

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)**

RAFAEL COSTA SERRANO

**UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ELETRÔNICOS NO LEVANTAMENTO
TOPOGRÁFICO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Resende

2016

RAFAEL COSTA SERRANO

**UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ELETRÔNICOS NO LEVANTAMENTO
TOPOGRÁFICO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Academia Militar das
Agulhas Negras como parte dos
requisitos para a Conclusão do Curso
de Bacharel em Ciências Militares, sob
a orientação do 1º Ten Art André Luis
Simião Bridi.

Resende

2016

RAFAEL COSTA SERRANO

**UTILIZAÇÃO DE APARELHOS ELETRÔNICOS NO LEVANTAMENTO
TOPOGRÁFICO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Academia Militar das
Agulhas Negras como parte dos
requisitos para a Conclusão do Curso
de Bacharel em Ciências Militares, sob
a orientação do 1º Ten Art André Luis
Simião Bridi.

COMISSÃO AVALIADORA

André Luis Simião Bridi, 1º Tenente de Artilharia – Orientador

Avaliador

Avaliador

Resende

2016

AGRADECIMENTOS

À minha família, pilar principal que me criou e me proporcionou os meios para eu poder alcançar meus sonhos. À Bianca Stapani Santos Vaccari que me apoiou e me incentivou para que eu pudesse sempre prosseguir com a busca dos meus objetivos. Aos meus amigos com os quais sempre pude contar para me ajudar com qualquer problema. Ao 1º Tenente André Luis Simião Bridi que me guiou no decorrer do meu trabalho com muita maestria. Ao Tenente Coronel André Frangulis Costa Duarte pelo seu envolvimento e dedicação para melhorar o trabalho.

RESUMO

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

Este trabalho tem por finalidade apresentar a utilização de aparelhos eletrônicos no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro. Nossos objetivos foram comparar a efetividade dos meios eletrônicos com os meios convencionais de levantamento topográfico. Para isso, realizamos uma pesquisa bibliográfica usando diversas fontes de consulta. O resultado da pesquisa indica uma superioridade dos meios modernos, pois estes apresentam maior eficácia e eficiência no processo de levantamento de dados.

Palavras-chave: Levantamento topográfico. Aparelhos eletrônicos. Efetividade.

RESUMEN

SERRANO, Rafael Costa. **Utilización de aparatos electrónicos en el levantamiento topográfico de la Artillería de Campaña del Ejército Brasileño.** Resende: AMAN, 2016. Monografía.

Este trabajo tiene por finalidad presentar la utilización de aparatos electrónicos en el levantamiento topográfico de la Artillería de Campaña del Ejército Brasileño. Nuestros objetivos fueron comparar la efectividad de los medios electrónicos con la de los medios convencionales de levantamiento topográfico. Para esto, realizamos una investigación bibliográfica con varias fuentes de consulta. El resultado de dicha investigación indica una superioridad de los medios modernos, pues estos presentan mayor eficacia y eficiencia en el proceso de levantamiento de datos.

Palabras clave: Levantamiento topográfico. Aparatos electrónicos. Efectividad.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
2	REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	11
2.1	Revisão da literatura e antecedentes do problema.....	11
2.2	Referencial metodológico e procedimentos.....	13
3	TOPOGRAFIA.....	15
3.1	Áreas de levantamento topográfico.....	15
3.2	Prancheta de tiro.....	17
4	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO USANDO O MODO CLÁSSICO.....	19
4.1	Materiais utilizados.....	19
4.1.1	Trena.....	20
4.1.2	Goniômetro – bússola.....	21
4.2	Pessoal empregado.....	23
4.3	Procedimentos na área de posições.....	23
4.4	Procedimentos na área de conexão.....	24
4.5	Procedimentos na área de alvos.....	25
4.6	Conclusão parcial.....	25
5	LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO USANDO GPS E TELÊMETERO LASER.....	26
5.1	GPS.....	26
5.1.1	Funcionamento do GPS.....	26
5.2	Telêmetro laser.....	28
5.2.1	Funcionamento do telêmetro laser.....	28
5.3	Procedimentos usando GPS e telêmetro laser no levantamento topográfico....	29
5.4	Conclusão parcial.....	31
6	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a utilização de aparelhos eletrônicos no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro tem adquirido importância, pois com o uso da tecnologia, os trabalhos topográficos ficaram cada vez mais rápidos e precisos. Sendo assim, a Força, além de adquirir meios de outras importantes áreas de atuação como armamentos, veículos e meios de comunicação, também adquiriu meios na área de topografia.

Seu estudo é relevante para o meio militar, uma vez que nos combates modernos cada vez mais a precisão e a velocidade são fatores determinantes da vitória. Logo, qualquer aparelho que possa ajudar a aprimorar esses fatores deve ser usado. Porém, não basta possuir aparatos que facilitam o trabalho se não houver o conhecimento necessário para utilizar os mesmos. Portanto, possuir ferramentas que melhoram o desempenho e saber usá-las é fundamental para se obter um melhor resultado final do trabalho realizado.

A presente pesquisa busca tratar do tema sob a perspectiva da comparação da efetividade do levantamento topográfico pelo método clássico com a efetividade do levantamento topográfico utilizando aparelhos eletrônicos. Para isso, o seguimento da obra apresentará o que é o levantamento topográfico na Artilharia de Campanha. Após essa etapa, será mostrado como é feito tal trabalho através do método convencional e através do uso de aparatos tecnológicos. Por último, serão comparados os resultados no que tange a efetividade.

Será delimitado o foco de pesquisa na apresentação da utilização de aparelhos eletrônicos no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro e, dentro deste contexto, daremos enfoque aos seguintes aparelhos eletrônicos: GPS e telêmetro laser. Pretendemos verificar se a efetividade do levantamento de dados usando esses aparelhos é maior ou não que a do trabalho com meios convencionais.

Faz-se necessário definirmos alguns conceitos que entendemos como fundamentais para o desenvolvimento do assunto. Segundo Brasil (1986), Centro de Bateria (CB) é o ponto que se encontra no centro das distâncias dos obuseiros no terreno. Estação de Orientação (EO) é um ponto que se utiliza para orientar o obuseiro. Ponto de Vigilância (PV) é o ponto no qual são apontados os obuseiros. Lançamento é uma medição angular cujo referencial é o Norte de Quadrícula (NQ) que, por sua vez, é baseado no sistema UTM (Universal Transversa Mercator). Direção de Referência (DR) é uma linha de lançamento conhecido que é usada para orientar os instrumentos necessários para o tiro. Direção de Vigilância (DV) é o

lançamento entre o CB e o PV e, por fim, Posto de Observação (PO) é o ponto no qual um observador consegue observar os alvos a serem atingidos.

Nosso objetivo é apresentar a utilização do GPS e do telêmetro laser no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro (aparelhos eletrônicos que serão mais detalhados no decorrer deste trabalho).

Além disso, também foram observados como objetivos específicos, apresentar como é feito o levantamento de dados pelo método clássico, observando o tempo necessário, o material usado e o pessoal empregado. Feito isso, observando os mesmos aspectos, comparar com o levantamento usando os equipamentos supracitados, e analisar qual processo possui uma maior efetividade.

As principais fontes foram os manuais de artilharia C 6-199 e CI 6-199/1. O primeiro visa padronizar os trabalhos topográficos da artilharia, além de conter instruções básicas para orientação do pessoal dessa arma, com referência aos processos de levantamento topográfico. Já o segundo visa padronizar como é feito o levantamento topográfico eletrônico da artilharia, de acordo com o que prescreve o manual anterior. Além disso, o CI 6-199/1 constitui o documento básico para orientação do pessoal no que tange os processos de levantamento de dados utilizando alguns aparatos eletrônicos, dentro dos quais consta o GPS e o telêmetro laser.

A presente monografia está assim estruturada:

Na sequencia desta introdução e do referencial teórico-metodológico, no capítulo três, procuramos explicar o que é a topografia no âmbito da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro. Citaremos as áreas que ela deve abranger no terreno, sua importância para a Força e a precisão mínima exigida em seus trabalhos. Para a elaboração deste capítulo utilizamos como fontes principais os manuais C 6-1 Emprego da Artilharia de Campanha, que explica o trabalho da Artilharia de Campanha, e C 6-199 que tem foco na topografia.

O quarto capítulo traz como é realizado o levantamento topográfico pelo método clássico. Para isso, explicamos como é o funcionamento do Goniômetro-Bússola e da trena, como utiliza-los, o pessoal necessário para tanto e o tempo gasto para se levantar os pontos exigidos nos trabalhos topográficos. A principal fonte utilizada foi o manual C 6-199 que, dentro da topografia, aborda como é feito o processo clássico de levantamento de dados.

No quinto capítulo apresentamos o GPS e o telêmetro laser, dando assim uma introdução sumária sobre ambos. Após isso, explicaremos como estes funcionam para então, por último, representar como ocorre o levantamento topográfico com a utilização dos

referidos aparelhos. Utilizamos como fonte o manual C 6-199/1 que visa padronizar o levantamento de dados com o uso desses meios.

No sexto e último capítulo é apresentado o resultado desta monografia. Retomaremos as principais características do levantamento topográfico clássico e do levantamento com a utilização dos aparelhos eletrônicos. Depois disso, compararemos os resultados, analisando-os no que tange a efetividade dos métodos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Nosso tema de pesquisa insere-se na linha de pesquisa levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro e na área de estudo ciência da tecnologia.

2.1 Revisão da literatura e antecedentes do problema

Buscando identificar o que de mais relevante e atualizado tem sido produzido sobre o tema utilização de aparelhos eletrônicos no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro, pesquisamos alguns autores; dentre eles, o Caderno de Instrução CI 6-199/1 O Levantamento Topográfico Eletrônico (BRASIL, 2005), que aborda o tema de uma perspectiva educativa, com a finalidade de padronizar o levantamento topográfico eletrônico da Artilharia de Campanha. O manual estabelece alguns materiais que podem ser empregados e como utiliza-los. Além disso, também relata o tempo necessário e o pessoal empregado nos trabalhos topográficos. Assim, chega-se à conclusão de que é possível utilizar meios tecnológicos para o aprimoramento dos trabalhos de artilharia.

Ainda nesse manual, a finalidade do emprego de aparelhos eletrônicos, resume-se em aprimorar o levantamento topográfico a fim de acompanhar o ritmo das ações da arma base. Afirmando que nas condições do combate moderno, temos como resultado uma exigência cada vez maior de rapidez, que são assim demonstrados em Brasil (2005):

O combate moderno exige cada vez mais que as ações sejam rápidas e acompanhem o ritmo da arma-base. Nesse contexto, o levantamento topográfico deve primar pelos meios eletrônicos e se adequar a essas imposições. Para tal deve abreviar reconhecimento topográfico, simplificar ações e buscar soluções para respostas na mesma velocidade exigida pelo combate.

Outra fonte que pesquisamos foi o Manual de Campanha C 6-199 Topografia do Artilheiro (BRASIL, 1986), que tem por objetivo padronizar os trabalhos topográficos pelo método clássico. Ele também apresenta o pessoal empregado, o tempo gasto e o material utilizado, além de mostrar a precisão mínima aceitável para os trabalhos de topografia. Assim, poderemos realizar a comparação produzida por eles, e a produzida pelos aparatos eletrônicos.

Dessa forma, pode-se abordar a teoria existente sobre o tema em questão da seguinte maneira:

Há uma corrente que defende que a utilização de aparelhos eletrônicos no levantamento topográfico é mais efetiva. Tal fato advém da ideia de que sempre devemos

buscar uma forma de aprimorar nossos trabalhos. Assim, usando tais meios, o tempo gasto para a obtenção do resultado dos trabalhos é consideravelmente menor. Além disso, é necessário menos pessoas para executar os procedimentos de levantamento de dados, facilitando assim a coordenação.

Outra corrente, não menos importante, parte da premissa de que o trabalho realizado pelo método clássico de levantamento de dados é mais efetivo. Isso porque os dados não estão sujeitos a interferências eletrônicas que podem comprometer a precisão mínima requerida na artilharia. Além disso, defende também que tal método é mais confiável devido a sua vasta utilização ao longo dos anos, coletando dados e os utilizando para o desencadeamento de fogos.

A teoria que ampara nossa pesquisa pode ser assim resumida: devemos utilizar o método de levantamento topográfico mais efetivo para conseguir resultados de forma mais rápida e precisa. Assim, precisamos saber qual método que segue esse parâmetro, seja usando aparatos tecnológicos, seja sem usá-los. Logo, poderemos comparar a eficácia e a eficiência das técnicas e trabalhar com a mais adequada.

Para isso, é necessário compreender o conceito de eficiência e eficácia, conhecendo suas diferenças. Segundo o artigo Definições de eficiência, eficácia e efetividade para o Gestor de Conteúdo (2013), a eficácia é uma análise do resultado de uma determinada atividade em que o objetivo final é cumprido, como um atirador que consegue acertar seu alvo independente das condições e meios gastos para isso. Já a eficiência prima a qualidade do trabalho desenvolvido, como um atirador que gastou a menor quantidade de munição e meios possíveis. A união de eficácia e eficiência é chamada de efetividade que, por sua vez, visa um trabalho de qualidade e com o objetivo final cumprido, como um atirador que gasta a menor quantidade de munição e meios e ainda consegue atingir o alvo cumprindo seu objetivo final.

Diante do que encontramos na literatura acerca do tema, podemos identificar algumas questões que nos parecem problemáticas – como explicar como ocorrem os trabalhos topográficos nos dois métodos citados. Ou ainda mostrar em qual deles o resultado é obtido de forma mais rápida e precisa. Ou, colocado de outra forma, verificar qual método possui uma maior efetividade.

2.2 Referencial metodológico e procedimentos

Visando a investigar as lacunas no conhecimento até agora existente, foi formulado o seguinte problema de pesquisa: a Artilharia de Campanha deve apoiar a arma base pelo fogo, tendo seus tiros de obuses como sua principal ferramenta. Assim, a precisão e a velocidade para agir se tornam fatores fundamentais para o bom cumprimento de sua missão. Logo, para atingir esses fatores, é necessário um trabalho topográfico cada vez mais efetivo. Portanto, é oportuno problematizar a questão: o levantamento topográfico utilizando aparelhos eletrônicos é mais efetivo ou menos efetivo do que o levantamento sem utilizá-los?

Partimos da premissa de que devemos saber como é realizado o levantamento de dados pelo método clássico. Após isso, devemos saber como ocorre o mesmo levantamento mas utilizando GPS e telêmetro laser. Por fim devemos comparar os resultados no que tange a efetividade. Sendo assim, podemos enunciar as hipóteses de nossa investigação da seguinte maneira:

- a) Se o GPS for utilizado no levantamento topográfico, então este será mais efetivo do que o levantamento pelo método clássico que não o utiliza.
- b) Se o telêmetro laser for utilizado no levantamento topográfico, então este será mais efetivo do que o levantamento pelo método clássico que não o utiliza.

Logo, trabalhamos com as variáveis eficiência e eficácia que, juntas, formam a efetividade. Nas condições do combate moderno, tais variáveis podem ser vistas na topografia através da quantidade e peso do material empregado, no número de pessoas empregado para realização do trabalho, na rapidez com que o mesmo é realizado e em sua precisão.

Nossos objetivos foram mostrar como é a utilização do GPS e do telêmetro laser no levantamento topográfico. Depois, comparar o rendimento deste levantamento com o resultado do trabalho topográfico através do método clássico.

Com o propósito de operacionalizarmos a pesquisa, adotamos os procedimentos metodológicos descritos abaixo.

Primeiramente, realizamos uma pesquisa bibliográfica visando a rever a literatura que nos fornecesse base teórica para prosseguirmos na pesquisa. Desse trabalho, destacam-se os procedimentos e características do levantamento topográfico clássico, que serve de base para o processo com o uso de equipamentos eletrônicos. Dentre os procedimentos e características, podemos citar medidas de distâncias e ângulos, utilização de goniômetro-bússola e trena, determinação de direções e a precisão dos pontos determinados.

Nossa primeira constatação foi que foram editados até o momento dois manuais doutrinários sobre o assunto. Quanto à qualidade das fontes encontradas, podemos dizer que atendem às perspectivas deste trabalho, tendo em vista que abordam o tema de forma clara e precisa. Destacam-se, pela qualidade, pertinência e atualidade, as obras de Veiga (2012) que embasam nosso trabalho de forma a propiciar maior fluidez no desenvolvimento do mesmo. Assim o resultado da pesquisa foi obtido com maior facilidade e eficiência.

Amparados nessa base teórica, passamos a coletar dados por meio de consultas a documentos utilizados nas escolas de formação do Exército Brasileiro. Esses documentos foram de fundamental importância para ampliar nossos conhecimentos a respeito do tema. Como exemplos podemos citar o CI 6-199/1 O Levantamento Topográfico Eletrônico (BRASIL, 2005) e o Manual de Campanha C 6-199 Topografia do Artilheiro (BRASIL, 1986).

Adotamos como instrumento de coleta de dados o fichamento. Assim, podemos organizar os dados colhidos para serem usados da melhor forma neste trabalho. Nossos objetivos foram apresentar o trabalho de levantamento de dados no terreno com e sem a utilização de meios eletrônicos e comparar os resultados. As obras, em sua maioria, foram obtidas em cadernos de instrução, manuais e artigos da internet. O critério de seleção adotado foi o que melhor satisfazia as propostas do trabalho.

3 TOPOGRAFIA

Sempre houve a necessidade do ser humano conhecer o espaço onde vive, seja por motivos de guerra, de sobrevivência ou até mesmo para orientação. Para isso, com o passar do tempo, meios e técnicas foram desenvolvidas de forma progressiva e a topografia é uma dessas ferramentas.

No Exército Brasileiro, todas as atribuições específicas para o seu bom funcionamento, são desempenhadas pelas armas de Infantaria, Cavalaria, Comunicações, Engenharia, serviço de Intendência e do quadro de Material Bélico. Além dessas, temos a arma de Artilharia que, por sua vez, é dividida em três grandes campos: Artilharia de Costa, Artilharia Antiaérea e Artilharia de Campanha, sendo que este último faz grande uso da topografia.

Esse uso ocorre porque a topografia é de vital importância no combate, pois sem ela não se tem dados suficientes sobre o terreno no qual se atua. Sendo assim, a Artilharia de Campanha estabeleceu um subsistema próprio para gerenciar os trabalhos topográficos necessários para o desencadeamento de seus tiros e cumprimento de sua missão que pode ser vista em Brasil (1997):

A Artilharia de Campanha tem por missão apoiar a força pelo fogo, destruindo ou neutralizando os alvos que ameacem o êxito da operação. Ao cumprir essa missão, a Artilharia de Campanha realiza as seguintes ações:

- apoia os elementos de manobra com fogos sobre os escalões avançados do inimigo;
- realiza fogos de contrabateria dentro do alcance de suas armas;
- da profundidade ao combate, pela aplicação de fogos sobre instalações de comando, logística e de comunicações sobre reservas e outros alvos situados na zona de ação da força.

Segundo Brasil (1997), para executar tal tarefa, a Artilharia de Campanha é dividida em subsistemas. São eles: Meteorologia, Comunicações, Linha de Fogo, Direção e coordenação, Logística, Observação, Busca de Alvos e, como alvo de nossa pesquisa, o subsistema de Topografia.

3.1 Áreas de levantamento topográfico

Para realizar o estudo do terreno onde se quer atuar, a Artilharia de campanha realiza o levantamento topográfico dividindo-o em três áreas: área de posições, área de conexão e área

de alvos. Cada uma dessas possui características e procedimentos específicos que as distingue.

Segundo Brasil (1986), da área de posições se pode extrair:

- (1) O levantamento da área de posições compreende os trabalhos topográficos necessários ao estabelecimento de:
 - (a) Localização dos CB e radar;
 - (b) DR para orientação dos instrumentos;
 - (c) DV ou AV para cada bateria de tiro.

Assim, de acordo com Brasil (1986), podemos ver que na área de posições, o foco dos trabalhos está no CB que significa centro de bateria (sendo bateria uma unidade da Artilharia equivalente a uma companhia, tipicamente comandada por um capitão); na DR que significa direção de referência (utilizada para orientar os instrumentos para se obter os dados de forma precisa); e na DV ou AV que significam, respectivamente, direção de vigilância e ângulo de vigilância (direções para apontar a bateria).

Já na área de conexão, podemos ver em Brasil (1986) o seguinte:

- (1) O levantamento da área de conexão tem por finalidade colocar na mesma trama a área de alvos e a área de posições.
- (2) Visa determinar: um ou mais observatórios extremos de base na área de alvos ou, ainda, estabelecer um ponto de referência, a partir do qual a Turma da Área de Alvos fará o levantamento dessa área e dos observatórios.

Logo, podemos ver que a principal função da área de conexão é deixar na mesma trama a área de alvos e a área de posições. Para isso, os principais pontos dessa área são os postos de observação ou, um ponto de referência para que ocorra o levantamento destes.

Por último, a área de alvos também é abordada no seguinte trecho de Brasil (1986):

- Na área de alvos o levantamento topográfico visa:
- (1) Determinar as coordenadas (E, N, H) dos pontos notáveis (PV, AA, pontos de controle de fotos aéreas, etc.);
 - (2) Determinar as coordenadas da base AS (se for o caso).

Nessa área podemos notar que é dada mais atenção à determinação da coordenada dos alvos PV e AA (respectivamente ponto de vigilância e alvo auxiliar). Ainda com relação a essa área, podemos verificar a importância de determinar as coordenadas da base “AS” que é uma linha imaginária que liga os postos de observação.

3.2 Prancheta de tiro

A prancheta de tiro é confeccionada através dos dados colhidos pelos trabalhos topográficos feitos no terreno. Assim, esses dados podem ser usados para executar os tiros de artilharia com precisão e segurança.

Existem três tipos de pranchetas:

- Prancheta de Tiro Precisa (PTP);
- Prancheta de Tiro Sumária (PTS);
- Prancheta de Tiro de Emergência (PTE).

Cada uma dessas possui características específicas que a distingue das demais. Logo, a escolha de qual prancheta realizar estará em função da situação tática, do tempo disponível, das fontes de dados utilizadas e da precisão requerida.

Segundo Brasil (1998), o levantamento topográfico na PTP pode ser realizado por:

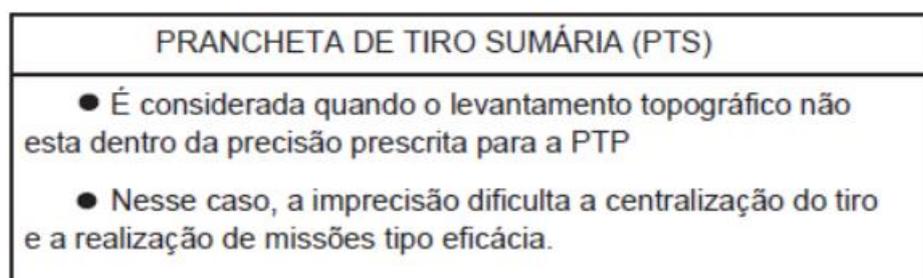
- Sistemas de posicionamento automatizado como o GPS;
- Inspeção na carta;
- Processos clássicos;
- Combinação desses.

A tolerância máxima de precisão aceita nessa prancheta é de até 20 metros (inclusive) de erro em posicionamento circular, de 2 milésimos de erro em direção e de até 10 metros (inclusive) de erro em altura (BRASIL 1998).

O tempo do levantamento da PTP varia de acordo com o material usado como veremos nos capítulos específicos desse trabalho.

Além da PTP, também é possível utilizar a PTS, que é obtida quando o levantamento topográfico não está dentro da precisão estabelecida para a PTP ou quando não é possível verificar tal fato. Isso torna a PTS menos precisa em comparação com a anterior, assim dificultando algumas missões de artilharia, como pode ser visto em Brasil (1998):

Figura 1 – Prancheta de tiro sumária (PTS)



Fonte: Brasil (1998)

Outra opção que também pode ser usada na artilharia é a PTE. Essa prancheta é utilizada geralmente em situações de deslocamento, quando não foi realizado nenhum levantamento de dados do terreno e não se tem nenhum equipamento topográfico como cartas ou aparelhos eletrônicos. Sendo assim, a PTE é realizada baseada nos próprios tiros efetuados pela bateria que a utiliza.

A prancheta de tiro de emergência não será usada nesse trabalho tendo em vista que não utiliza nenhum método de levantamento topográfico, seja com o uso de equipamentos eletrônicos ou sem utiliza-los.

4 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO USANDO O MODO CLÁSSICO

Como vimos até agora neste trabalho, a topografia é de fundamental importância para a execução dos tiros da artilharia de campanha. Portanto, quanto mais efetivo for esse levantamento de dados, melhor será o cumprimento dos objetivos da mesma.

Logo, é de suma importância o tempo gasto na realização dos trabalhos, o que pode ser visto no tempo necessário para a confecção das pranchetas de tiro. No modo clássico, uma PTP leva mais de cinco horas para ser realizada. Já uma PTS leva de quatro a cinco horas para ser finalizada.

Sendo assim, na Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro, o levantamento topográfico pode ser realizado através do modo clássico ou com a utilização de aparelhos eletrônicos. Neste capítulo abordaremos como o modo clássico é executado, os materiais usados e o pessoal empregado. Deve ser enfatizado que os procedimentos descritos neste capítulo são constantes a uma bateria e, para que o levantamento topográfico do grupo esteja completo, é necessário que cada bateria execute esses procedimentos.

4.1 Materiais utilizados

Segundo Brasil (1986) os materiais usados no levantamento são divididos em instrumentos e acessórios. O primeiro compreende materiais para medir ângulos e distâncias enquanto que o segundo são materiais usados para balizar direções, nas marcações do terreno, no registro dos dados conhecidos e dos medidos no terreno, nos cálculos de levantamento e nas locações gráficas. Tendo em vista tal divisão, temos a seguir alguns instrumentos utilizados nos levantamentos normais da Artilharia de Campanha:

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

Além destes, temos também alguns acessórios que podem ser usados:

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

Com base no objetivo de nosso trabalho, daremos ênfase nas características de alguns materiais utilizados no levantamento topográfico pelo modo clássico como a trena e o goniômetro – bússola (GB).

4.1.1 Trena

Segundo Brasil (1986), a turma que opera a trena no levantamento topográfico é composta por dois homens: o operador de vante e o operador de ré. Apesar dos dois serem essenciais para a precisão dos trabalhos, o operador de ré é o chefe da turma.

O processo de levantamento, também segundo Brasil (1986), ocorre da seguinte forma:

O operador de vante desloca-se sobre o trecho a medir, segurando a extremidade da trena e levando 10 fichas de aço [...]; durante seu deslocamento, fita sempre o ponto de destino [...]. 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, segundo as indicações do operador de ré; ao comando “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 à graduação zero, anunciando “Pronto”. Ambos prosseguem, dando o operador de ré o comando de “Alto” ao se aproximar da ficha que o operador de vante acabou de plantar, retirando-a, quando tiver de deslocar-se para a próxima.

Nestes procedimentos, é de fundamental importância que os dois operadores da trena sejam meticolosos e estejam atentos para que não incidam em erro. As fichas colocadas no terreno são estacas metálicas que simbolizam um comprimento de trena.

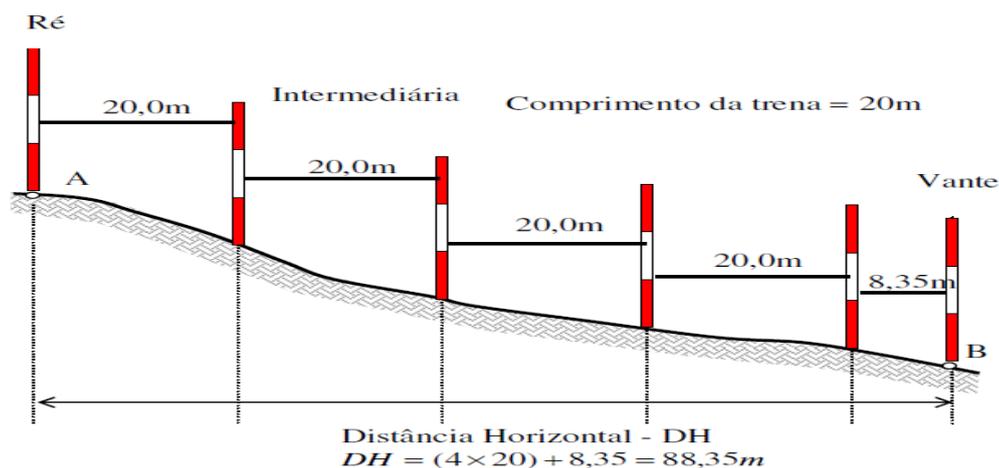


Figura 2 – Medida de distância em vários lances

Fonte: Veiga (2012)

Segundo Brasil (1986), o desvio máximo tolerável no alinhamento da trena é de 0,5 metros nos lances de uma extensão de trena de 30 metros. Os operadores deverão, por estimativa, manter a trena na horizontal o que, nos terrenos muito dobrados ou cobertos, possivelmente será feito com dificuldade.

4.1.2 Goniômetro – bússola

Alguns aspectos devem ser observados sobre o GB visando o conhecimento básico deste instrumento para que possamos prosseguir, tendo em vista o objetivo dessa pesquisa.

Segundo Brasil (1990), o Goniômetro – bússola serve para medir ângulos horizontais e verticais em milésimos. Assim, sua utilização é largamente empregada nas unidades de artilharia.

Esse instrumento deve ser orientado pelo norte de quadrícula (NQ) ou pelo norte magnético (NM) com o uso de sua bússola ou usando algum ponto de referência de lançamento conhecido.



Figura 3 – Goniômetro - bússola

Fonte: Brasil (1990)

Algumas partes do GB que são imprescindíveis para sua básica compreensão são, de acordo com Brasil (1986):

- 1 – Sua luneta, que aumenta cinco vezes a imagem e que possui uma ocular que permite a focalização da imagem de acordo com a acuidade visual do operador;
- 2 – Sua bússola, que pode ser usada para a orientação do instrumento;
- 3 – Nível esférico, que serve para nivelar o instrumento.

Tendo em vista a bússola do instrumento, este deve ser operado com certas distâncias mínimas de linhas elétricas de alta tensão e de objetos de ferro e de aço, como pode ser visto em Brasil (1986):

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 toneladas, fios telegráficos, etc.....	40 m

Arame farpado, armas portáteis, etc.....	10 m
Pequenos objetos feitos com aço ou ferro (lapiseiras, aros de óculos, etc).....	5 m

Ainda vale a pena salientar que devido à justeza dos trabalhos com o GB, este admite a precisão de 1/500 no levantamento topográfico e, para isso, deve-se realizar duas medidas com o instrumento (BRAGA, 2015).

4.2 Pessoal empregado

Conforme Brasil (1986), o efetivo mínimo da Turma de Observação e Topografia (Tu Obs Topo) que deve ser empregado nos procedimentos do levantamento topográfico, além do Adjunto S/2 que supervisiona os trabalhos, é o seguinte:

- 2º Sargento auxiliar de Topografia (Chefe da Turma)..... 1 (um)
- 3º Sargento auxiliar de topografia (Registrador)..... 1 (um)
- Cabo Operador de Instrumento..... 1 (um)
- Cabo Calculador..... 1 (um)
- Soldado Calculador..... 1 (um)
- Soldado Auxiliar de Topografia (Balizadores avante e a ré)..... 2 (dois)
- Soldado Auxiliar de Topografia (Operadores de Trena)..... 2 (dois)
- Soldado Motorista..... 1 (um)

Tal efetivo, por ser reduzido, deverá realizar os trabalhos em uma área de cada vez.

4.3 Procedimentos na área de posições

Como vimos anteriormente neste trabalho, o levantamento da área de posições consiste em obter os dados do CB, da DR e a DV ou AV para cada bateria de obuses. Para isso, o procedimento utilizado é o caminhamento, no qual são estipuladas uma série de estações de caminhamento sendo que a primeira destas é em um ponto de coordenadas conhecidas. Entre essas estações é feita a trenada dupla para medir as distâncias e, além disso, também é mensurado o sítio para a estação avante e os ângulos horizontais entre as estações a ré e avante. Tais medidas angulares são realizadas com o uso do goniômetro – bússola.

Com base em Brasil (1986), normalmente o caminhamento mais utilizado é o caminhamento fechado (começa na Referência de Posição de Grupo, que é um ponto de coordenadas conhecida, e termina no mesmo ponto de origem ou em outro ponto de

coordenadas conhecidas). Porém, se o terreno impede a utilização de um caminhamento fechado, por apresentar obstáculos como rios, a triangulação deve ser usada para transpor esses obstáculos.

A triangulação é um método que utiliza relações trigonométricas para obter as coordenadas de um determinado ponto. Neste processo, é necessário realizar o estacionamento do GB nos 3 vértices do triângulo para medir os 3 ângulos. Devido a este fato, tal método é muito utilizado na Área de Posições, tendo em vista que não seria possível na Área de Alvos, pois não é plausível estacionar o GB onde o inimigo pode estar e na Área de Conexão não tem necessidade de tal processo (BRASIL, 1986).

Para Brasil (1986), da EO mede-se o ângulo horizontal e a distância até o CB para depois, com a coordenada da EO e com a distância e lançamento da mesma para o CB, ser possível calcular a coordenada do CB. Da EO determina-se também uma DR para um ponto afastado a uma distância ideal superior a 300 metros, ou na inexistência, uma baliza colocada na mesma distância. Além disso, o AV é calculado a partir da coordenada do PV que é fornecida pelo pessoal atuante na Área de Alvos.

4.4 Procedimentos na área de conexão

Como pode ser visto em Brasil (1986), os objetivos na Área de Conexão é colocar na mesma trama a Área de Posições e a Área de Alvos. Além disso, deve-se determinar um ou mais observatórios extremos de base na área de alvos ou, ainda, estabelecer um ponto de referência, a partir do qual a turma da Área de Alvos fará o levantamento dessa área e dos observatórios.

Além disso, podemos ver, também em Brasil (1986), o seguinte procedimento:

Normalmente, utiliza-se o caminhamento fechado (quando não, deve-se fechá-lo na primeira oportunidade), começando na RPG. É possível, desde que o terreno imponha, usar uma triangulação ou interseção avante (este, o pior processo, por ser mais impreciso que aquele). A escolha do processo a empregar será em função da decisão do Adjunto do S/2, levando em consideração o tempo disponível, material empregado, pessoal empenhado e principalmente as imposições do terreno.

O processo de interseção avante é semelhante ao de triangulação, porém não é necessário estacionar o GB nos 3 vértices do triângulo, pois o ângulo do terceiro vértice é obtido através de trigonometria utilizando os ângulo interno dos outros 2 vértices (soma dos ângulos internos de um triângulo é igual a 180° ou 3200 milésimos).

4.5 Procedimentos na área de alvos

Segundo Brasil (1986), na Área de Alvos, o levantamento topográfico visa:

- (1) Determinar as coordenadas (E, N, H) dos possíveis alvos (PV, AA, etc);
- (2) Determinar as coordenadas da base “AS” (base que liga os dois PO), se for o caso.

Para isso, normalmente é utilizado a interseção avante devido a impossibilidade de estacionar nas posições dos alvos. “Além disso, é importante salientar que na interseção avante, o ângulo do vértice (Alvo) tem um valor ideal de 300” (milésimos) e um valor mínimo de 150”. Isso para assegurar a precisão de 1/500.

4.6 Conclusão parcial

Diante dos dados apresentados neste capítulo, podemos realizar as seguintes inferências:

Tendo em vista os materiais utilizados no levantamento topográfico pelo modo clássico, que é subdividido em basicamente sete instrumentos e seis acessórios, temos, dentre eles, alguns itens de grande relevância como trena de aço, GB, fichas de aço, balizas e estacas. Todos esses itens devem ser levados para o levantamento, o que, sendo uma quantidade relevante de material e peso a ser conduzida, dificulta o processo.

Dentro desse mesmo escopo de materiais, a trena possui algumas características que valem ser ressaltadas. Dentre elas, um importante fato é a sua extensão, que pode variar até um máximo de 100 metros, o que torna necessário várias medições quando as distâncias são maiores. Isso acarreta uma maior imprecisão e um maior tempo agregado.

Além da trena, ainda sobre materiais, o goniômetro – bússola é de fundamental importância no levantamento de dados. Porém sua precisão se restringe a 1/500, além de poder sofrer interferências por tensões elétricas ou materiais metálicos.

Quanto ao pessoal empregado, pode-se constatar que, mesmo se considerando o efetivo mínimo para os trabalhos, o levantamento topográfico pelo modo clássico exige uma considerável quantidade de pessoas para ser realizado. Isso também leva a uma maior coordenação necessária para a condução das atividades.

Além desses fatos, o tempo necessário para finalizar os trabalhos é realmente grande, sendo de mais de 5 horas em uma prancheta de tiro precisa. Isso é de grande importância pois, como vimos anteriormente, a velocidade dos trabalhos é essencial para o bom cumprimento da missão da artilharia.

5 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO USANDO GPS E TELÊMETERO LASER

No capítulo anterior, o enfoque foi dado sobre o levantamento pelo modo clássico. Já este capítulo será centrado no levantamento topográfico usando GPS e telêmetro laser. Conforme nos traz Brasil (2005), os principais materiais que são empregados neste tipo de levantamento são:

- 1 – Cinco GPS;
- 2 – Cinco rádios;
- 3 – Cinco relógios;
- 4 – Dois telêmetros laser; e
- 5 – Dois GB.

Sendo assim, daremos uma introdução sumária sobre o GPS e o telêmetro laser e, de forma sucinta, apresentaremos o funcionamento de ambos.

5.1 GPS

De acordo com Silva (2002), o GPS tem por função principal conseguir a distância entre 2 pontos, o receptor que é representado pelo usuário civil ou militar, e o satélite. Para isso, o sistema segue o princípio da trilateração, o qual com um mínimo de 3 pontos conhecidos obtém-se o posicionamento do receptor.

5.1.1 Funcionamento do GPS

Como podemos ver em Silva (2002), para uma melhor administração do sistema GPS, realizou-se uma divisão deste sistema em 3 componentes básicos, os quais são identificados por:

- Segmento Espacial;
- Segmento de Controle; e
- Segmento de Usuários.

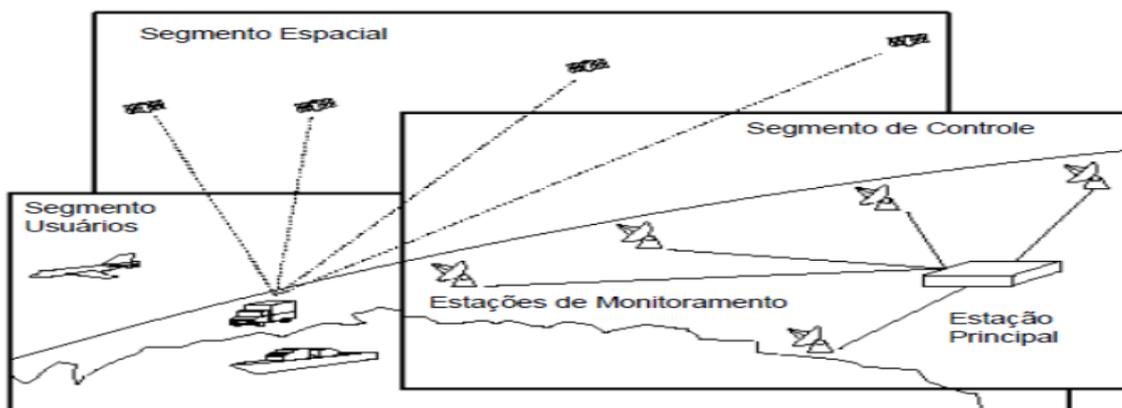


Figura 4 – Representação dos 3 segmentos que compõem o sistema NAVSTAR - GPS

Fonte: Silva (2002)

O segmento espacial opera com diversos satélites distribuídos em 6 planos orbitais distintos, contendo 4 satélites em cada plano. Essa distribuição se dá de tal modo que fica garantido uma visibilidade mínima de 4 satélites a qualquer hora do dia em qualquer ponto do globo terrestre (SILVA, 2002).

Os dados citados acima mostram a abrangência e a confiabilidade atual do sistema GPS para navegação, tendo em vista que em todo o planeta sempre haverá suporte visual via satélite.

O segmento de controle pode ser considerado o alicerce do sistema, sendo que possui 5 estações de monitoramento posicionadas ao longo da linha do equador e uma estação de controle central nos EUA. Dentre estas estações, três delas tem a função de transmitir dados aos satélites para corrigir o sistema de tempo e determinar as órbitas dos mesmos. Este conjunto de informações é transmitido pelos satélites aos receptores do segmento de usuários, permitindo assim a correta navegação (SILVA, 2002).

Como pode ser visto, o segmento de controle é composto por bases no planeta que recebem e enviam mensagens aos satélites a fim de corrigir qualquer erro no sistema de tempo e na rota de órbita dos mesmos.

Por fim, segundo Silva (2002), os utilizadores dentro do segmento de usuários podem ser separados em dois grupos: de uso militar e de uso civil. Os militares têm alguns privilégios quanto à precisão e quanto a sua utilização em armamentos teleguiados como mísseis e foguetes. Já no uso civil, a gama de usuários é ainda maior, pois as aplicações desta tecnologia têm se mostrado ilimitadas (o Exército Brasileiro utiliza o sistema como um usuário civil).

5.2 Telêmetro laser

Com a chegada ao mercado dos MED's, medidores eletrônicos de distâncias, não havia mais a obrigação de medir as distâncias entre pontos topográficos utilizando as trenas. O novo equipamento era descomplicado e com precisão mais aguçada (BRAGA, 2015).

Sendo assim, os medidores eletrônicos de distâncias são de grande valia nos trabalhos topográficos pois possuem grande precisão e facilidade de manuseio. Logo, tal aparato é fundamental visando o objetivo de nosso trabalho.

5.2.1 Funcionamento do telêmetro laser

O funcionamento do telêmetro laser constitui-se no envio de um feixe de laser estreito na direção do objeto ao qual se deseja medir a distância e mede-se o tempo tomado para este feixe percorrer o espaço até o retorno ao aparelho (BRAGA, 2015).

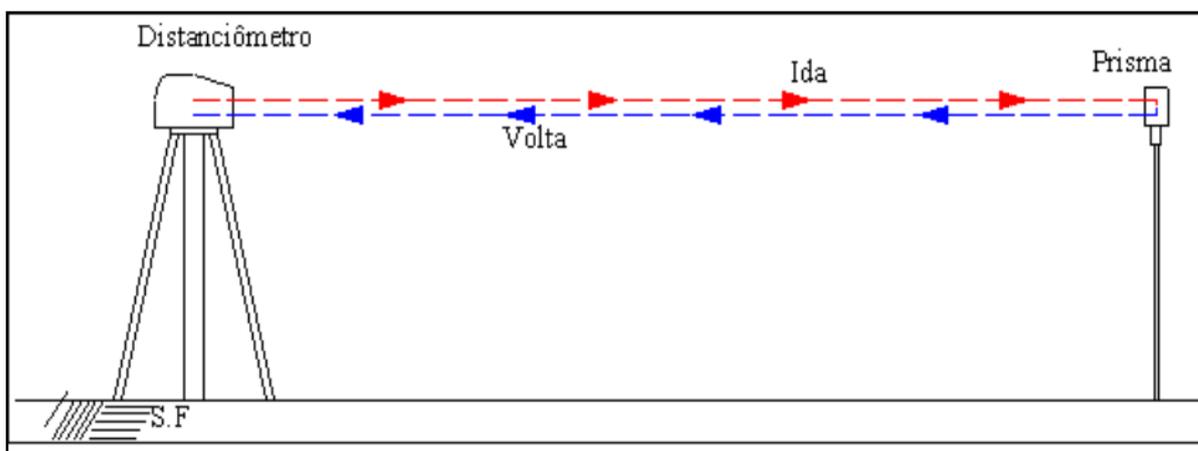


Figura 5 – Medidor de Distância Eletrônico

Fonte: Veiga (2012)

Como pode ser visto, o laser sai do aparelho e percorre uma trajetória até encontrar o objeto. Depois disso, o laser é refletido e retorna pela mesma trajetória até ser recebido pelo aparelho. Assim, através de uma conta simples onde a distância é igual a velocidade do laser vezes o tempo desde sua emissão até sua recepção, este aparelho consegue medir o espaço até o objeto.

Segundo Braga (2015), a precisão do aparato também é um dado importante. Ela é determinada pela qualidade do laser e a velocidade de recebimento do sinal pelo aparelho. Há diferenças, também, entre os aparelhos de mercado, contudo a variação da precisão é na escala de milímetros.

Tal fato mostra uma precisão e praticidade elevadas do telêmetro laser. Isso é de grande valia para os trabalhos topográficos devido a cooperar para uma melhor precisão e uma maior agilidade na execução do levantamento de dados.

Além disso, o alcance dos telêmetros laser pode variar de acordo com o aparelho, mas em média, os aparelhos chegam a um alcance de 2000 metros. Isso pode ser visto no caso do aparelho “Cobra” que apresenta um alcance de 50 metros até 2500 metros (ITL OPTRONICS LTD, 2009).

5.3 Procedimentos usando GPS e telêmetro laser no levantamento topográfico

De acordo com Brasil (2005), o pessoal necessário para o levantamento topográfico utilizando o GPS e o telêmetro laser se restringe aos seguintes elementos: Adjunto S/2 (Adj S/2), Oficial de Reconhecimento (O Rec) 1, 2 e 3, Sargento Auxiliar de Reconhecimento (Sgt Aux Rec) 1, 2, 3 e o Sargento Auxiliar Topo (Sgt Aux Topo). Com esse efetivo, já é possível realizar os trabalhos em todas as áreas ao mesmo tempo, o que acelera e facilita o levantamento de forma exímia.

Devido à rapidez, precisão e simplicidade desses aparatos tecnológicos, os trabalhos realizados serão constantes ao grupo como um todo e não apenas a uma bateria. Logo, com apenas um levantamento topográfico, todos os centros de bateria estarão aptos para serem utilizados.

Consta em Brasil (2005) que os procedimentos de campo são, basicamente, efetuados da seguinte forma:

- 1) O Adj S/2 reúne todo o pessoal realiza o acerto de relógios, distribui os rádios, os GPS e o telêmetro laser. Além disso, ele padroniza o local de reunião após a conclusão dos trabalhos de campo.

- 2) O Adj S/2 posiciona-se na RPG (ponto de coordenadas conhecidas); os Sgt Aux Rec 1, 2 e 3, sob o comando do O Rec 2, respectivamente nos CB 1, CB 2 e CB 3; os O Rec 1 e 3 em dois P Obs distintos que posteriormente serão usados para a condução dos tiros.

- 3) O Adj S/2 padroniza o horário em que será ligado o aparelho GPS que está sob posse dos membros da turma de levantamento e, estabelece também, quando ocorrerá a marcação das coordenadas dos pontos desejados em cada área.

- 4) Durante o levantamento o Adj S/2 controla o tempo pela rede rádio, relatando quanto tempo falta para a marcação.

5) No horário determinado, todos os militares fazem a marcação das coordenadas de seus pontos.

6) O Adj S/2 poderá, também, realizar a marcação das coordenadas enviando o comando pelo rádio.

7) Os O Rec 1 e 3 também podem estabelecer o lançamento para os pontos afastados do PO de modo a obter suas DR; realiza, também, uma leitura para o PV e para os AA, retirando o lançamento e a distância para os mesmos.

8) Depois de terminados os trabalhos, todos se reúnem com o Adj S/2 no ponto previamente padronizado e calculam as coordenadas dos pontos.

Após esses procedimentos, é comparada a coordenada conhecida da RPG com a coordenada do mesmo ponto obtida pelo GPS. Essa mesma diferença posicional deve ser aplicada aos demais pontos levantados simultaneamente pelo GPS. Assim, todos os pontos ficarão em uma mesma trama topográfica (BRASIL, 2005).

Os lançamentos necessários podem ser feitos utilizando o GPS de forma que o usuário se desloca até o ponto para o qual se quer medir o lançamento (por exemplo um ponto afastado para usar de referência como uma DR) e realiza uma marcação no mesmo. Assim o próprio GPS informará o lançamento para este ponto.

Porém, não é possível se posicionar nos alvos para realizar a marcação, logo este procedimento não pode ser feito para medir os lançamentos para os mesmos. Assim, neste caso, é utilizado o GB para realizar a leitura do lançamento. Já a distância pode ser aferida com o telêmetro laser, que garante uma precisão extremamente maior nos trabalhos, refletindo assim no resultado dos tiros.

Uma PTP neste tipo de levantamento possui uma tolerância máxima de precisão de posicionamento de 20 metros de erro de precisão circular, de menos de 2" de erro de direção e de menos de 10 metros de erro de altura. Para isso ser feito, o tempo necessário para os trabalhos é de até duas horas (BRASIL, 2005).

Já uma PTS é assim diferenciada em Brasil (2005):

Podemos verificar que os procedimentos são os mesmos que para a PTP. Sua única diferença consiste em realizar o fechamento em pontos de coordenadas conhecidas para verificar se atende aos requisitos [...]. Caso não tenhamos pontos de coordenadas conhecidas, [...], não poderemos comparar as coordenadas e verificar sua tolerância.

Logo, sua única diferença é a não possibilidade de fechamento, ou seja, a não possibilidade de realizar a marcação em algum ponto de coordenadas conhecidas. Sendo assim, o tempo de duração do levantamento também é de até duas horas. Desta forma são de grande valia no levantamento topográfico.

Isso se deve ao fato de esse sistema de posicionamento (GPS) fornecer uma precisão de centímetros e que permite a determinação instantânea de velocidade e tempo, suprimindo dessa forma as necessidades do exército (CORRÊA, 2001).

5.4 Conclusão parcial

Tendo em vista o material utilizado no levantamento topográfico com o uso de GPS e telêmetro laser que consiste em 5 GPS, 5 rádios, 5 relógios, 2 telêmetro laser e 2 GB, podemos notar que não é uma quantidade grande de material e peso. Assim, o deslocamento e os trabalhos são facilitados.

Dentro desse assunto, o telêmetro laser possui características importantes a serem ressaltadas como o fato de terem um grande alcance que ultrapassa os dois mil metros. Desta forma, a maioria das distâncias pode ser mensurada de uma única vez, diminuindo assim a imprecisão e o tempo necessário para os trabalhos.

Já em relação ao levantamento das coordenadas com o GPS, podemos verificar neste capítulo que o sistema de posicionamento GPS pode fornecer uma precisão de centímetros. Sendo assim, o levantamento de dados se torna mais preciso e confiável.

Sob a ótica do efetivo empregado, podemos analisar que com apenas oito pessoas é possível realizar os trabalhos topográficos de todo o grupo. Dessa forma, com um pequeno efetivo disponível pode-se realizar o levantamento de dados.

Por fim, o tempo necessário para a confecção, tanto de uma PTP, quanto de uma PTS, é de até duas horas. Assim, tendo em vista a grande gama de coordenadas que são levantadas, pode-se afirmar que é um tempo consideravelmente curto.

6 Conclusão

Nossa pesquisa teve como objetivos apresentar a utilização do GPS e do telêmetro laser no levantamento topográfico da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro. Além disso, também foram observados como objetivos específicos, apresentar como é feito o levantamento de dados pelo método clássico, observando o tempo necessário, o material usado e o pessoal empregado. Feito isso, observando os mesmos aspectos, compararmos com o levantamento usando o GPS e o telêmetro laser, e analisarmos qual processo possui uma maior efetividade.

Os resultados encontrados foram extremamente favoráveis ao levantamento topográfico eletrônico. Isso se dá pelo fato de que a tecnologia agregada aos aparelhos gera uma precisão definitivamente maior. Assim, uma maior eficácia pode ser atribuída a esse tipo de levantamento.

Tendo em vista os materiais utilizados, o levantamento pelo modo clássico requer uma quantidade de materiais maior que o processo utilizando GPS e telêmetro laser. Isso faz com que os trabalhos sejam dificultados pelo volume de material a ser carregado no deslocamento e durante o levantamento em si. Logo, em questão de eficiência, o levantamento clássico também se encontra em desvantagem.

Ainda sobre materiais, podemos observar que o telêmetro laser possui um alcance muito maior em relação à trena. Logo, a precisão se torna muito maior utilizando o telêmetro laser, além do tempo requerido para os trabalhos ser muito menor.

Destaca-se também a diferença do goniômetro – bússola em relação ao GPS no levantamento dos pontos desejados, no qual o GPS realiza um trabalho mais preciso, em um tempo menor e necessitando de um efetivo atuante menor. Sendo assim, este é de grande valia no levantamento topográfico, podendo gerar melhores resultados.

Em relação ao efetivo empregado, os trabalhos no modo clássico de levantamento precisam de um número maior de pessoas do que utilizando o GPS e o telêmetro laser. Sendo assim, este acaba sendo mais eficiente do que aquele, pois consegue exercer o mesmo trabalho, porém utilizando menos recursos.

Diante destes resultados, podemos afirmar que o levantamento topográfico utilizando os aparatos tecnológicos possui características que se adequam mais ao contexto da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro do que o mesmo levantamento pelo modo clássico.

Logo, convém que esses aparelhos sejam distribuídos para as Unidades de Artilharia para que essas possam executar um trabalho com a maior excelência possível.

Sendo assim, a nossa hipótese de pesquisa foi de que se o GPS for utilizado no levantamento topográfico, então este será mais efetivo do que o levantamento pelo método clássico que não o utiliza. Além dessa, também tivemos como hipótese que se o telêmetro laser for utilizado no levantamento topográfico, então este será mais efetivo do que o levantamento pelo método clássico que não o utiliza. Ambas hipóteses puderam ser confirmadas no decorrer deste trabalho.

Os resultados alcançados nesta pesquisa podem ser generalizados, tendo em vista que de forma geral, se os requisitos previstos para os dois processos de levantamento de dados forem atingidos, os resultados obtidos com o uso do GPS e do telêmetro laser serão mais eficientes e eficazes. Portanto, convém sempre que possível, dar preferência para a realização do levantamento topográfico com o uso dos dois aparatos.

Concluimos então, analisando como ocorre o levantamento topográfico com o uso do GPS e do telêmetro laser e, comparando com o levantamento realizado pelo modo clássico, que o primeiro é mais efetivo que o segundo. Isso se deve ao fato do trabalho realizado, com o uso desses dois aparelhos, ser mais eficiente e eficaz do que o trabalho realizado no modo clássico de levantamento.

REFERÊNCIAS

ITL OPTRONICS LTD. (Israel) (Org.). **Manual do Operador: Telêmetro a Laser "Cobra"**. [s.l], 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de Levantamento Topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

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 (Org.). **C 6-199: Topografia do Artilheiro**. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1986.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa (Org.). **C 6-130: TÉCNICA DE OBSERVAÇÃO DO TIRO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 1990.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa (Org.). **C 6-199: GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA**. 4. ed. Brasília: EGGCF, 1998.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa (Org.). **C 6-1: EMPREGO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA**. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1997.

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

CORRÊA, D.C. **GPS como ferramenta para SIG**. Rio de Janeiro, Instituto Militar de Engenharia, 2001.

RODRIGUES, Darcy Arverino. **EVOLUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS TOPOGRÁFICOS ALIADOS A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2003. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

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

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.

Definições de eficiência, eficácia e efetividade para o Gestor de Conteúdo. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/educacao/artigos/44038/definicoes-de-eficiencia-eficacia>. Acesso em: 18/05/2016 às 20:53.