

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO**  
**ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Maj Art RENAN DO NASCIMENTO **BERNARDES**

**O emprego das planilhas eletrônicas no levantamento  
das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha**



Rio de Janeiro  
2021

Maj Art RENAN DO NASCIMENTO **BERNARDES**

## **O emprego das planilhas eletrônicas no levantamento das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Orientador: Ten Cel Sérgio Munck

Rio de Janeiro  
2021

B522e Bernardes, Renan do Nascimento

O emprego das planilhas eletrônicas no levantamento das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha./ Renan do Nascimento Bernardes —2021.

36 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Sérgio Munck

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares)—Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.

Bibliografia: f. 33 - 34

1. PLANILHA ELETRÔNICA 2. TOPOGRAFIA 3. ARTILHARIA I. Título.

CDD 355.6

Maj Art RENAN DO NASCIMENTO **BERNARDES**

## **O emprego das planilhas eletrônicas no levantamento das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2021.

### COMISSÃO AVALIADORA

---

Sérgio Munck - Ten Cel - Presidente  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Felipe Araújo Barros - Ten Cel – Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

---

Jairo Luiz Fremdling Farias Júnior – Maj - Membro  
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, TC Munck, pelas orientações transmitidas e por suas pertinentes observações, essenciais ao aprimoramento deste trabalho de pesquisa.

Aos prestimosos colaboradores deste trabalho de pesquisa, por sua voluntária contribuição, em especial à Escola de Sargento das Armas na pessoa do 1º Ten Almeida do Curso de Artilharia.

À minha família, pela força que me sustenta e compreensão por minha constante ausência, o que me permite prosseguir me dedicando ao serviço da Pátria.

## RESUMO

### **O emprego das planilhas eletrônicas no levantamento das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha**

AUTOR: Renan do Nascimento Bernardes

ORIENTADOR: Sergio Munck

A utilização de *Tablets* e *Smartphones*, com seus aplicativos e programas, é uma realidade nos dias atuais. Eles abrangem uma gama tão grande de possibilidades que são vastamente utilizados pelos cidadãos, tanto no campo acadêmico, como no profissional, ou até mesmo nas tarefas do cotidiano. Para todos esses fins, destaca-se o crescente uso das planilhas eletrônicas. No entanto, todo esse potencial ainda é, doutrinariamente, pouco explorado pela Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro, especialmente no subsistema de topografia. O presente trabalho buscou analisar qualitativa e quantitativamente o uso de planilhas eletrônicas para o preenchimento da Ficha de Cálculo dos Triângulos Planos, mais conhecida como “Ficha Topo 5”, utilizada nos processos de interseção avante e triangulação. Para isso, realizou-se uma pesquisa que contou com a participação voluntária dos Alunos do Curso de Artilharia da Escola de Sargento das Armas no ano de 2021. Comparando o desempenho dos Alunos ao utilizarem planilhas eletrônicas com o desempenho de quando utilizaram as fichas de papel convencionais, foi constatado que a planilha eletrônica se mostrou mais eficiente nos três aspectos analisados: tempo de resolução, dificuldade ao utilizar a ficha e porcentagem de acerto. Os dispositivos digitais estão tão presentes na sociedade atual que foi criada a expressão “alfabetização digital” para se referir ao processo de se tornar capaz no que tange o meio digital. Essa concepção evidencia o quão essencial se tornou o uso de dispositivos digitais nos dias de hoje e indica a possibilidade de utilizá-los em campanha. Aliado a isso, no contexto atual de operações, é precípua a realização de fogos de artilharia com maior rapidez e precisão. Exposto isso, fica evidente a necessidade de integrar adequadamente essa tecnologia à doutrina do Exército Brasileiro, a fim de propiciar o efetivo uso de estratégias inovadoras com a inclusão dos aparelhos digitais.

**Palavras-chave:** planilha eletrônica, topografia, artilharia.

## ABSTRACT

### The use of electronic spreadsheets in the survey of target coordinates for Campaign Artillery

AUTHOR: Renan do Nascimento Bernardes

ADVISOR: Sergio Munck

The use of Tablets and Smartphones, with their applications and programs is a reality nowadays. They cover such a wide range of possibilities, which are widely used by citizens, both in the academic and professional fields, or even in everyday tasks. For all these purposes, the increasing use of electronic spreadsheets stands out. However, all this potential is still, doctrinally, little explored by the Brazilian Army Field Artillery, especially in the topography subsystem. The present work sought to analyze qualitatively and quantitatively the use of electronic spreadsheets to fill in the Flat Triangles Calculation Form, better known as "Topo 5 Form", used in the forward and triangulation intersection processes. For this, a research was carried out with the voluntary participation of Students of the Artillery Course of Sergeant's School in 2021. Comparing the performance of the Students when using electronic spreadsheets with the performance of when they used conventional paper cards, it was found that the spreadsheet proved to be more efficient in the three aspects analyzed: resolution time, difficulty when using the form and percentage of correct answers. Digital devices are so present in today's society that the expression "digital literacy" was created to refer to the process of becoming capable in what concerns the digital medium. This concept shows how essential the use of digital devices has become today and indicates the possibility of using them in a campaign. In addition, in the current context of operations, it is essential to carry out artillery fires more quickly and accurately. Having said that, the need to adequately integrate this technology into the doctrine of the Brazilian Army, in order to provide the effective use of innovative strategies with the inclusion of digital devices.

**Keywords:** *spreadsheet, topography, artillery.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interseção Avante .....	17
Figura 2 – Ficha TOPO 5 .....	18
Figura 3 – GPS.....	20
Figura 4 – Telêmetro Laser .....	21
Figura 5 – AGLS.....	23
Figura 6 – Aplicação da Pesquisa .....	30



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados do problema topográfico .....	25
Tabela 2 – Limites das coordenadas.....	26
Tabela 3 – Resultados da Pesquisa.....	27

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Alvo Auxiliar
AGLS	<i>Atlas Gun – Laying System</i>
AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
CI	Caderno de Instrução
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i>
E	Leste
EO	Estação de Orientação
GB	Goniômetro Bússola
GPS	<i>Global Positioning System</i>
LRF	<i>Laser Range Finder</i>
N	Norte
SGT	Sargento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO</b> .....	14
2.1 A DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS COM AUXÍLIO DA FICHA TOPO 5.	15
2.2 A DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS COM AUXÍLIO DOS MEIOS ELETRÔNICOS.....	19
2.2.1 <i>Global Positioning System (GPS)</i> .....	19
2.2.2 <i>Laser Range Finder (LRF) - Telêmetro Laser</i> .....	21
2.2.3 <i>Atlas Gun - Laying System(AGLS)</i> .....	22
<b>3 PLANILHAS ELETRÔNICAS</b> .....	24
<b>4 REFERENCIAL METODOLÓGICO</b> .....	25
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	25
4.2 MÉTODOS .....	25
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	26
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	27
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	31
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICE A – FICHA TOPO 5.....	35

## 1 INTRODUÇÃO

Para a execução do apoio de fogo a Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro subdivide-se em diversos sistemas, dentre eles a topografia. O trabalho topográfico na Artilharia tem por finalidade o estabelecimento de uma trama comum que permita: concentrar o fogo; desencadear, de surpresa, tiros observados; desencadear tiros eficientes, sem observação; transmitir dados de locação de alvos de uma para outra Unidade. (BRASIL, 1986)

Para atingir os objetivos nos trabalhos topográficos citados no manual C 6-199 de 1986 e em concordância com as evoluções tecnológicas, foi desenvolvido em caráter experimental no ano de 2005 o Caderno de Instrução C 6-199/1. Este documento versa sobre o levantamento topográfico eletrônico, o qual prevê a utilização de equipamentos como o GPS, DGPS, Giroscópio e o Telêmetro Lazer.

A constante evolução característica da Era do Conhecimento obriga, entretanto, a uma permanente transformação dos procedimentos previstos na doutrina. Novas tecnologias, novas formas de combater e novas condicionantes operacionais impõem novas mudanças, demandando, assim, novas capacidades.

Nesse contexto, tem se observado o aumento exponencial de aparelhos digitais móveis no seio da sociedade, como *Smartphones* e *Tablets*, vastamente utilizados no campo profissional e nas tarefas do cotidiano. Esses dispositivos, através do uso de planilhas eletrônicas, têm sido explorados por iniciativas isoladas e de forma empírica para o levantamento topográfico da Artilharia, provocando a dispersão dos esforços necessários a sua efetiva implementação, não obstante poucos ganhos doutrinários para Força Terrestre.

Essas planilhas eletrônicas não encontram amparo de utilização no CI 6-199/1 de 2005. Dentre as suas possibilidades de uso está a substituição do preenchimento de fichas de papel, destinadas, entre outros, a levantamentos de coordenadas de pontos no terreno, como alvos inimigos, através de processos topográficos como a Interseção Avante. Cabe ressaltar, que esse processo é utilizado desde que não se disponha de meios eletrônicos para essa finalidade.

O emprego de equipamentos dotados de sistemas inerciais de busca de direção, telêmetros *laser* e equipamentos de posicionamento por satélites são imprescindíveis para o fornecimento de dados topográficos oportunos e confiáveis (BRASIL, 2020). Entretanto, em atividades de instrução, adestramento ou campanha

nem sempre poderá se contar com a disponibilidade desses equipamentos eletrônicos. Assim, de forma acertada, a instrução de topografia permanece com o ensino do levantamento de alvos em uma de suas formas tradicionais, sendo ela o processo de Interseção Avante com o preenchimento da Ficha Topo 5.

Por sua vez, o preenchimento dessas fichas topográficas tem se demonstrado demorado e pouco trivial, haja vista o processo envolver uma série de cálculos, incluindo operações trigonométricas. Dessa forma, ainda que o calculador disponha de uma calculadora científica, trata-se de um processo que demanda bastante tempo (SANT'ANNA, 2020).

Assim, este trabalho justifica-se, pois a resolução de problemas topográficos utilizando-se fichas eletrônicas tem potencial para aumentar a precisão e a celeridade dos processos topográficos, fatores fundamentais no contexto de operações nos dias de hoje. Logo, seria possível diminuir a defasagem existente entre a evolução tecnológica e a evolução doutrinária, através da adoção de um método que melhor se adapte às atuais conjunturas do combate.

Nesse contexto, foi formulado o seguinte problema: em que medida a execução da Interseção Avante utilizando a planilha eletrônica, em substituição da ficha de papel TOPO 5, tornaria o levantamento das coordenadas de alvos mais eficiente?

A resposta a essa pergunta poderá ser alcançada a partir de objetivos que estabelecem os rumos da presente pesquisa. O objetivo geral foi definido da seguinte forma: estudar a utilização de planilhas eletrônicas no processo de levantamento das coordenadas de alvos para Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro.

Com a finalidade de atingir o objetivo geral proposto, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Descrever a determinação de coordenadas de alvos através do uso da Ficha TOPO 5 e de meios eletrônicos;
- b) Descrever o uso de planilhas eletrônicas em aparelhos digitais móveis.

Do ponto de vista cronológico, a pesquisa estudará os manuais em vigor no Exército Brasileiro, tendo por base o C 6-199 Topografia do Artilheiro de 1986 e o CI 6-199/1 Caderno de Instrução – O Levantamento Topográfico Eletrônico de 2005. Os referidos documentos são a base para as instruções no corpo de tropa

e nas escolas de formação do Exército Brasileiro, o que permite a prospecção dos ensinamentos que estão sendo difundidos no âmbito da Força Terrestre.

Quanto ao espaço, a pesquisa se delimita ao Exército Brasileiro, focando nos aspectos relacionados ao levantamento de coordenadas dos alvos a serem batidos pela Artilharia de Campanha. Serão estudados os manuais em vigor e as novas tecnologias utilizadas nos dias atuais, especialmente no que se refere ao uso das planilhas eletrônicas.

No que diz respeito ao tema central do presente trabalho de pesquisa, buscar-se-á estudar o levantamento das coordenadas de alvos com o auxílio de planilhas eletrônicas em substituição as fichas de papel. Nesse universo, o estudo irá focar no levantamento de coordenadas geográficas através da técnica de Interseção Avante (Ficha Topo 5). Com as conclusões levantadas através do problema topográfico abordado no referencial metodológico, poderão ser extrapolados para as demais fichas (Fichas TOPO 1, 2, 3, 4 e 9) os benefícios do estudo em questão, desde que não se tenham meios eletrônicos disponíveis, como o GPS.

Seu estudo é relevante para o meio militar, uma vez que a precisão e a velocidade no levantamento das coordenadas dos alvos a serem batidos pela Artilharia de Campanha são de fundamental importância para o desencadeamento eficiente dos fogos. Essas características são imprescindíveis para os combates convencionais modernos, principalmente no que tange ao Apoio de Fogo, que, como defende Paixão (2013), tem participação fundamental na primeira fase da guerra de quarta geração, caracterizada por combates de alta intensidade.

Assim, a presente pesquisa pretende estudar uma matéria de grande valor para a força, que se constitui em uma forma de evolução para a Artilharia de Campanha. Ao mesmo tempo, o estudo almeja contribuir para a reformulação de manuais, logo com o progresso das Ciências Militares, ao concorrer para o desenvolvimento de iniciativas que vão promover maior eficiência na Arte da Guerra.

## 2 O LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Segundo Veiga (2012, p. 1) o homem sempre necessitou conhecer o meio em que vive, por questões de sobrevivência, orientação, segurança, guerras, navegação, construção, etc. No princípio a representação do espaço baseava-se na observação e descrição do meio. Cabe salientar que alguns historiadores dizem que o homem já fazia mapas antes mesmo de desenvolver a escrita. Com o tempo surgiram técnicas e equipamentos de medição que facilitaram a obtenção de dados para posterior representação. A Topografia foi uma das ferramentas utilizadas para realizar estas medições.

Etimologicamente a palavra TOPOS, em grego, significa lugar e GRAPHEN descrição, assim, de uma forma bastante simples, Topografia significa descrição do lugar. A seguir são apresentados alguns de seus objetivos:

“A Topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana” DOUBEK (1989).

“A Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção limitada da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da esfericidade terrestre” ESPARTEL (1987).

O objetivo principal é efetuar o levantamento (executar medições de ângulos, distâncias e desníveis) que permita representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada. Às operações efetuadas em campo, com o objetivo de coletar dados para a posterior representação, denomina-se de levantamento topográfico (VEIGA, 2012, p. 1).

No âmbito das Forças Armadas, em especial da Artilharia de Campanha, entende-se a finalidade do levantamento topográfico:

O trabalho topográfico na Artilharia tem por finalidade o estabelecimento de uma trama comum que permita: concentrar o fogo; desencadear, de surpresa, tiros observados; desencadear tiros eficientes, sem observação; transmitir dados de locação de alvos de uma para outra unidade. (1986, p. 1-2)

Para se alcançar essa finalidade, o manual C6-199 preconiza o uso de diversas fichas topográficas para registro e cálculo de lançamentos, distâncias, direções e coordenadas. Já o manual C6-199/1 realiza os mesmos levantamentos, entretanto, com auxílio de meios eletrônicos. O escopo desse estudo estará restrito ao processo de determinação de coordenadas, tanto pelo método convencional

(Ficha TOPO 5), quanto pelo método eletrônico, das coordenadas dos alvos que poderão ser atingidos pelos fogos da Artilharia de Campanha.

## 2.1 A DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS DOS ALVOS COM AUXÍLIO DA FICHA TOPO 5

O levantamento topográfico de acordo com a NBR 13133 (ABNT, 1991, p.3), Norma Brasileira para execução de Levantamento Topográfico, é definido como conjunto de métodos e processos que, através de medições de ângulos horizontais e verticais, de distâncias horizontais, verticais e inclinadas, com instrumental adequado à exatidão pretendida, primordialmente, implanta e materializa pontos de apoio no terreno, determinando suas coordenadas topográficas. Na Artilharia de Campanha a coordenada do alvo é o ponto de partida para aquisição dos elementos de tiro que serão inseridos nos obuseiros para realização do disparo.

Tradicionalmente o levantamento topográfico pode ser dividido em duas partes: o levantamento planimétrico, onde se procura determinar a posição planimétrica dos pontos (coordenadas X e Y) e o levantamento altimétrico, onde o objetivo é determinar a cota ou altitude de um ponto (coordenada Z). A realização simultânea dos dois levantamentos dá origem ao chamado levantamentoplanialtimétrico. (VEIGA, 2012, p. 3)

Ainda segundo Veiga (2012, p. 4) um dos principais objetivos da Topografia é a determinação de coordenadas relativas de pontos. Dentre os diversos processos de obtenção dessas coordenadas, previstas no manual C6-199, destacam-se dois: o de interseção avante e o de triangulação. O Manual de Campanha fornece a seguinte conceituação da triangulação:

*É um processo de levantamento topográfico em que se busca determinar as coordenadas de um ponto pela resolução de triângulos. Baseia-se no conhecimento de 3 elementos de um triângulo (incluindo-se nestes sempre um lado, chamado "Base") e, função dos mesmos, no cálculo dos outros elementos. Neste processo, torna-se obrigatório o estacionamento nos 3 vértices do triângulo, para medir os 3 ângulos. (BRASIL, 1986, p. 4-43).*

O mesmo manual também diferencia a interseção avante do processo supracitado: "Na interseção avante estaciona-se em apenas 2 vértices e o 3º ângulo é obtido pela diferença:  $3200''$  – Soma dos outros 2 ângulos". (BRASIL, 1986, p. 4-43). Em ambos os processos, utiliza-se a Ficha Topo 5. Trata-se de uma ficha de



papel, cujo modelo está exposto no “APÊNDICE A – FICHA TOPO 5 CONVENCIONAL”.

O método de interseção avante consiste em obter as coordenadas planimétricas de um ponto a partir do conhecimento das coordenadas de dois outros pontos e da execução de medidas angulares somente. Conhecidas as coordenadas de A(XA,YA) e de B(XB,YB), determina-se os ângulos a e b e calcula-se as coordenadas de C(XC , YC) (VEIGA, 2012, p. 172).

Apesar de ser o processo menos preciso, utiliza-se a interseção avante quando um dos vértices do triângulo é inacessível. Essa inviabilidade pode ser determinada por diversos fatores, como a natureza da missão, inimigo, tempo e meios disponíveis e limitações fisiográficas. Para que a interseção avante seja considerada válida, os pontos do triângulo devem ser determinados de forma que cada um dos ângulos internos seja maior ou igual a  $400''$  ( $22^{\circ}30'$ ) e menor ou igual a  $2800''$  ( $157^{\circ}30'$ ) (BRASIL, 1986).

A triangulação demanda mais tempo, pois é necessário instalar o instrumento de medição nos três pontos do triângulo, mas é justamente isso que faz com que esse seja o processo mais preciso. Após realizar a medição dos três ângulos internos, pode-se comparar a soma deles com o valor teórico de  $3200''$  ( $180^{\circ}$ ). Calculada essa diferença, é possível compensar os ângulos medidos, o que garante a precisão desse processo. Quanto à sua validade, a condição ideal é que cada um dos ângulos internos seja maior ou igual a  $500''$  ( $30^{\circ}$ ) e menor ou igual a  $2700''$  ( $150^{\circ}$ ); e a condição mínima é que cada um dos ângulos internos seja maior ou igual a  $400''$  ( $22^{\circ}30'$ ) e menor ou igual a  $2800''$  ( $157^{\circ}30'$ ) (BRASIL, 1986).

A fim de minimizar o efeito de erros de medição, é interessante que se determinem pontos que caracterizem um triângulo que se aproxime, ao máximo, de um triângulo equilátero. Caso a situação dificulte ou torne inexecutável o cumprimento dessa prescrição, devem ser respeitados os, já mencionados, limites máximos e mínimos, de cada um dos processos, para o valor dos ângulos internos (BRASIL, 1986).

Quanto ao cálculo das coordenadas do ponto desejado no processo de interseção avante, seguem-se os fundamentos da trigonometria. Conhecendo-se ou determinando-se o lançamento de um lado qualquer, podem-se determinar os lançamentos dos outros dois lados de um triângulo em função dos ângulos internos medidos em cada estação, que nada mais é que um ponto no terreno. Após calcular

os comprimentos dos lados adjacentes à base, determinar os respectivos lançamentos e conhecer as coordenadas de uma das estações, é possível calcular as coordenadas das outras duas (BRASIL, 1986).

Observe na figura abaixo a representação da Interseção Avante.

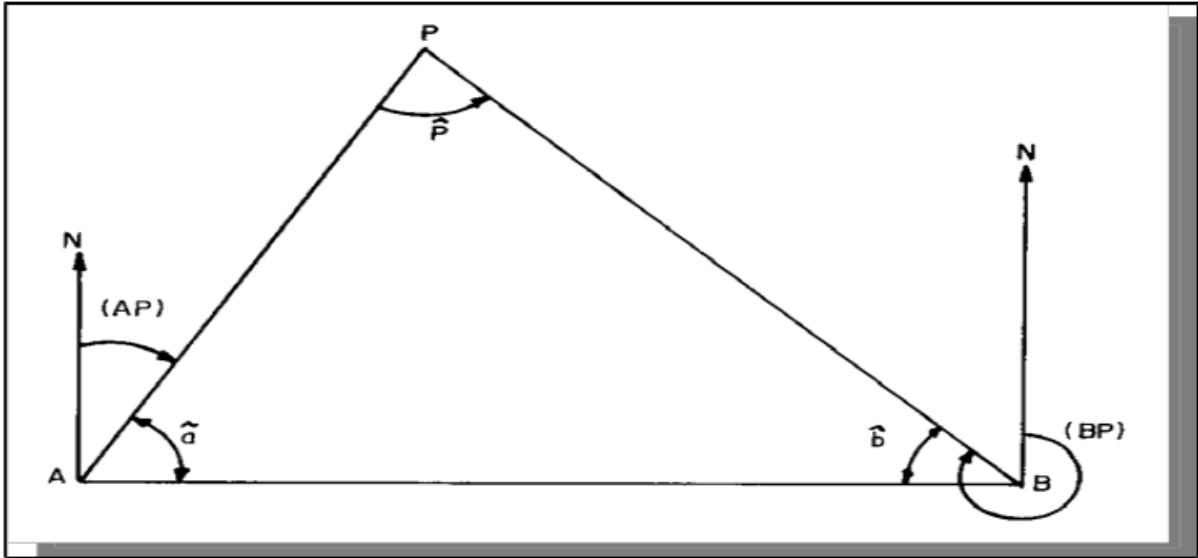


Figura 01 – Interseção Avante  
Fonte: BRASIL, 1986.

Ao final, após preenchimento da ficha TOPO 5 (figura 02), é determinada a coordenada do ponto desconhecido.

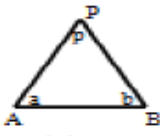
FICHA TOPO 5									
FICHA de TRIANGULAÇÃO e INTERSEÇÃO AVANTE P/ CALCULADORA									
CALCULOS PRELIMINARES			ESQUEMA			ESBOÇO			
Ponto A	E		Maior ângulo: _____ 						
	N								
	H								
Ponto B	E								
	N								
	H								
(AB)		m	Usar coord. do ponto: _____						
Registrador			CALCULO das COORDENADAS do PONTO P						
			Quando $b' > a'$			Quando $a' > b'$			
Estação A			x	AB	m	x	AB	m	
Estação B			x	Sen b		x	Sen a		
Estação P			-	AB Sen b		-	AB Sen a		
a'		°	:	Sen p		:	Sen p		
b'		°	-	AP	m	-	BP	m	
p'		°	x	Sen (AP)°		x	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'		°	x	Cos (AP)°		x	Cos (BP)°		
- 3200'' (180°)			=	± 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		°	x	AP	m	x	BP	m	
Calc. de (AP)				AP Tg S°		=	BP Tg S°		
(AB)		m	+	HI	m	+	HI	m	
- a		m	-	HS	m	-	HS	m	
-(AP)		°	+	Correção Re e Esf		+	Correção Re e Esf		
Calc. de (BP)				± dH	m	=	± dH	m	
(BA)		m	+	HA	m	+	HB	m	
+ b		m	=	HP	m	=	HP	m	
=(BP)		m							
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 = _____		

Figura 02 – Ficha TOPO 5

Fonte: BRASIL, 1986

A ficha Topo 5 deverá ser utilizada para os cálculos dos comprimentos dos lados dos triângulos planos, bem como para calcular as coordenadas e a altitude das estações de triangulação (BRASIL, 1986).

Dessa forma, após a obtenção da distância dos vértices do triângulo, bem como dos ângulos internos e inserção dos dados na ficha TOPO 5, é possível determinar as coordenadas de um ponto a frente. Entretanto, cabe salientar que para esse preenchimento o militar que realiza o processo necessita fazer uma série de cálculos, incluindo operações trigonométricas. Assim, ainda que o operador disponha de uma calculadora científica, trata-se de um processo que demanda bastante tempo.

Por fim, levando-se em consideração que a área de alvos onde serão desencadeados os fogos de Artilharia estará em posse do inimigo, sendo portando área hostil para tropa amiga, a triangulação torna-se um processo pouco eficaz para

essa finalidade, tendo em vista a necessidade de ter acesso aos três vértices do triângulo. Por outro lado, a interseção avante supera esse obstáculo, ao passo que necessita de apenas dois vértices do triângulo, proporcionando que as coordenadas do terceiro vértice, que representa o alvo, sejam levantadas sem a necessidade de estacionamento do GB em área inimiga.

## 2.2 A DETERMINAÇÃO DE COORDENADAS DOS ALVOS COM AUXÍLIO DOS MEIOS ELETRÔNICOS

### 2.2.1 *Global Positioning System (GPS)*

O Levantamento topográfico eletrônico é realizado quando se empregam equipamentos eletrônicos como meios para se levantar dados que serão fornecidos aos diversos subsistemas de artilharia. O principal meio eletrônico empregado para obtenção de coordenadas é o *Global positioning System (GPS)* - Sistema de Posicionamento Global.

O GPS é um equipamento utilizado para se determinar posições de forma eletrônica fornecendo assim de forma precisa a locação de pontos. 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. (SILVA, 2002)

Ainda, segundo SILVA, foi concebido pelos Estados Unidos da América:

Assim, em 1973, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DOD – Department of Defense), tornou-se o principal responsável pela coordenação do novo sistema, que possibilitasse o posicionamento contínuo em tempo real, fornecesse a precisão de centímetros e que permitisse a determinação instantânea de velocidade e tempo, suprimindo desta forma a necessidade do exército, da marinha e da aeronáutica. Este sistema recebeu o nome de NAVSTAR – GPS. (SILVA, 2002, p.16)

As principais vantagens do GPS em relação aos outros sistemas são as seguintes: não há a necessidade de intervisibilidade entre os pontos da rede, as observações podem ser realizadas independentemente do horário e das condições climáticas além do método poder atingir precisão geodésica. Sendo assim, diversos países já desenvolveram seu próprio Sistema GPS, destacando-se entre eles a China, a Rússia, o Japão e os Estados Unidos. Alguns o fizeram para uso restrito em seu próprio território ou de seus parceiros de desenvolvimento, outros para uso aberto a todo o globo (SILVA, 2002).



Figura 03: GPS  
Fonte: Autor, 2021

O princípio de funcionamento do GPS segundo SILVA (2002, p. 20):

O princípio básico de funcionamento do GPS é a obtenção da distância entre 2 pontos (receptor e satélite), sendo que um deles tem sua posição conhecida, sendo utilizada como referência. A determinação de um objeto (veículo, alvo, vértice etc) na superfície terrestre segue o princípio da triangulação, onde com um mínimo de 3 referências se obtém seu posicionamento, como suas coordenadas. Uma quarta referência adiciona a componente altitude, permitindo maior precisão na identificação e localização do objeto.

Contudo a utilização do Sistema GPS pode sofrer interferência do seu operador por diversos motivos. Como afirma GARMIN (2009, p.18), 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.

Além disso, 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.

### 2.2.2 Laser Range Finder (LRF) – Telêmetro Laser

O telêmetro laser permite determinar distâncias eletronicamente, de forma simples e precisa. Em 1943, surgiu o primeiro medidor eletrônico de distâncias (MED), que também ficou conhecido como “distanciômetro” eletrônico. Mais uma vez, a implementação de um instrumento eletrônico na topografia proporcionou uma evolução substancial, tanto no fator celeridade, quanto no fator precisão, pois se tornou uma alternativa ao processo de trenada, que é muito mais lento e impreciso. A “Figura 4” retrata o Telêmetro Laser “Cobra”, modelo utilizado pelo Exército Brasileiro (SIQUEIRA, 2016).

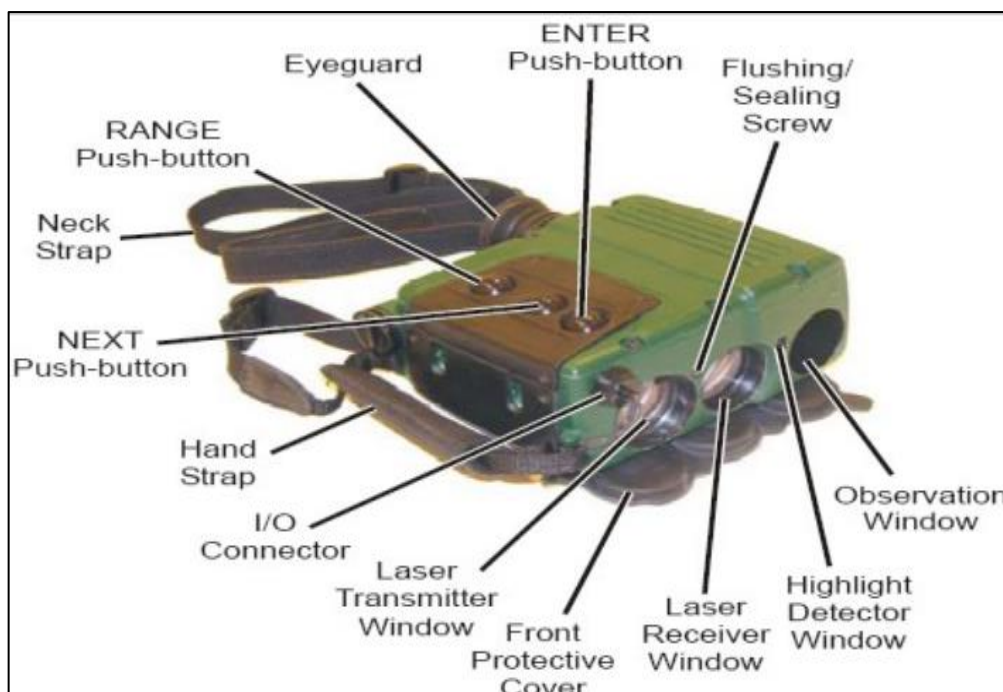


Figura 04 – Telêmetro Laser “Cobra”  
Fonte: SIQUEIRA, 2016

Trata-se de um dispositivo de precisão destinado a medição de distância de forma instantânea. Pode ser óptico, quando se baseia em um mecanismo de focalização, ou ultrassônico, quando utiliza reflexos sonoros. Apresenta grande versatilidade, devido à sua forma compacta e à grande tecnologia agregada, podendo ser aplicado em uma vasta gama de atividades, como fotografia, náutica, topografia, astronáutica, astronomia, caça e balística. Os telêmetros de última geração são digitais, baseados em disparo de feixe laser. Estes podem alcançar centenas de milhares de quilômetros, o que justifica sua aplicação inclusive no campo da astronomia. Outra grande vantagem desse instrumento é poder ser

empregado de maneira integrada a vários instrumentos ópticos, como lunetas, câmeras fotográficas, binóculos, periscópios, telescópios e miras de armas em geral, além de poder ser conectados ao AGLS por meio de um conector de comunicação (SIQUEIRA, 2016).

### **2.2.3 *Atlas Gun - Laying System (AGLS)* - Sistema de Posicionamento de Azimute do Canhão 45**

O AGLS é um sistema de pontaria de Obuseiros, o qual, em suas várias configurações, pode ser usado para diferentes aplicações, como Observação Avançada de artilharia, Controladores aéreos avançados, apoio aéreo aproximado, busca de alvos, vigilância de fronteiras, entre outros (AZIMUTH TECHNOLOGIES, 2010). É utilizado pelos Exércitos de Israel e França, além do próprio Exército Brasileiro, que enxerga no AGLS a oportunidade da substituição dos Goniômetro-Bússolas, resultando em importante passo para modernização de sua Artilharia de Campanha.

O sistema AGLS conseguiu integrar, eletronicamente, a medição de distâncias com a medição de ângulos em um único aparelho. Essa característica o permite ser empregado em uma diversa gama de atividades, como observação avançada de artilharia, posicionamento de canhão de artilharia, controladores de voo, suporte aéreo aproximado, inteligência de alvos, designação laser, vigilância de fronteiras e forças especiais. Ainda dentro das possibilidades do AGLS, cabe ressaltar o *Astronomic North Finding Module (ANFM)* - Módulo de localização do Norte Astronômico – cuja função é apontar o sistema para um corpo celeste, com o objetivo de localização do norte. Por todas essas capacidades, esse instrumento tem proporcionado maior dinamismo e precisão aos processos utilizados em levantamentos topográficos, propiciando, por conseguinte, um apoio de fogo mais eficiente por parte da artilharia (SIQUEIRA, 2016).



Figura 05 – AGLS  
Fonte: SIQUEIRA, 2016



### 3 PLANILHAS ELETRÔNICAS

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). Trata-se de uma ferramenta que permite que o trabalho prévio, de registrar na planilha as fórmulas necessárias, poupe tempo durante a realização do levantamento topográfico. Uma vez elaborada a planilha, basta registrar os valores medidos no terreno para obter os resultados, sem que seja necessária a realização de cálculos por parte do militar.

Existem diversos *softwares* que permitem o desenvolvimento de planilhas eletrônicas, como: *Excel*, da *Microsoft Office*; *Lotus 123*, da *LotusWorks*; *Numbers*, da *iWork*; *Spreadsheet*, da *AppleWorks*; *Quattro Pro*, da *WordPerfect*, e *Calc*, da *StarOffice/BrOffice* (HONÓRIO; ALVARENGA, 2019).

## 4 REFERENCIAL METODOLÓGICO

### 4.1 TIPO DE PESQUISA

Foi realizada uma pesquisa com 76 Alunos do Curso de Artilharia da Escola de Sargento das Armas, com o objetivo de mensurar o tempo de resolução, percentual de acerto e dificuldade. O problema topográfico tratava-se de uma interseção avante e a solução por dois métodos diferentes: um utilizando uma Ficha Topo 5 de papel e outro utilizando a planilha eletrônica.

### 4.2 MÉTODOS

Todos os alunos do universo supracitado realizaram, inicialmente, a resolução do seguinte problema topográfico com a Ficha Topo 5 de papel (Anexo 01):

Você, como Sgt Auxiliar de Reconhecimento da 1ª Bateria de Obuses, durante o levantamento da Área de Alvos, recebeu a missão de realizar o levantamento das coordenadas geográficas do Alvo Auxiliar 1 (AA1). Sendo assim, resolveu aplicar a técnica de Interseção Avante para conseguir os dados necessários. Após a obtenção das variáveis, calcule as coordenadas do AA1 utilizando a técnica da interseção avante com base nos dados expostos na Tabela 1.

Variável	Valor
EC/1	(44042-06701-292)
EC/2	(44098-06450-279)
(EC/1-EC/2)	2900'''
EC/1-EC2	290m
Sítio EC/1 → AA1	-15'''
Sítio EC/2 → AA1	+21'''
Ângulo a (EC/1)	1133'''
Ângulo b (EC/2)	1205'''
HI	1,00m
HS	1,50m

Tabela 1: Dados problema topográfico

Fonte: Autor, 2021

Após concluírem essa etapa, realizaram a resolução do problema utilizando planilhas eletrônicas inseridas em tablets, computadores ou aparelhos telefônicos portáteis.

Os alunos registraram no verso da Ficha de papel seus tempos de resolução – tanto para a utilização de ficha de papel, quanto para a planilha eletrônica – e responderam, com “sim” ou “não”, as seguintes perguntas: “Você sentiu dificuldade para se adaptar ao uso da planilha eletrônica para resolução do problema topográfico?” e “Você sentiu dificuldade para resolver o problema utilizando a ficha de papel?”. Em nenhum dos métodos foi necessário que o aluno se identificasse.

#### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram tabulados, para que fossem calculados os tempos médios de resolução para cada um dos métodos, a fim de realizar a discussão dos resultados obtidos, e para apresentar a opinião dos alunos quanto à adaptação ao uso de planilhas eletrônicas. É possível, ainda, que alguns alunos resolvessem o problema de maneira incorreta, o que tornou possível verificar qual dos métodos se mostra mais eficiente, considerando a quantidade de repostas erradas em cada um dos métodos.

O problema topográfico, que buscou as coordenadas de um ponto, teve como gabarito os seguintes valores: EO/3 (44343 – 06662 – 272). A tolerância para que as respostas fossem consideradas corretas foi de 10m nas coordenadas E e N e de 2m nas coordenadas H. Sendo assim, estão corretos os valores dentro dos limites expostos na Tabela 2.

<b>Coordenada</b>	<b>Menor valor</b>	<b>Maior valor</b>
E	44333	44353
N	06652	06672
H	270	274

Tabela 2: Limites das coordenadas

Fonte: Autor, 2021

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa foram tabulados, a fim de realizar as seguintes análises: dificuldade ao utilizar cada um dos métodos; porcentagem de acerto e tempo de resolução.

Aluno	TEMPO GASTO / ACERTO				SENTIU DIFICULDADE?	
	Papel	Acer- tou?	Digital (auto)	Acer- tou?	Papel	Digital (auto)
1	00:16:39	0	00:02:43	1	1	0
2	00:14:00	1	00:02:10	1	0	0
3	00:16:34	1	00:02:12	1	0	0
4	00:14:29	0	00:02:37	1	1	0
5	00:19:37	1	00:02:23	1	0	0
6	00:13:56	1	00:02:18	1	0	0
7	00:23:00	0	00:03:00	1	1	0
8	00:16:34	1	00:02:26	1	1	0
9	00:14:18	1	00:01:50	1	0	0
10	00:20:00	1	00:02:11	1	0	0
11	00:20:47	1	00:02:24	1	1	0
12	00:18:32	1	00:02:00	1	0	0
13	00:16:09	1	00:02:31	1	0	0
14	00:21:04	1	00:02:54	1	0	0
15	00:17:28	1	00:02:22	1	0	1
16	00:20:00	0	00:03:00	1	0	0
17	00:18:29	0	00:02:47	1	0	0
18	00:13:50	1	00:02:20	1	0	0
19	00:16:01	1	00:03:04	1	0	0
20	00:15:11	1	00:03:30	1	0	0
21	00:20:30	0	00:03:18	1	0	0
22	00:12:07	0	00:02:09	1	0	0
23	00:20:59	1	00:02:12	1	1	0
24	00:12:45	0	00:02:20	1	0	0
25	00:13:10	1	00:01:20	1	0	0
26	00:09:37	0	00:01:52	1	1	0
27	00:18:00	0	00:03:11	1	0	0
28	00:23:47	0	00:02:27	1	1	0
29	00:20:15	0	00:02:58	1	1	0
30	00:18:29	1	00:02:34	1	1	0
31	00:04:21	0	00:02:25	1	1	0
32	00:22:47	1	00:03:04	1	0	0
33	00:14:52	1	00:02:42	1	0	0
34	00:20:00	0	00:02:30	1	0	0
35	00:19:11	0	00:03:09	1	1	0

36	00:25:09	0	00:02:30	1	1	0
37	00:17:02	1	00:03:24	1	0	0
38	00:17:03	1	00:01:28	1	0	0
39	00:15:46	0	00:01:57	1	0	0
40	00:26:19	0	00:03:04	1	0	0
41	00:18:52	0	00:02:49	1	0	0
42	00:22:22	1	00:03:15	1	1	0
43	00:22:15	1	00:03:11	1	0	0
44	00:18:34	1	00:03:15	1	1	0
45	00:15:25	0	00:02:30	1	0	0
46	00:19:10	0	00:02:24	1	1	0
47	00:21:39	0	00:03:42	1	0	0
48	00:25:19	0	00:09:16	1	0	0
49	00:35:28	0	00:04:12	1	1	1
50	00:43:32	0	00:02:21	1	1	0
51	00:16:47	1	00:02:05	1	1	0
52	00:12:54	0	00:02:14	1	1	0
53	00:20:40	1	00:02:29	1	1	0
54	00:18:29	0	00:02:20	1	1	0
55	00:14:28	0	00:02:15	1	1	0
56	00:22:24	0	00:06:20	1	1	0
57	00:22:19	1	00:04:16	1	1	0
58	00:12:50	0	00:03:17	1	1	0
59	00:12:16	1	00:03:46	1	1	0
60	00:27:45	1	00:05:00	1	1	0
61	00:20:29	0	00:11:15	1	0	1
62	00:19:32	0	00:03:11	1	1	0
63	00:24:37	1	00:03:57	1	0	0
64	00:32:00	1	00:02:55	1	1	0
65	00:30:00	0	00:15:00	1	1	0
66	00:11:25	1	00:02:50	1	1	0
67	00:13:24	1	00:04:25	1	1	0
68	00:12:56	1	00:03:46	1	1	0
69	00:15:23	1	00:05:24	1	1	0
70	00:16:35	1	00:04:23	1	1	0
71	00:15:41	1	00:03:51	1	1	0
72	00:13:12	1	00:02:29	1	1	0
73	00:13:42	1	00:03:43	1	1	0
74	00:18:28	1	00:06:02	1	1	0
75	00:15:43	1	00:04:15	1	1	0
76	00:15:20	1	00:01:32	1	1	0
<b>TOTAL/MÉDIA</b>	<b>00:18:34</b>	<b>43</b>	<b>00:03:18</b>	<b>76</b>	<b>42</b>	<b>3</b>

Legenda	
1	SIM
0	NÃO

Tabela 03: Resultados da Pesquisa  
Fonte: Autor, 2021

Quanto à porcentagem de acerto, constatou-se que 76 Alunos obtiveram um resultado dentro da tolerância anteriormente especificada quando utilizaram planilhas eletrônicas, ou seja, 100% de acerto, conforme exposto na Tabela 03. Em contrapartida, quando utilizaram a ficha de papel, a porcentagem de acerto foi de 56%. Nas fichas de papel, se exige do calculador a capacidade de selecionar os dados corretos para as operações seguintes. Isso varia de acordo com a situação e com as estações arbitradas, e é justamente na seleção dos valores que ocorre a maior parte dos erros, além dos erros de cálculo propriamente ditos.

Quanto ao tempo de resolução, também houve grande diferença, como pode ser observado na Tabela 03. O tempo médio utilizando-se o método convencional foi de 18min34s, enquanto o tempo médio utilizando-se a planilha eletrônica foi de 3min18s. Observa-se, portanto, que, em média, é pelo menos 5 vezes mais rápido utilizar a Ficha Topo 5 Digital do que utilizar a de papel.

Quanto a pergunta se sentiram dificuldade na utilização dos métodos convencional e planilha eletrônica, constatou-se que apenas 3 alunos sentiram alguma dificuldade ao operar a Ficha TOPO 5 na planilha eletrônica, ou seja, 96% dos alunos com facilidade ao manipular a planilha. Em contrapartida, 42 alunos relataram dificuldade na Ficha TOPO 5 em papel, sendo 44% dos alunos com facilidade nessa modalidade.



Figura 06: Aplicação da Pesquisa – ESA/Jun 2021  
Fonte: Autor, 2021

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se observar os resultados obtidos com a pesquisa, é lícito concluir que, de fato, são válidos o uso de planilhas eletrônicas no processo topográfico de interseção avante como alternativa às fichas de papel. Ainda que as planilhas eletrônicas dependam de aparelhos digitais móveis, o desempenho apresentado pelos Alunos quando utilizaram a planilha eletrônica foi consideravelmente superior. Isso foi evidenciado tanto pelo percentual de acerto desse método que foi de 100%, quanto pelo tempo médio de resolução (3min18s), que foi mais de cinco vezes menor do que o apresentado pelos Alunos quando utilizaram o método convencional.

Outro fator a ser destacado é a simplicidade no uso das planilhas eletrônicas. Em que pese ter sido a primeira vez que os Alunos tiveram contato com a Ficha TOPO 5 inserida em uma planilha, 96% relataram não ter sentido dificuldade em utilizá-la.

Ainda assim, os Alunos da ESA não podem ser considerados tropa adestrada. O tempo médio de resolução com o uso da planilha eletrônica (3min 18s) poderá ser otimizado no momento em que as operações forem realizadas por militares familiarizados com esse dispositivo.

No levantamento de coordenadas dos alvos a serem engajados pela Artilharia de Campanha, dado a velocidade e rapidez dos combates atuais, deve ser dada prioridade aos meios eletrônicos. Contudo, é consenso que se trata de material com alto valor de aquisição e, ainda, escasso no Corpo de Tropa. Dessa maneira, o levantamento convencional tem sido amplamente utilizado nas instruções e atividades de campanha. Desta feita, as planilhas eletrônicas diminuem o abismo de tempo entre o levantamento eletrônico, praticamente instantâneo, do levantamento das coordenadas dos alvos em papel que, conforme demonstrado, além de dispendioso tempo, carrega uma quantidade significativa de equívocos.

Evidenciado os benefícios do uso das planilhas eletrônicas, é possível inferir os desdobramentos da sua utilização e que poderão ser fruto de futuras pesquisas científicas, dentre os quais:



- 1) O desenvolvimento de um aplicativo próprio, como alternativa às fichas topográficas convencionais;
- 2) O desenvolvimento de um dispositivo móvel militarizado e adequado às intempéries encontradas na atividade militar;
- 3) A integração das coordenadas encontradas dos alvos com o sistema Gênesis, através da transmissão de dados e não por radiofonia;
- 4) A inclusão nos Estabelecimentos de Ensino (AMAN e ESA), bem como na instrução no Corpo de Tropa, do ensino do uso das planilhas eletrônicas, concomitante ao uso da Ficha em papel;
- 5) Atualização dos Manuais de Campanha, em especial o C6-199, com a previsão do uso das planilhas eletrônicas no levantamento das coordenadas dos alvos.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994. 35p.
- AZIMUTH TECHNOLOGIES LTD. **Sistema AGLS**: Manual do Operador. [s.l.], 2010.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **C6-199**: topografia do artilheiro. 3. ed. Brasília, DF: EGCCF, 1986.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **PPQ 06/2**: programa-padrão de instrução qualificação do cabo e do soldado de artilharia. 3. ed. Brasília, DF: EGCCF, 2001.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **CI 6-199/1**: O Levantamento Topográfico Eletrônico. Brasília: EGCCF, 2005.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas. **MD35-G-01**: glossário das Forças Armadas. 4. ed. Brasília, DF, 2007.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.354**: Grupo de Artilharia de Campanha. 5. ed. Brasília, DF: EGCCF, 2020.
- CHITOLINA, Luiz Felipe. **O emprego do AGLS como alternativa para realizar o levantamento topográfico necessário ao tiro de Artilharia de Campanha**. Monografia - Curso de Ciências Militares, ESAO, Rio de Janeiro, 2017.
- DOUBECK, A. **Topografia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989.
- ESPARTEL, L. **Curso de Topografia**. 9 ed. Rio de Janeiro, Globo, 1987.
- FURRIEL, Brunno Moreira. **Influência da tecnologia empregada na topografia da Artilharia de Campanha**. Monografia - Curso de Ciências Militares, AMAN, Resende, 2020.
- GARMIN. **Manual do usuário**. 39 p. 2009.
- HONÓRIO, Hugo Luiz Gonzaga; ALVARENGA, Marinalva Passamai. **Uma proposta para a utilização de planilhas eletrônicas em problemas de sistemas de equações lineares**. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/UMA-PROPOSTA-PARA-A-UTILIZA%C3%87%C3%83O-DE-PLANILHAS-ELETR%C3%94NICAS-EM-PROBLEMAS-DE-SISTEMAS-DE-EQUA%C3%87%C3%95ES-LINEARES.pdf>>. Acesso em: 10 maio. 2021.
- SANT'ANNA, Renan dos Santos. **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.

SERRANO, Rafael Costa. **Utilização de aparelhos eletrônicos no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro.** Monografia - Curso de Ciências Militares, AMAN, Resende, 2016.

SILVA, Sérgio Teixeira da. **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.

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.** Monografia - Curso de Ciências Militares, AMAN, Resende, 2016.

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.

## APÊNDICE A – 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)°		X Sen (BP)°
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)°		X Cos (BP)°
-3200 (180°)			= ± dN		= ± dN
= E			+ NA		+ NB
E/3			= NP		= NP
Compensação			NIVELAMENTO TRIGONOMÉTRICO		
a			Sítio de (A -> P)°		Sítio de (B -> P)°
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: ( _____ - _____ )					