretanto, é necessário que os métodos tradicionais não sejam descartados pois as planilhas devem sempre serem conferidas de forma manual devido às margens de erro e para a obtenção de um backup. Para isso, é fundamental que o artilheiro domine os métodos tradicionais para entender o funcionamento das planilhas eletrônicas.

Figura 8 – Planilha eletrônica coordenada de alvos

FICHA TOPO 5						
FICHA de TRIANGULAÇÃO e INTERSEÇÃO AVANTE P/ CALCULADORA						
CALCULOS PRELIMINARES		ESQUEMA		ESBOÇO		
Ponto A	E	Maior seguio: _____ 				
	N					
	H					
Ponto B	E					
	N					
	H					
(AB)		Usar coord. do ponto: _____				
AB	m	CALCULO das COORDENADAS do PONTO P				
Registrador		Quando b' > a		Quando a' > b'		
Estação A	x	AB	m	AB	m	
Estação B	x	Sen b		Sen a		
Estação P	=	AD Sen b		AD Sen a		
a'	'''	Sen p		Sen p		
b'	'''	AP	m	BP	m	
P'	'''	Sen (AP)°		Sen (BP)°		
Sítio → D	'''	± dE	m	± dE	m	
HI	m	EA	m	EB	m	
HS	m	EP	m	EP	m	
Erro na Triangulação		AP	m	BP	m	
a' + b' + p'	'''	Cos (AP)°		Cos (BP)°		
- 3200'' (150°)	'''	± dN	m	± dN	m	
= E	'''	NA	m	NB	m	
E/3	'''	NP	m	NP	m	
Compensação (Triangulação)		NIVELAMENTO TRIGONOMETRICO				
a	'''	Sítio de (A→P)°		Sítio de (B→P)°		
b	'''	Tg S°		Tg S°		
P	'''	AP	m	BP	m	
Calc. de (AP)		AP Tg S°		BP Tg S°		
(AB)	'''	HI	m	HI	m	
- a	'''	HS	m	HS	m	
-(AP)	'''	Correção Re e Esf		Correção Re e Esf		
Calc. de (BP)		± dH	m	± dH	m	
(BA)	'''	HA	m	HB	m	
+ b	'''	HP	m	HP	m	
-(BP)	'''					
Região:		Data:		Calculador:		
<b>OBSERVAÇÃO:</b>						
- O cálculo de valores de Sen, Cos e Tg deverão ser efetuados com os ângulos já convertidos para graus.						
Coordenada do Ponto (P): _____		E =	N =	H =		

Fonte: BRASIL (1986)

### 3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPOS DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica do tipo qualitativa.

Para Marconi e Lakatos (2003, p. 44), a pesquisa bibliográfica compreende oito fases distintas: escolha do tema; elaboração do plano de trabalho; identificação; localização; compilação; fichamento; análise e interpretação; redação.

Segundo Prodanov (2013, p. 70):

A pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Esta não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Tal pesquisa é descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

#### 3.2 MÉTODOS

Foi necessário analisar a confecção do PLG pela forma tradicional para se analisar cada fase e assim, ver a viabilidade de uso de softwares e meios eletrônicos para uma melhor confecção do PLG. Os dados foram obtidos através de uma análise comparativa.

Foi obtido o tempo de confecção utilizando a forma tradicional em todas as fases. Foi analisado o sistema de GPS para entender o seu funcionamento. Foram obtidos dados do sistema AGPS e foram verificadas as possibilidades em um PLG. Foi analisada a utilização do Telêmetro a laser na topografia brasileira. Foram analisadas as planilhas eletrônicas existentes e verificado como seria utilizado em um PLG. Por fim, foram comparados os dados obtidos, a fim de concluir os meios eletrônicos necessários, possíveis e viáveis para uma melhor confecção de PLG.

### 3.3 ALCANCE E PROCEDIMENTOS

#### **3.3.1 Alcances**

A pesquisa utilizou dados dos manuais Topografia do Artilheiro C6-199, Grupo de Artilharia de Campanha (EB70-MC-10.360), artigos científicos, além de verificar as características da Artilharia de campanha do Exército Brasileiro.

#### **3.3.2 Análise das possibilidades dos meios eletrônicos na Artilharia Brasileira**

A pesquisa verificou as capacidades dos meios eletrônicos atuais disponíveis, além dos dados levantados e analisou a eficiência, precisão, tempo e possibilidades de emprego dos meios eletrônicos na topografia de campanha do Exército Brasileiro visando uma melhor elaboração do Plano de Levantamento de Grupo.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Manual C6-199, o Plano de Levantamento de Grupo - PLG abrange três fases: estudo de situação topográfica, reconhecimento do terreno e elaboração do Plano de Levantamento de Grupo. Tais fases fornecem dados essenciais para uma melhor prancheta e o cumprimento da missão dentro do prazo (BRASIL, 1986).

Com relação à leitura de ângulos Brasil (1986, p. 3-16) afirma que:

Nos trabalhos topográficos da Artilharia lida-se, unicamente, com os ângulos horizontais medidos no sentido direto, isto é, no sentido do movimento dos ponteiros do relógio. Conforme a orientação tomada; estes ângulos poderão ser azimutes magnéticos, verdadeiros ou lançamentos, ou então, simplesmente, afastamentos angulares.

O goniómetro-bússola M2A2 é um aparelho de simples utilização, onde é utilizado em levantamentos topográficos executados com uma precisão de 1 :500 (não é usado se a precisão requerida for superior). (BRASIL, 1986, p. 3-16)

Figura 9 - Goniómetro Bússola em exercício militar

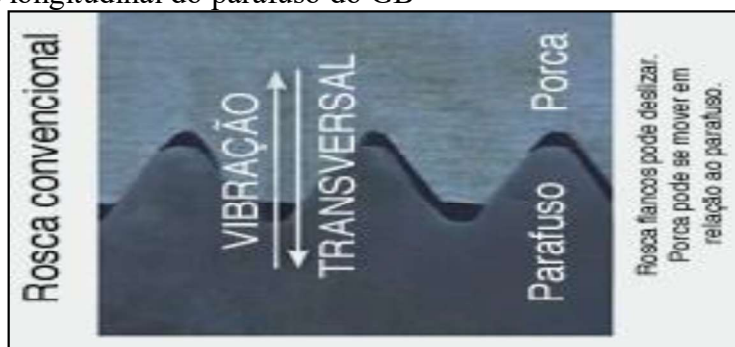


Fonte: EPEX (2018)

Segundo Manual Topografia do Artilheiro (1986, p. 3-10):

A luneta do GB aumenta 5 vezes as imagens e tem um campo ótico da ordem de  $8^\circ$  ou  $151''$ ; sua ocular poderá ser focalizada para a acuidade do operador, girando-a para a direita ou esquerda. O retículo do GB [...], um fio vertical e um horizontal, no cruzamento dos quais acha-se materializado o eixo ótico do instrumento; os dois fios são graduados de  $5''$  em  $5''$  [...]. A graduação vertical, nos modelos GB cuja luneta não dispõe de sitômetro, constitui o único meio para medir ângulos verticais. Para os trabalhos a noite, o GB é equipado com um dispositivo de iluminação do retículo e das escalas azimutal e vertical.

Figura 10 – Folga longitudinal do parafuso do GB



Fonte: HUCK (2015)

Com relação à correção do ponto zero ( $C_0$ ), Brasil (1986, p. 6-22) afirma:

Para medir ângulos de sítio com exatidão, é necessário que, uma vez nivelado e instrumento e registrado zero no sitômetro, o eixo ótico do GB esteja na posição horizontal. Quando isso não acontece, diz-se que o instrumento apresenta um “erro do ponto zero” sendo, portanto necessário inserir ao valor medido uma correção chamada de “correção do ponto zero” ( $C_0$ ).

Diante disso, tem-se que a utilização de material mecânico, os quais possuem folgas nas partes móveis, ocasiona imprecisão, desta forma, cabe ao operador, ao efetivar a leitura, somar a  $C_0$  ao sítio que foi lido.

Outro fator que exige atenção na utilização do GB refere-se à distância de segurança, as quais devem ser respeitadas a fim de que interferências de massas ou campos magnéticos não atinjam a agulha imantada. A Tabela 1 demonstra as distâncias de segurança.

Tabela 1 – Distâncias de segurança

OBJETOS	DISTÂNCIA DO GB
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 (lapiseiras, aros de óculos ou de lentes de aumento, etc	5 m

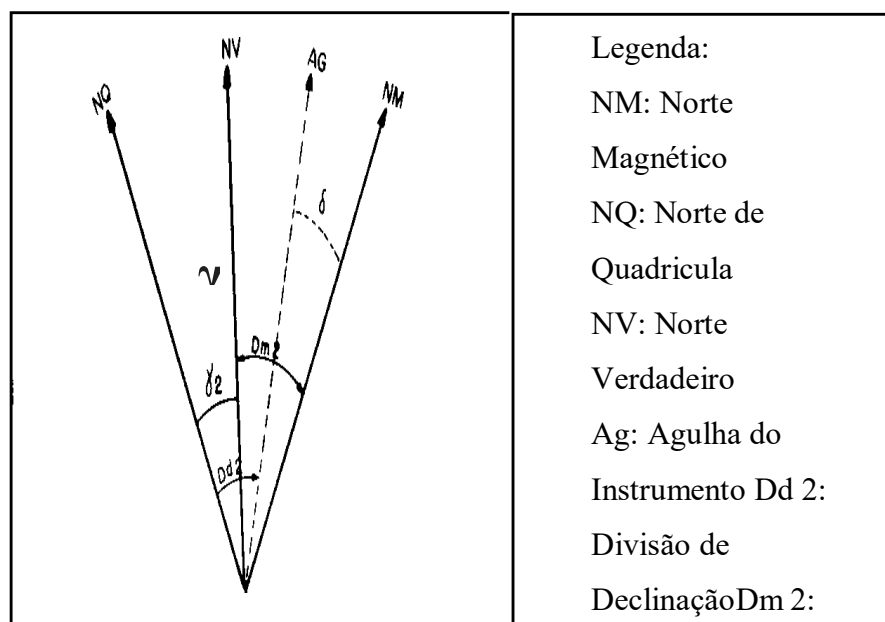
Fonte: BRASIL (1986)

No que diz respeito à divisão de declinação  $Dd$ , a mesma refere-se ao ponto para onde a agulha magnética do GB aponta, podendo a mesma não ser necessariamente o Norte Magnético.

Por defeito de construção, a leitura feita no instrumento nem sempre corresponde a uma visada rigorosamente paralela à direção tomada pela agulha imantada; assim o valor da  $Dd$  é, em cada aparelho e num dado lugar, função da Declinação Magnética ( $Dm$ ) e de uma correção, positiva ou negativa, peculiar ao instrumento (BRASIL, 1986, p. 3-25).

Essa correção tem relação com o valor da Constante de Declinação ( $\delta$ ), o qual diz respeito a um erro devido ao fato da direção da agulha não coincidir com o NM.

Figura 11 – Divisão de declinação



Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2023)

A ficha Topo 2 é empregada com a finalidade de declinar o GB, fornecendo, através deste cálculo, o valor da Dd do instrumento, bem como de sua CØ. A ficha é preenchida pelo militar, possuindo diversos campos, o mesmo poderá utilizar dos meios eletrônicos para agilizar seu preenchimento, atentando-se à zona de validade e se houver tempo, deve-se realizar a conferência feita pelo método convencional para que se aumente a precisão do trabalho.

Figura 12 – Ficha Topo 2

FICHA TOPO 2									
FICHA DE DECLINAÇÃO DO GONIOMETRO-BÚSSOLA P/ CALCULADORA									
GBNr:		Data:		Estação de Declinação:			Operador:		
CÁLCULO da Dd					CÁLCULO da CØ			CÁLCULO da CONVERGÊNCIA MERIDIANA ( $\gamma$ ) (3)	
PONTOS VISADOS					Sítio A			$\lambda$	
1° Az M					+ Sítio B		-	$\lambda_0$	
2° Az M					= Soma		=	Dif	
3° Az M					: 2		x	Sen $\varphi$	
4° Az M					= - CØ		=	$\gamma^\circ$	
5° Az M					CØ		:	0,05625	
LANÇAMENTOS CONHECIDOS							=	$\gamma'''$	
(-) MÉDIA dos Az M					CÁLCULO da CONSTANTE de DECLINAÇÃO ( $\delta$ )			Esboço	
= DIFERENÇA entre L e Az M					+ 6400'''				
MÉDIA das DIF + 6400''' = Dd					+ Dm (1) (2)				
					+ $\gamma$ (1)				
					= $\Sigma$				
					Dd				
					- $\Sigma$				
					= $\delta$				
OBSERVAÇÕES									
(1) Considerar os Sinais de Dm e $\gamma$ .									
(2) Tirar da carta da região ou do mapaisogônico									
(3) Tirar da carta da região os valores aproximados da Latitude ( $\varphi$ ) e da Longitude ( $\lambda$ ) ou, se constar, diretamente o valor de $\gamma^\circ$ .									

Fonte: BRASIL (1986)

Com relação à determinação de distâncias, a mesma fornece dados precisos para os elementos de tiro para as baterias, convencionalmente utilizam-se as trenas para tais medições.

A utilização da trena se dá da seguinte forma:

A turma da trena compreende dois homens: o operador de vante e operador de ré. O operador de ré permanece na estação a ré, com a trena enrolada. O operador de vante desloca-se sobre o trecho a medir, segurando a extremidade da trena. [...] Quando a trena estiver prestes a desenrolar-se completamente, o operador de ré comanda: “Alto”. O operador de vante vira-se e alinha a trena, segurando as indicações do operador de ré; ao comando de “Esticar”, estica-a, dando-lhe uma tensão. O operador de ré ajusta a extremidade da trena ao

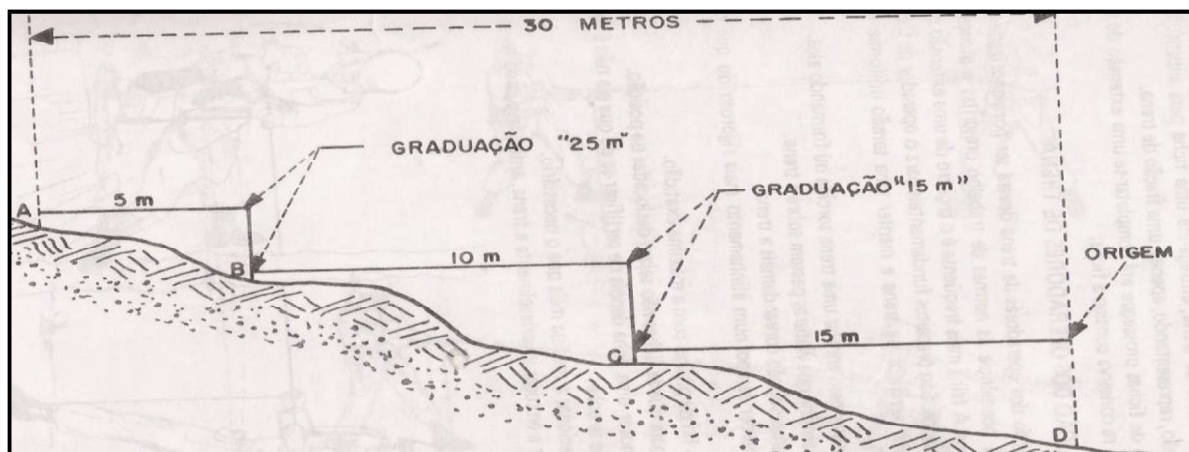
ponto de partida e comanda “Ficha”, o operador de vante enterra uma ficha junto á graduação zero, anunciando “Pronto”. Ambos prosseguem [...] para a próxima (BRASIL, 1986, p. 3-3).

A tecnologia utilizada na trena embora seja eficiente nos dias atuais, é uma tecnologia já ultrapassada, assim sendo, a medição poderá ser comprometida devido ao trabalho repetitivo e minucioso, tendo em vista que é necessário uma maior atenção por parte do operador pois há maior chance de erro por ocasião dos cálculos manuais. Outro fator que influencia na medição por trena é a grande quantidade de tempo dispendida em tal tarefa.

Terrenos irregulares são problema para a trenada, assim, o tempo demandado para a execução da medição é maior, tendo em vista que os aclives e declives exigem diferentes procedimentos de medição.

A figura 13 demonstra a dificuldade de medição em um terreno com aclive.

Figura 13 – Medição em terreno com aclive



Fonte: BRASIL (1986)

É o próprio manual C6-199 que relata os erros que podem ocorrer neste tipo de medição:

a) erros sistemáticos - são erros cometidos no mesmo sentido. Devido aos erros sistemáticos, as distâncias medidas com a trena poderão diferir, para mais ou para menos, das distâncias verdadeiras; as principais causas dos erros sistemáticos são:

- imperfeição no alinhamento da trena;
- tensão insuficiente da trena;
- ondulação da trena devido ao uso.

b) erros acidentais – são erros poderão ser cometidos num e noutro sentido. Nas medidas com a trena, o principal erro acidental é devido às pequenas variações nas marcações feitas com o fio de prumo e, por isto, os operadores da trena deverão ter, sempre, o máximo de cuidado ao usá-lo;



muita atenção, pois, caso ocorra algum tipo de erro ensejará em um efeito cascata, com o acúmulo de erros. Além disso, o emprego de pessoal para a realização da tarefa é muito grande, o que é também uma desvantagem na utilização de tal procedimento.

Para determinar a área de alvos, é utilizada a ficha Topo 5, a qual incorre no mesmo problema da ficha Topo 4, ou seja, qualquer erro ensejará em efeito cascata com acúmulo de erros, bem como a utilização de muitas pessoas para a realização da tarefa.

Figura 15 – Ficha Topo 5

FICHA TOPO 5					
FICHA DE TRIANGULAÇÃO E INTERSECÇÃO AVANTE PARA CALCULADORA					
CÁLCULOS PRELIMINARES			ESQUEMA		ESBOÇO
PONTO A	E				
	N				
	H				
PONTO B	E				
	N				
	H				
(AB)					
AB					
Registrador			CÁLCULOS DAS COORDENADAS DO PONTO P		
Estação A			AB		AB
Estação B			X Sen b		X Sen a
Estação P			= AB. Sen b		= AB. Sen a
a'			: Sen p		: Sen p
b'			= AP		= BP
p'			X Sen (AP) <sup>2</sup>		X Sen (BP) <sup>2</sup>
Sítio A -> P			= ± dE		= ± dE
Sítio B -> P					
HI			+ EA		+ EB
HS			= EP		= EP
Erro na triangulação			AP		BP
a' + b' + p'			X Cos (AP) <sup>2</sup>		X Cos (BP) <sup>2</sup>
-3200 (180°)			= ± dN		= ± dN
= E			+ NA		+ NB
E/3			= NP		= NP
Compensação			NIVELAMENTO TRIGONOMETRICO		
a			Sítio de (A -> P) <sup>2</sup>		Sítio de (B -> P) <sup>2</sup>
b			Tg S°		Tg S°
p			X AP		X BP
Cálc de (AP)			= AP. Tg S°		= BP. Tg S°
(AB)			+ HI		+ HI
-a			- HS		- HS
= (AP)			+ Correção Re e Esf		+ Correção Re e Esf
Cálc de (BP)			= ± dH		= ± dH
(BA)			+ HA		+ HB
+ b			= HP		= HP
= (BP)					
Região:			Data:		Calculador:
PONTO PROCURADO: (                      -                      -                      )					

Fonte: BRASIL (1986)

Tendo como base a literatura pesquisada, nota-se claramente que as vantagens na utilização de meios eletrônicos no PLG de Artilharia de Campanha é maior do que a utilização de meios convencionais.

Dentre essas vantagens estão: utilização de um menor número de pessoal para execução das medições; menor tempo gasto nas medições; maior precisão nas medições; menor probabilidade de erros.

Em junho de 2021, foi realizado um experimento com 76 alunos da Escola de Sargento das Armas (EsSA) com a finalidade de mensurar e comparar o tempo de resolução da Ficha Topo 5 utilizando os métodos convencionais e os métodos eletrônicos. Para isso, foram fornecidos os dados das coordenadas de um ponto para a execução da ficha. O problema se baseava na resolução da ficha utilizando o método de interseção avante. (BERNARDES,2021).

Interseção avante: É o processo de levantamento topográfico no qual se utiliza a resolução de um triângulo, medindo-se diretamente 2 ângulos internos deste (estacionando-se em 2 vértices conhecidos), sendo o 3º ângulo obtido pela subtração:  $180^\circ (3200'''' - \text{soma dos outros 2 ângulos medidos})$ . (BRASIL, 1986, p. 4-47).

Neste experimento, constatou-se que o tempo de resolução utilizando o papel tradicional teve uma média de 18 minutos e 34 segundos e utilizando a ficha eletrônica teve o tempo médio de 3 minutos e 18 segundos. Além disso, 43 alunos acertaram na confecção e em contrapartida todos os militares acertaram no preenchimento da ficha utilizando os meios eletrônicos. Por fim, 42 alunos obtiveram dificuldades na resolução da ficha topográfica 5 utilizando o papel e apenas 3 alunos obtiveram utilizando os meios eletrônicos. No entanto, é importante ressaltar que os militares envolvidos nesta pesquisa estavam em fase de formação acadêmica. Durante esse período, os militares estão em processo de aprendizado e constante aprimoramento técnico-profissional, o que pode ter impacto significativo no resultado da pesquisa.

Assim sendo, conclui-se que a utilização de meios eletrônicos para medições é extremamente útil para o Exército Brasileiro, principalmente no que diz respeito à precisão e menor probabilidade de erros nas medições.

Em abril de 2023, foi realizado pelo o autor um experimento no campo de instrução na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) visando a comparação do levantamento topográfico utilizando o GB e o AGLS. Após o experimento foram referenciadas as seguintes comparações:



Tabela 2 – Comparação GB e AGLS

GB	AGLS
Caso o instrumento apresente folgas, é mais provável que o operador cometa erros ao fazer a leitura do índice de centenas do prato azimutal.	O dispositivo não possui folgas, o que aumenta a precisão e mitiga as probabilidades do operador cometer erros.
O instrumento não apresenta uma opção de orientação automática.	Por meio da bússola/agulha digital, a orientação automática do AGLS chega a uma precisão de +/- 0,5º (AZIMUTH, 2012, p. 2-13)
Não é capaz de obter medições de distâncias de forma automática.	Possui telêmetro laser que permite a leitura de distâncias. É acionado a partir de um gatilho junto ao goniômetro, onde deve estar conectado (AZIMUTH, 2012, p. 2-6).
Depende de outras referências topográficas para obtenção da posição própria.	Por meio do sistema GPS, o AGLS consegue determinar a própria posição. (AZIMUTH, 2012, p. 2-13)
O seu peso é cerca de 10 quilogramas e seu corpo e tripé são transportados separadamente.	O peso médio é de 13,5kg e é transportado em uma mochila.
O instrumento não depende de pilhas ou baterias para funcionar.	O funcionamento é a base de baterias. O tempo de duração das baterias recarregáveis é de mais de 10 horas e pode-se utilizar baterias comerciais, substituindo-as sempre que necessário. (AZIMUTH, 2012, p. 2-6)

Embora o GB ainda seja utilizado nos dias atuais, o AGLS possui um nível maior de precisão e eficiência, fazendo com que o operador tenha mais confiança na realização do trabalho. Portanto, o militar ao confeccionar o PLG é preferível que utilize os meios eletrônicos para realizar a confecção de forma satisfatória e no menor tempo possível.

Sendo assim, por mais que a AGLS possua alguns aspectos negativos no que tange à instalação ou fragilidade do equipamento, ele possui diversas opções que facilitam o trabalho topográfico e o GPS integrado ao AGLS fornecem ao operador coordenadas de forma precisa e rápida.

Figura 16 – Cadete da AMAN utilizando o AGLS



Fonte: ELABORADO PELO AUTOR (2023)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Exército Brasileiro tem na Artilharia de Campanha o ponto chave para o sucesso de qualquer missão. Assim sendo, para que a precisão de tiro seja alcançada as medições topográficas são necessárias.

No campo da topografia, é imprescindível a utilização de equipamentos para realizar qualquer tipo de levantamento topográfico, desta forma será garantida a eficácia e eficiência, segurança da informação, distância e localização exata em que um tiro deve ser disparado.

Se compararmos os equipamentos de medição tradicionais com os novos métodos, os quais dispõem de novas tecnologias, sem dúvida os benefícios que os meios eletrônicos trouxeram para a área de campo podem ser evidenciados como: alta precisão, automação na captura de dados, rapidez, gestão da informação; demanda menor número de homens envolvidos.

Em resumo, os meios eletrônicos podem oferecer uma série de vantagens no Plano de Levantamento do Grupo, incluindo eficiência, rapidez e precisão na obtenção de dados. Esses benefícios podem levar a uma transmissão mais confiável da missão e uma maior capacidade de cumprir os objetivos estabelecidos. Entretanto, é fundamental que os militares possuam pleno domínio tanto das ferramentas eletrônicas quanto dos conhecimentos convencionais para obterem os melhores resultados possíveis

Assim sendo, conclui-se que, para o Exército Brasileiro, no que diz respeito à Artilharia de Campanha, a utilização de meios eletrônicos para a realização de medições topográficas é altamente eficaz, sendo essa a que proporciona maiores vantagens para o trabalho a ser executado.

## REFERÊNCIAS

AZIMUTH TECHNOLOGIES. **Manual de operação do sistema AGLS**. 2010.

AZIMUTH Technologies Ltd. **Sistema AGLS: Manual do Operador**. Azimuth Technologies Ltd., 2012.

BRASIL. **Grupo de Artilharia de Campanha (EB70-MC-10.360)**. Brasília: Exército Brasileiro, 2021.

BRASIL. **Topografia do artilheiro (C6-199)**. Brasília: Exército Brasileiro, 1986.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Dia da Artilharia**. Disponível em: <[www.eb.mil.br/documents/16541/8639431/AL+Artilharia.pdf/6b8a44ab-71c1-c70d-0499-ec4c114a2f99](http://www.eb.mil.br/documents/16541/8639431/AL+Artilharia.pdf/6b8a44ab-71c1-c70d-0499-ec4c114a2f99)>. Acesso em: 05 jul. 2022.

INFORNET. **A importância da tecnologia no nosso cotidiano**. Disponível em: <<https://www.infor.net.com.br/blog/a-importancia-da-tecnologia-no-nosso-cotidiano/>>. Acesso em: 05 jul. 2022

HALLWASS, A. A modernização do sistema de artilharia de campanha. **Militar Review**, Kansas, vol. 72, n.1, pp. 76-82, jan./mar. De 1992.

LACERDA, P. H. B.; SAIVAN, E. J. **Introdução ao Estudo de História Militar Geral**. Resende: AMAN, 2015.

SAN'TANNA, R. S. **Avaliação do uso de planilhas eletrônicas na topografia da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro como alternativa às fichas de papel convencionais**. Monografia - Curso de Ciências Militares, AMAN, Resende, 2020

SILVA, S. T. **Geoprocessamento: Análise comparativa entre equipamentos eletrônicos (GPS) para levantamento de dados topográficos**. 2002. 69 p. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

TOPOGRAFIAA3. **Topografia por GPS**. Disponível em: <[Topografia por GPS Levantamento topográfico por GPS Serviços topográficos \(a3topografia.com.br\)](http://Topografia por GPS Levantamento topográfico por GPS Serviços topográficos (a3topografia.com.br))>. Acesso em 30 out. 2022.

HONÓRIO, Hugo Luiz Gonzaga; ALVARENGA, Marinalva Passamai. **Uma proposta para a utilização de planilhas eletrônicas em problemas de sistemas de equações lineares**. Acesso em: 10 set. 2022.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; FAGGION, Pedro Luis. **Fundamentos de topografia: Engenharia Cartográfica e de Agrimensura** Universidade Federal do Paraná. [curitiba]: Cartográfica, 2012

BERNARDES, R. N. **O emprego das planilhas eletrônicas no levantamento das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha.** Monografia – Curso de Ciências Militares, ECEME, Rio de Janeiro, 2021

ITL OPTRONICS LTD. **Manual do Operador:** Telêmetro a Laser "Cobra". [s.l], 2009  
ZANOTTA, D. C.; CAPPELLETTO, E.; MATSUOKA, M. T. **O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de física.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 2, p. 2313, 2011. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/S1806-11172011000200014>>. Acesso em: 26 nov 2022.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

BRAGA, Adriano Binotto. **MEIOS ELETRÔNICOS NO GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA: estudo quanto à precisão e à rapidez na obtenção de dados topográficos.** 2015. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Artilharia, Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2015.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **CI 6-199/1: O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO ELETRÔNICO.** Brasília: EGGCF, 2005.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2.ed: Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

**ANEXO****ANEXO 1 – MEDIDAS ELETRÔNICAS DE DISTÂNCIA**

Fonte: EJMINAS (2023)