



ACADEMIA MILITAR

Novo método de pontaria das bocas de fogo com recurso a tecnologia GNSS

Autor: Aspirante Aluno de Artilharia Jorge Daniel Dias dos Santos

Orientador: Tenente Coronel de Artilharia Élio Teixeira dos Santos

Coorientador: Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia

Mestrado em Ciências Militares, na especialidade de Artilharia

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2020



ACADEMIA MILITAR

Novo método de pontaria das bocas de fogo com recurso a tecnologia GNSS

Autor: Aspirante Aluno de Artilharia Jorge Daniel Dias dos Santos

Orientador: Tenente Coronel de Artilharia Élio Teixeira dos Santos

Coorientador: Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia

Mestrado em Ciências Militares, na especialidade de Artilharia

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2020

EPÍGRAFE

“Be precise.

A lack of precision is dangerous when the margin of error is small.”

Donald Rumsfeld

DEDICATÓRIA

À minha família, camaradas e amigos.

Em especial, aos meus pais, avó e namorada,
por partilharem comigo todos os momentos que me fizeram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Não teria sido possível desenvolver este trabalho sem a dedicação de todos aqueles que contribuíram para a sua realização. Como tal, porque o merecem, importa deixar um especial agradecimento a todos.

Em primeiro lugar, quero agradecer à Academia Militar e à Escola da Armas, escolas que me formaram e dotaram de todas as ferramentas necessárias para o desempenho futuro das minhas funções enquanto oficial do Exército Português. Agradeço ainda por todo o apoio prestado na realização deste trabalho, contribuindo com pessoal, meios e infraestruturas.

Quero agradecer também ao Tenente Coronel de Artilharia Élio Santos e ao Major de Artilharia Humberto Gouveia por todo o apoio prestado na orientação deste trabalho, pelo conhecimento, pela motivação, pela disponibilidade, pela camaradagem e pelo esforço na procura do sucesso deste projeto. Souberam guiar-me na procura constante e rigorosa de conhecimento, apontando o caminho a seguir.

Importa deixar um agradecimento especial ao Tenente Coronel Nuno Jordão e ao Tenente Coronel Nuno Mira. Desde o primeiro momento se mostraram disponíveis e interessados no projeto, acompanhando a par e passo todo o percurso realizado. Além de todo o conhecimento que transmitiram, dos levantamentos topográficos que comigo realizaram, do material de topografia que me facultaram, foram ainda responsáveis pela formação e inclusão neste trabalho do *software* ArcGIS Pro, que vem enriquecer a estrutura do projeto. A equipa de docentes que formam, constitui um exemplo de conhecimento, dedicação e inovação ao serviço dos alunos da Academia Militar.

Gostaria ainda de agradecer ao Regimento de Artilharia nº 5, pela alocação de meios, pessoais e materiais, em função do trabalho de campo necessário à realização deste projeto. Em especial, ao Primeiro Sargento Carlos Silva, pelo conhecimento aplicado ao manuseamento do recetor TOPCON, pelos conselhos, e pelo interesse e disponibilidade postos ao dispor do projeto. Ainda ao Furriel Vasco Beirão, aos 2º Cabo Luís Batista e Diogo Martins e aos Soldados RC Bruno Pato, Gonçalo Oliveira, Raquel Lima, Jorge Silva, João Matias e Edgar Carvalho, que constituíram a secção necessária à execução do estudo, pelo empenho, resiliência e camaradagem com que, durante todo o dia, operaram o obus M114A1 155mm.

Um obrigado aos oficiais que participaram nas entrevistas, aos Capitães de Artilharia Marco Leite, Alves Mainha e Neves Saraiva, não só pela disponibilidade na pronta resposta

às entrevistas, mas também por todo o conhecimento transmitido que superou sempre o conteúdo das questões, com vista ao enriquecimento do trabalho.

Ao CIGeoE, pela disponibilização gratuita de informação topográfica em formato digital, que em muito veio enriquecer a estrutura do trabalho, e contribuir assim para a formação dos quadros do Exército.

Aos meus camaradas do Curso General António Garcia Rosado, com quem dividi quartos, casernas e salas de aula ao longo de 5 anos, com quem passei grandes momentos que com certeza não esquecerei e me ensinaram valores que não podia aprender em nenhuma sala de aula. Foram os mesmos camaradas com quem debati muitos aspetos deste trabalho, com quem realizei inúmeros exercícios e que sempre me colocaram questões que me fizeram investigar e saber mais. Por tudo isto, um sincero e sentido obrigado.

Por último, a todos aqueles que fiz questão de referir, e a todos aqueles que, por qualquer motivo, tomaram parte na realização deste projeto e não foram mencionados, obrigado.

RESUMO

Este trabalho, intitulado “Novo método de pontaria das bocas de fogo com recurso a tecnologia Global Navigation Satellite System”, tem como principal objetivo desenvolver um método de pontarias das bocas de fogo recorrendo à tecnologia em questão. O sistema baseia-se no tradicional método da “dupla baliza”, apontando as bocas de fogo através de um recetor TOPCON.

Para tal, o estudo obedece a uma metodologia de investigação quantitativa, onde se toma como ponto de partida a bibliografia portuguesa e americana, passando pela formulação, operacionalização e testagem do novo método utilizando o recetor TOPCON, até à recolha de dados junto dos comandantes de bateria de bocas de fogo, com vista à implementação do método nas unidades de Artilharia de Campanha do Exército Português.

Conclui-se que a aplicação do recetor TOPCON na execução do processo de pontarias, através da definição do rumo de uma referência, se apresenta como um método preciso, rápido e versátil. Confere maior precisão na pontaria das bocas de fogo, bem como no cálculo do tiro de Artilharia de Campanha.

Palavras chave: Pontaria, GNSS, GPS, RTK

ABSTRACT

This project, entitled “New gun laying method using Global Navigation Satellite System technology”, has as main purpose to develop a gun laying method using the referred technology. The system is based on the Portuguese “dupla baliza” traditional method, laying the guns with a TOPCON receiver.

For so, the study complies with a quantitative methodology, with the starting point on the Portuguese and American literature, undergoing the formulation, operationalization and testing of the new method using the TOPCON receiver, to the data gathering from the battery commanders, in order to implement and roll out in the Portuguese Army’s Field Artillery units.

It is concluded that the using of the TOPCON receiver in gun laying, thru the definition of the reference deflection, is a precise, fast and versatile method. It provides more precision to both laying and artillery firing.

Keywords: Gun Laying, GNSS, GPS, RTK

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 – PROCEDIMENTOS DE PONTARIA	4
1.1. Goniómetro-Bússola M2A2	4
1.2. Pontaria Recíproca	5
1.3. Goniómetro-Bússola com direção de orientação	7
1.4. Goniómetro-Bússola com graduação de declinação	8
1.5. Método da bússola declinada	9
1.6. Pontarias sobre ponto afastado	11
1.7. Preparação para ocupação noturna	12
1.8. Verificação da pontaria em direção	12
1.9. Síntese	13
CAPÍTULO 2 – PRECISÃO DO GNSS EM APOIO DA ARTILHARIA.....	14
2.1. O GNSS.....	14
2.2. Superfície da Terra	15
2.3. Projeções cartográficas.....	17
2.4. Rede SERVIR e RTK.....	19
2.5. Síntese	20
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	20
3.1. Definição de objetivos.....	21
3.2. Pergunta de partida e derivadas.....	21
3.3. Percurso metodológico	22
CAPÍTULO 4 – MÉTODOS E MATERIAIS	23
CAPÍTULO 5 – NOVO MÉTODO DE PONTARIAS	25
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS	28
6.1. Precisão do GB.....	28
6.2. Levantamentos topográficos e pontarias	31
6.3. Registo de dados e plano de implantação de bateria automático	34
6.4. Análise em ArcGIS Pro.....	37
6.5. Resultados das entrevistas.....	39
CAPÍTULO 7 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	43
7.1. Vantagens e desvantagens das atuais técnicas de pontaria	43

7.2. Novos métodos de pontaria com recurso a GNSS	44
7.3. Análise de vantagens, desvantagens e alterações.....	45
CONCLUSÕES.....	48
BIBLIOGRAFIA	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 1 – Pontaria recíproca	6
Figura nº 2 – Modelo do Geóide para Portugal continental – GeodPT08.....	16
Figura nº 3 - Síntese ilustrativa do método GNSS	27
Figura nº 4 - Registo e cálculo de pontarias	35
Figura nº 5 - Plano de implantação de bateria automático	36
Figura nº 6 – Unidade de AC estacionada no PCTop 1.....	38
Figura nº 7 - Comparação das coordenadas dos pontos	39
Figura nº 8 – Goniómetro-bússola M2A2	II
Figura nº 9 - Levantamento topográfico na parada da AM Amadora	III
Figura nº 10 – GB em estação	III
Figura nº 11 - BCP com bolha de nível	IV
Figura nº 12 - BCP com tripé de fixação.....	IV
Figura nº 13 – Levantamento da posição do aparelho de pontaria.....	V
Figura nº 14 - Colocação das BCP	V
Figura nº 15 - Manobras de entrada em posição com M114A1	VI
Figura nº 16 - Colocação do aparelho de pontaria à vertical da estaca	VI

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela nº 1 – Características técnicas do GB M2A2.....	4
Tabela nº 2 – Procedimentos de pontaria recíproca.....	7
Tabela nº 3 – Pontarias através de GB com DO	8
Tabela nº 4 – Pontarias através de GB com GD	9
Tabela nº 5 – Pontarias com bússola declinada	11
Tabela nº 6 – Diferenças entre referência IGeoE e DGT	17
Tabela nº 7 – Precisão do posicionamento/levantamento	24
Tabela nº 8 – Procedimentos do operador TOPCON	26
Tabela nº 9 – Coordenadas dos pontos utilizados para aferir a precisão do GB	28
Tabela nº 10 – Determinação do quadrante a que pertence o rumo	29
Tabela nº 11 – Rumo entre dois pontos determinado analiticamente.....	29
Tabela nº 12 – Rumo entre dois pontos utilizando o GB	30
Tabela nº 13 – Diferença entre rumos analíticos e com GB.....	31
Tabela nº 14 – Pontos de controlo topográfico.....	31
Tabela nº 15 – Registo dos testes efetuados no RA5	32
Tabela nº 16 – Tempo despendido no método da “dupla baliza”	33
Tabela nº 17 – Síntese das respostas às entrevistas	40

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Instalar e nivelar o GB M2A2

Apêndice B – Levantamento topográfico AM

Apêndice C – Trabalho de campo no RA5

Apêndice D – Guião de entrevista Cap Art Leite

Apêndice E – Guião de entrevista Cap Art Mainha

Apêndice F – Guião de entrevista Cap Art Saraiva

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AC	Artilharia de Campanha
AM	Academia Militar
AP	Autopropulsionado
AV	Ângulo de vigilância
AzM	Azimute magnético
Btrbf	Bateria de bocas de fogo
BCP	Baliza de conservação de pontaria
b.f.	boca de fogo
bfD	boca de fogo diretriz
CB	Centro de bateria
CIGeoE	Centro de Informação Geoespacial do Exército
Cmdt	Comandante
Dc	Direção
Dmc	Declinação magnético-cartográfica
DO	Direção de orientação
ED50	<i>European Datum 1950</i>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
EO	Estação de orientação
EUREF	<i>European Reference Frame</i>
FTX	<i>Field Training Exercise</i>
GAC	Grupo de Artilharia de Campanha
GB	Goniómetro-bússola
GD	Graduação de declinação
GLPS	<i>Gun Laying and Positioning System</i>
GLONASS	<i>Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
LFX	<i>Live Fire Exercise</i>
MC	Manual de Campanha
mils	milésimos
NEP	Norma de execução permanente

p.	página
PAO	Pelotão de Aquisição de Objetivos
PCTop	Ponto de controlo topográfico
PD	Pergunta derivada
PP	Pergunta de partida
PPP	<i>Precise point positioning</i>
QUTM	Quadrícula Universal Transversa de Mercator
RA5	Regimento de Artilharia nº 5
RDO	Rumo da direção de orientação
Reb	Rebocado
REOP	Reconhecimento, Escolha e Ocupação da Posição
RTK	<i>Real time kinematic</i>
RV	Rumo de vigilância
RA	Regimento de Artilharia
Sec	Secção
SICOM	Sistema Integrado de Comunicações das Forças Armadas
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TTP	Técnicas, táticas e procedimentos
UAS	<i>Unmanned Aerial System</i>
UT	Unidade de tiro
UTM	Universal Transversa de Mercator
VRS	<i>Virtual Reference Station</i>

INTRODUÇÃO

Tal como em todas as outras áreas do conhecimento, também a Artilharia de Campanha (AC) tem evoluído ao longo dos tempos e, face aos atuais cenários de emprego, esta enfrenta atualmente grandes desafios, sendo-lhe exigida elevada capacidade de fogo e movimento a fim de, por um lado, garantir a sobrevivência dos seus meios em combate e, por outro, assegurar um apoio de fogos permanente, adequado e preciso às unidades de manobra. Para tal, exige-se maior agilidade de procedimentos, o que requer uma evolução em paralelo da técnica e da tática.

No novo panorama do conflito, caracterizado na conferência “Future Artillery 2018”, segundo Avelar (2018), é essencial a agilidade de processos devido ao perigo iminente da contrabateria, tal como foi exposto por um oficial general ucraniano na mesma conferência, demonstrando que quando eram identificadas incursões aéreas às posições de artilharia ucranianas junto à fronteira com a Rússia, efetuados por *Unmanned Aerial System* (UAS) adversários, poucos minutos depois as forças que aí se encontravam eram alvo de ataques de foguetes e bocas de fogo (b.f.) de artilharia. Consequentemente foram introduzidas alterações táticas na ocupação de posições. Assim, numa “posição de espera devidamente camuflada, as secções das baterias passaram a deslocar-se e a entrar em posição rapidamente, realizavam a missão de tiro e recolhiam imediatamente, levando o adversário a executar fogos de contrabateria para posições já desocupadas” (Avelar, 2018, p. 28).

Dado este exemplo, fica bem patente a necessidade de uma rápida entrada em posição e execução de fogos eficazes e eficientes. Posto isto, manifesta-se a necessidade de adquirir dados de posicionamento automático, com correções em tempo real, dos quais resultem elementos de tiro precisos. No caso dos obuses norte americanos, segundo Headquarters (2016), os métodos de pontaria constantes no ATP 3-09.50 só se aplicam quando o sistema automático individual dos obuses não pode ser operado. Assim sendo, consideram os seguintes métodos: “Sistema de Pontaria e Posicionamento M67”, “Pontaria por ângulo de orientação”, “Pontaria por azimuth”, “Método da bússola M2” e “Método de deflexão sobre ponto afastado”. Todos os métodos descritos anteriormente podem ser comparados aos previstos na doutrina portuguesa que, segundo Estado Maior do Exército (Estado Maior do Exército [EME], 1988, p. 5-12), são: Goniómetro Bússola (GB) com direção de orientação (DO), GB com graduação de declinação, bússola e pontaria sobre ponto afastado. O mesmo manual prevê ainda a utilização da técnica da “dupla baliza” que requer mais tempo na

preparação da posição, no entanto, quando as b.f. entram em posição, ficam imediatamente apontadas e com as referências das balizas de conservação de pontarias colocadas. Será então essa técnica que este trabalho pretende aprofundar e reformular, a fim de diminuir o tempo de preparação e ocupação da posição garantindo, no mínimo, a mesma precisão.

No seguimento do exposto anteriormente, este trabalho de investigação visa estudar e criar mecanismos técnicos e táticos que permitam apontar, com maior rapidez e precisão, as b.f. com recurso a tecnologia *Global Navigation Satellite System* (GNSS), em substituição do Goniómetro-bússola (GB) M2A2 e, paralelamente, novos procedimentos técnicos e táticas que permitam às baterias de bocas de fogo (Btrbf) uma mais rápida entrada em posição.

Será estudada a possibilidade de criação de um processo com recurso a tecnologia já existente no Exército Português, diminuindo o investimento em aquisições, que permita agilizar o processo de pontarias tornando-o mais rápido e, eventualmente, mais preciso.

Doutrinariamente, as b.f. são apontadas fazendo uso GB M2A2, orgânico das baterias, que confere precisão relativa. Ainda assim existem alguns erros associados a esse aparelho: sempre que se coloca o aparelho em estação, este requer nivelamento através de um nível circular, um nível tubular e um fio de prumo, o que por si só acarreta erros. No que respeita à distância, a forma mais precisa é determinada a partir da regra do milésimo e arredondada aos cinco metros, o que se traduz num incremento das imprecisões associadas ao plano de implantação de bateria. Assim sendo, o sistema GNSS vem colmatar estas falhas identificadas à partida, sendo que quanto maior for o tempo que o aparelho estiver em posição, menores serão os erros associados. A título de exemplo, em terreno descoberto, este aparelho consegue emitir correções de posição ao milímetro, o que se traduz num aumento exponencial da precisão quando comparado com o Goniómetro-Bússola.

O novo sistema pretende reformular o método conhecido por “dupla baliza” através da utilização de equipamento GNSS, disponível na secção de topografia do Pelotão de Aquisição de Objetivos (PAO), através da marcação de 19 pontos de controlo topográfico (PCTop) que incluem: centro de bateria (CB), posição de cada secção e coordenadas de duas referências que materializem uma direção, através de balizas de conservação de pontaria (BCP), para cada secção.

Dito isto, este projeto tem como objetivo geral desenvolver um método de pontarias de b.f. com recurso a tecnologia GNSS. Daqui derivam os seguintes objetivos específicos: criar um método de pontarias com recurso a tecnologia GNSS, tendo por base os atuais métodos utilizados e material existente; verificar experimentalmente o novo método por

comparação com os métodos atuais no que diz respeito à precisão e tempo despendido no processo de pontarias; identificar vantagens e desvantagens das pontarias com recurso a GNSS, bem como possíveis alterações nas técnicas, táticas e procedimentos utilizados pelas Btrbf.

Para consolidar e verificar estes objetivos, foi criada a pergunta de partida “É possível criar um novo método de pontarias com recurso a GNSS que permita apontar as bocas de fogo com maior rapidez e precisão?”.

A fim de obter resposta à pergunta de partida, o trabalho foi desenvolvido com uma estrutura da qual constam sete capítulos. Os dois primeiros, que reportam aos procedimentos de pontaria e à precisão do GNSS em apoio da artilharia, com caráter de revisão de literatura. Em particular, o primeiro aborda os métodos tipificados nos manuais portugueses e americanos no que diz respeito aos processos de pontaria. O segundo analisa o GNSS como um sistema global, bem como o processo de comunicação dos recetores GNSS com constelações de satélites. O terceiro capítulo, metodologia, visa caracterizar o estudo, definir objetivos gerais e específicos, enunciar a pergunta de partida e derivadas, e dar a conhecer as etapas do percurso metodológico. O quarto capítulo, intitulado “métodos e materiais”, tem como objetivo caracterizar todas as ferramentas utilizadas neste estudo: recetor TOPCON GPS/GNSS HiPer GGD, ArcGIS Pro e *Microsoft Office Excel*. O quinto capítulo é dedicado à explicação do método desenvolvido, para que seja claro para qualquer utilizador que o pretenda estudar, analisar e pôr em prática. O sexto capítulo reporta aos resultados obtidos através de experimentação: análise da precisão do GB, execução de levantamentos topográficos e implantação do método de pontarias, registo de dados em *Excel* e plano de implantação de bateria automático, análise espacial em ArcGIS Pro e resultados apurados nas entrevistas. O sétimo e último capítulo está diretamente relacionado com o anterior, na medida em que visa a análise e discussão de todos os resultados obtidos no estudo para permitir obter respostas completas e fundamentadas às perguntas derivadas e, consequentemente, à pergunta de partida. Por fim, o trabalho culmina com uma conclusão, onde é realizada uma reflexão acerca de todo o estudo, enfatizando os principais resultados apurados e dando as respostas à pergunta de partida e derivadas.

CAPÍTULO 1 – PROCEDIMENTOS DE PONTARIA

O problema do tiro de artilharia divide-se, segundo Headquarters (1999), em seis partes fundamentais: localização da unidade de tiro (UT) e do objetivo; determinação da direção, alcance das armas e cota do objetivo; determinação da diferença de cotas e do sítio; compensação das diferenças em relação às condições padrão (dados meteorológicos); conversão dos dados em elementos de tiro (projétil, carga, espoleta, graduação de espoleta, direção e elevação) e introdução da munição e elementos de tiro nas armas. Assim sendo, os procedimentos de pontaria contribuem diretamente para satisfazer o primeiro e segundo pontos deste problema e influenciam a execução de fogos precisos sobre o objetivo.

O manual de referência, MC 20-15, identifica quatro métodos de pontaria de uma Bateria de bocas de fogo: “Goniómetro-Bússola com direção de orientação¹ (...); Goniómetro-Bússola com graduação de declinação²; bússola e pontaria sobre um ponto afastado” (EME, 1988, p. 5-12).

1.1. Goniómetro-Bússola M2A2

“O goniómetro-bússola (GB) é o principal meio de que a bateria de bocas de fogo dispõe para dar pontaria às bocas de fogo, aplicando-o ainda na regulação do tiro e na execução de levantamentos topográficos expeditos” (EME, 1988, p. 5-1). Segundo Headquarters (2002), é usado para medição de ângulos azimutais e zenitais segundo uma referência aérea ou terrestre.

Tabela nº 1 – Características técnicas do GB M2A2

Peso (com coifa)	4 kg
Peso (com tripé e iluminador M51)	9,5 kg
Rotação azimutal	Ilimitada
Elevação (máxima)	1100 mils
Depressão (máxima)	400 mils
Poder de ampliação	4 vezes
Campo de visão	10°

Fonte: Adaptado de Headquarters (2002)

¹ “exige o conhecimento de uma DO levantada pela topografia” (EME, 1988, p. 5-12).

² Exige declinação do material e “deve ser usado somente quando não se dispõe de uma DO” (EME, 1988, p.5-12).

Para que possa ser utilizado, o GB deve ser colocado em estação e nivelado, obedecendo a uma lista de procedimentos específicos³ que visam assegurar a precisão da localização do GB à vertical do lugar da estação de orientação (EO) e o nivelamento tubular correto do aparelho, a fim de garantir a medição de ângulos azimutais e zenitais com a precisão desejada.

O aparelho possui também uma agulha magnética, que permite a sua orientação segundo o norte magnético. Como a “agulha magnética é um mecanismo oscilatório delicado, e qualquer choque pode originar uma alteração significativa na graduação de declinação do aparelho” (EME, 1988, p. 5-7), estão prescritas na publicação de referência MC 20-15 as regras que ditam quando se deve proceder à declinação do GB: depois de uma tempestade elétrica ou depois de sofrer um choque forte; quando for deslocado (e vá ser utilizado) para áreas afastadas quarenta ou mais quilômetros do ponto onde foi declinado pela última vez (tem em vista a possível alteração da relação norte cartográfico-norte magnético); uma vez a cada trinta dias; quando for recebido pela primeira vez ou regressar de uma reparação (EME, 1988).

Depois de garantir que as operações de declinação foram efetuadas em momento oportuno e uma vez colocado em estação e nivelado, podemos considerar que o GB está em condições de dar pontarias às b.f..

1.2. Pontaria Recíproca

Pontaria recíproca pode ser definida como a “operação que coloca a linha 0-3200 de um aparelho paralela à linha 0-3200 de um outro aparelho” (EME, 1988, p. 5-11). Se as linhas 0-3200 do GB e, para o caso em estudo, da luneta panorâmica da b.f. “estão paralelas, e o limbo e tambor das correções em zero, podemos afirmar que o eixo do tubo da b.f. está paralelo às duas linhas” (EME, 1988, p. 5-11).

³ Ver Apêndice A – Instalar e nivelar GB M2A2.

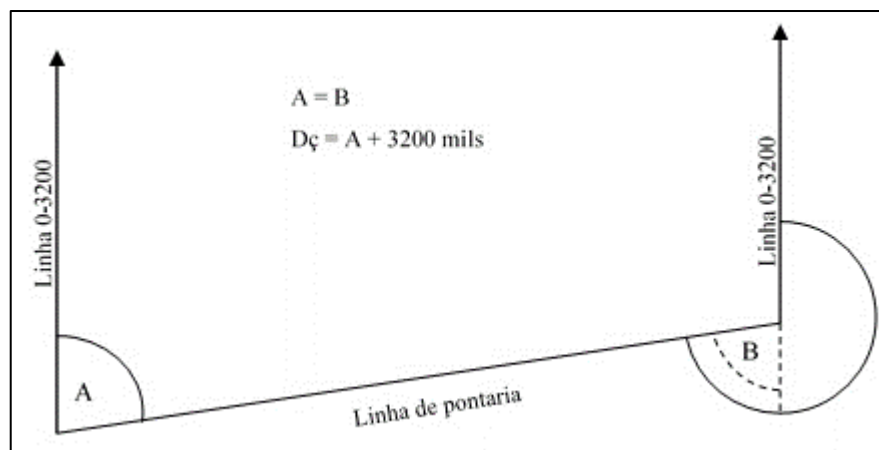


Figura nº 1 – Pontaria recíproca

Fonte: Adaptado de EME (1988)

Para que fiquem claros os princípios a montante da pontaria recíproca, de acordo com Headquarters (1996) é necessário primeiro compreender vários conceitos e definições, nomeadamente: o GB é usado para medir ângulos horizontais no sentido horário deste a linha de tiro até à linha de pontaria, para um dado ponto luneta panorâmica do obus; a linha de tiro, quando relacionada com o princípio da pontaria recíproca, é qualquer linha paralela ao azimute de tiro (ou rumo de vigilância, sobre o qual incide a linha 0-3200 do GB); a direção define-se como sendo o ângulo horizontal medido no sentido horário entre a linha de tiro e a linha de pontaria (as medições de ângulos feitas com o GB para a luneta panorâmica do obus traduzir-se-ão sempre em direções).

O rumo de vigilância (RV) define-se como sendo o “rumo da direção de vigilância” (DV). Por sua vez, DV corresponde à “orientação em que fica o plano de tiro após a pontaria inicial; normalmente é escolhida por forma a que a bateria fique apontada para a parte média da zona de ação (...) diz-se que uma b.f. está em vigilância, quando os respetivos planos de tiro estão orientados paralelamente à DV”. A linha de tiro é a “linha definida pelo eixo do tubo da b.f. em qualquer momento do tiro” e a linha de pontaria é a “linha definida pelo eixo ótico do aparelho de pontaria, linha de mira natural ou eixo da alma da b.f. consoante a que for utilizada na realização da pontaria” (EME, 1988, pp. L-3 – L-5).

Dito isto, “o princípio da pontaria recíproca explica-se geometricamente pela igualdade dos ângulos alternos-internos de duas linhas paralelas cortadas por uma terceira. As linhas paralelas são as linhas 0-3200 dos instrumentos e a terceira é a linha de pontaria entre os dois instrumentos. Sendo esses ângulos iguais, as direções marcadas nos instrumentos diferem de 3200 mils” (EME, 1988, p. 5-11).

As operações de pontaria recíproca obedecem a um conjunto de procedimentos específicos, que pode ser sintetizado em algumas premissas: depois de colocada a linha 0-3200 do GB segundo o RV, o operador aponta, com movimentos particulares, sobre a luneta panorâmica da b.f. e lê o valor da direção no limbo e tambor azimutais, transmitindo esse valor à secção com um desfasamento de 3200 mils; o apontador da secção de b.f. marca na luneta panorâmica o valor que lhe foi transmitido e aponta o retículo da luneta à luneta do GB, conteirando ou atuando na manivela das direções; o comandante de secção informa o operador do GB que a secção está pronta e este aponta novamente sobre a luneta (pode ter havido desfasamento devido ao deslocamento horizontal da luneta sobre o eixo do reparo) e anuncia novo valor, repetindo-se o procedimento até que o desfasamento entre as duas leituras seja zero; a última leitura feita no GB para cada b.f. deve ficar registada.

Na tabela abaixo exposta encontra-se um quadro síntese dos procedimentos de pontaria recíproca para uma secção de obus M114A1 155mm ou M119 Light-Gun 105mm:

Tabela nº 2 – Procedimentos de pontaria recíproca

Sequência	Entidade	Tarefa
1	Operador GB	Coloca a linha 0-3200 segundo o RV
2	Operador GB	Aponta à luneta panorâmica com movimentos particulares
3	Operador GB	Lê o valor de Dc no limbo e tambor azimutais, e transmite o valor à secção desfasado em 3200 mils
4	Apontador	Marca na luneta panorâmica o valor transmitido e aponta à luneta do GB, atuando na manivela das direções, ou mandando conteirar
5	Secção	Conteira, se necessário
6	Cmdt Sec	Informa “pronta”, quando a luneta panorâmica estiver a apontar sobre a luneta do GB
7	Operador GB	Verifica se o GB continua a apontar sobre a luneta panorâmica. Se não, repete o processo a partir do nº 2

Fonte: Autor

1.3. Goniómetro-Bússola com direção de orientação

Para executar este procedimento, segundo (EME, 1988) é necessário um levantamento topográfico prévio, pela secção de topografia, que fornece ao comando da bateria o rumo da direção de orientação. Existe ainda a necessidade de calcular o ângulo de vigilância (AV), “o ângulo azimutal medido no sentido horário entre a direção de vigilância

(ou RV) e a direção de orientação (rumo da direção de orientação RDO)” (EME, 1988, p. 5-13), de acordo com a fórmula nº1:

$$AV = RDO - RV \quad (1)$$

A doutrina americana, em que Portugal se baseia no que diz respeito à pontaria das b.f., aborda este método mais detalhadamente, tecendo algumas considerações quanto ao levantamento topográfico prévio: “quando ocupada uma posição, é preferível que todos os meios de apoio de fogos tenham informação topográfica comum. Informação comum propicia a execução de fogos de massa mais precisos” (Headquarters, 1996, p. 4-13). Seguindo a mesma publicação, sempre que exista levantamento topográfico, deve ser sempre divulgada a seguinte informação: coordenadas da EO, rumo da DO e a descrição do ponto que define a DO.

Para dar pontarias às b.f. com este método, “o operador coloca o GB sobre a estaca que define a estação de orientação. Marca com os movimentos particulares o valor do ângulo de vigilância e com os gerais aponta ao ponto afastado que define a DO. Neste momento a linha 0-3200 do aparelho está orientada segundo o RV” (EME, 1988, p. 5-13). Após a conclusão deste procedimento, o aparelho está pronto a dar pontarias pelo método da pontaria recíproca, conforme a tabela nº 4.

Tabela nº 3 –Pontarias através de GB com DO

Sequência	Movimentos	Tarefa
1	---	Colocar GB em estação, com fio de prumo na EO
2	Particulares	Marcar valor do AV
3	Gerais	Apontar ao ponto afastado que define a DO
4	Particulares	Ler valores de direção para a luneta panorâmica das secções

Fonte: Autor

1.4. Goniómetro-Bússola com graduação de declinação

Este método deve aplicar-se quando não existe uma DO e não é possível executar um levantamento topográfico expedito. Neste procedimento é usada a direção do norte magnético para orientar o GB, definida pela agulha magnética do aparelho, desde que seja conhecido o valor de graduação de declinação (GD) (EME, 1988).

Note-se que, como este processo envolve a utilização da agulha magnética, é necessário guardar a devida distância de material que possa provocar interferências magnéticas, nomeadamente: 10 metros para arame farpado, armas ligeiras e pequenos objetos metálicos; 75 metros para linhas de caminho de ferro, artilharia, carros de combate e viaturas; 150 metros para linhas elétricas e equipamentos eletrónicos (Headquarters, 1996). Quando se aponta a bateria por este método, o operador calcula o AV e, caso o valor de GD seja inferior ao valor do RV, deve somar 6400 ao valor da GD e calcular depois o valor do AV de acordo com a fórmula nº 2:

$$AV = GD - RV \quad (2)$$

Depois de calculado o AV, o operador deve, “com os movimentos particulares marcar este valor na escala azimutal do GB, com os movimentos gerais centrar a agulha magnética na referência, o que coloca a linha 0-3200 do aparelho segundo o RV e apontar de seguida a bateria por pontaria recíproca” (EME, 1988, p. 5-15) conforme a tabela nº 4.

Tabela nº 4 – Pontarias através de GB com GD

Sequência	Movimentos	Tarefa
1	---	GD atualizada
2	Particulares	Marcar o valor do AV
3	Gerais	Soltar a agulha magnética e centrar na referência. Trancar a agulha
4	Particulares	Ler valores de direção para a luneta panorâmica das b.f.

Fonte: Autor

1.5. Método da bússola declinada

“Em situações de emergência, podem ser utilizados métodos alternativos de pontaria inicial que dispensam o uso do GB, mas que são menos precisos” (EME, 1988, p. 5-17), tal como o método da bússola declinada. “A bússola é usada para apontar um obus. Uma vez apontado, aponta os restantes por pontaria recíproca” (Headquarters, 1996, p. 4-16). Este procedimento garante que todos os tubos apontam sobre uma direção comum, assegurando o paralelismo das trajetórias. A rapidez no método da bússola declinada sobrepõe-se à precisão, já que “as unidades de AC devem, em qualquer momento, estar aptas a executar

fogos. Os pedidos para fogos imediatos podem surgir quando a unidade se encontra em deslocamento” (EME, 2012, p. 15-1).

Tal como a agulha magnética do GB, também a bússola pode sofrer interferências magnéticas. Como tal, deve conservar-se uma distância segura de materiais que possam afetar a precisão do instrumento: “0,5 metros de armamento ligeiro ou capacetes metálicos; 2 metros de metralhadoras; 10 metros de linhas telefónicas, arame farpado, bocas de fogo, viaturas pesadas ou carros de combate; 55 metros de linhas de alta tensão” (Headquarters, 1996, p. 4-16).

Para apontar a Btrbf recorrendo à bússola, deve ser colocada uma BCP entre 60 e 100 metros das b.f., num local que permita ver todas as b.f., ou o maior número possível. “Com a bússola, medir o azimuth magnético definido pelo alinhamento baliza-luneta do aparelho de pontaria da boca de fogo” (EME, 1988, p. 5-17). Calcular, de seguida, a direção a introduzir pelo apontador no aparelho de pontaria, através da diferença entre o rumo para a b.f. [dado pela diferença entre o azimuth magnético (AzM) e a declinação magnético-cartográfica (Dmc)] e o RV, desfasando 3200mils, conforme a fórmula nº 3:

$$Dc = (AzM - Dmc) - RV \pm 3200 \quad (3)$$

A bússola tem capacidade de definir uma direção através da medição de um azimuth, que pode ser definido como “o ângulo horizontal, medido no sentido do movimento dos ponteiros do relógio a partir de uma linha de referência considerando-se o seu vértice como centro do círculo azimuthal” (IGeoE, 2008, p. 73). Segundo o IGeoE (2008), o azimuth magnético (medido com a bússola) usa como linha de referência o norte magnético. Como visto anteriormente, as direções transmitidas às b.f. têm origem em rumos, portanto existe a necessidade de converter o azimuth magnético em azimuth cartográfico (ou rumo). Este tem como referência a direção indicada pelas linhas verticais de uma carta militar. Assim sendo, o rumo lido para a b.f. materializa-se pela diferença entre o AzM lido na bússola e a Dmc, definida como o “ângulo formado pelas direções dos Nortes magnético e cartográfico” (IGeoE, 2008, p. 74).

De seguida, “marcando o valor de direção no aparelho de pontaria, o apontador visa, atuando no mecanismo de pontaria em direção e/ou conteirando, a baliza de pontaria, o que coloca o tubo no rumo de vigilância” (EME, 1988, p. 5-17).

Neste caso, adotado durante a ocupação de emergência de uma posição de tiro, a responsabilidade de dar pontaria à bateria é do adjunto do comandante de bateria de tiro, e não do sargento de tiro, como acontece nas outras situações (EME, 1988).

A maior vantagem da utilização deste método é que todos os tubos ficam exatamente paralelos, por serem orientados por pontaria recíproca uns pelos outros. Por outro lado, o facto de a bússola ser graduada de 20 em 20mils e apenas permitir leituras aproximadas aos 10mils, tal facto constitui-se como uma desvantagem, visto que a precisão fica diretamente dependente da aptidão do operador (Headquarters, 1996).

Tabela nº 5 – Pontarias com bússola declinada

Sequência	Tarefa
1	Colocar BCP entre 60 a 100 m das b.f.
2	Ler o AzM bússola-BCP-luneta
3	Subtrair a Dmc e o RV
4	Desfazar o valor ± 3200 e transmitir o mesmo à b.f.
5	b.f. apontada, por pontaria recíproca, aponta as restantes

Fonte: Autor

1.6. Pontarias sobre ponto afastado

Este é um procedimento “principalmente utilizado na ocupação de emergência de uma posição ou na ocupação normal não se dispondo de GB ou de uma bússola” (EME, 1988, p. 5-18). Para apontar a bateria sobre um ponto afastado, determina-se primeiro a direção para a bateria, subtraindo o RV ao rumo determinado para o ponto de pontaria, e anuncia-se posteriormente o ponto de pontaria e o valor da direção. As secções introduzem o valor de direção nos aparelhos de pontaria e, conteirando ou atuando na manivela das direções, levam o retículo da luneta panorâmica ao ponto afastado indicado (EME, 1988).

O ponto afastado deve estar, no mínimo, a 1500 metros da posição, e todas as secções devem ter linha de vista para o mesmo (Headquarters, 1996). O ponto afastado deve ser escolhido num dos flancos da bateria ou, se o tempo o permitir, aponta-se apenas a boca de fogo diretriz (bfD) e as restantes fazem pontaria recíproca com esta (EME, 1988).

A vantagem deste método é a rapidez na execução, visto que toda a bateria fica apontada transmitindo uma única ordem⁴. As desvantagens contemplam a necessidade de

⁴ “Bateria, pontaria sobre... (descrição e localização), direção... (tantos mils)” (EME, 1988, p. 5-19).

existir um ponto referenciável e suficientemente afastado, a linha de vista pode ser interrompida por fumos, nevoeiro ou pouca luminosidade, e o facto de todas as b.f. apontarem sobre o mesmo ponto pode produzir feixes convergentes (caso o ponto esteja à frente das b.f.) ou divergentes (caso esteja à retaguarda) (Headquarters, 2016).

1.7. Preparação para ocupação noturna

Este processo, de preparação da posição para ocupação noturna, é conhecido na gíria militar por método da “dupla baliza”. É um método que exige mais tempo de preparação da posição, já que o sargento de tiro tem de instalar um GB numa EO e, na posição futura de cada secção, instalar um segundo GB para obter referências para essa secção. Por outro lado, permite que as b.f. fiquem apontadas e referenciadas logo que entram em posição, o que contribui para diminuir o tempo de prontidão para executar tiro, podendo a posição ser abandonada e ocupada quantas vezes forem necessárias.

Conforme previsto no manual da Btrbf, “o sargento de tiro e os guias das bocas de fogo devem colocar as balizas de pontaria antes do escurecer” (EME, 1988, p. 3-20) obedecendo a um conjunto de procedimentos, nomeadamente: colocar o GB em estação e ler direções para todas as balizas que assinalam as posições das b.f.; colocar outro GB em estação na posição correspondente à futura vertical do aparelho de pontaria das b.f.; com movimentos particulares marcar o valor de direção que leu anteriormente para essa posição desfasando 3200 mils; com os movimentos gerais aponta para a EO; apontando com os movimentos particulares, orientar o guia na colocação das BCP e transmitir o valor da referência respetiva ao guia de cada secção de b.f..

O aspeto crítico deste método é a colocação do aparelho de pontaria das b.f. na vertical do lugar da posição onde foram tiradas as referências. Quando maior for o afastamento em relação a essa posição, maior será o desalinhamento das BCP. Para alinhar as BCP, o Estado Maior do Exército (2003) determina o seguinte procedimento: colocar o valor da direção no limbo e tambor das correções do aparelho de pontaria das b.f. e apontar à BCP mais afastada; referenciar à baliza mais próxima e apontar novamente à mais afastada; alinhar em seguida a BCP mais próxima e registar a nova direção.

1.8. Verificação da pontaria em direção

A segurança e verificação de tarefas são ações a executar pelos comandantes quer em tempo de paz, quer em tempo de guerra. É fundamental que estes procedimentos existam,

sendo que quem verifica a tarefa terá de ser sempre distinto de quem a executa. Estas verificações são um processo sistemático e que obedece a um conjunto rígido de normas para garantir fogos precisos, em tempo e em segurança (Headquarters, 1996).

O Manual da Bateria de Bocas de Fogo de Artilharia de Campanha (1988) contempla duas formas diferentes de verificar pontarias: a primeira, através de pontaria recíproca entre as b.f., em que os comandantes de secção verificam se as direcções diferem 3200 mils entre si para garantir o paralelismo dos tubos e a segunda, em que o comandante da bateria de tiro percorre a pé a frente das posições das b.f. e verifica o paralelismo com auxílio de uma bússola, assegurando que os AzM das b.f. não diferem ± 20 mils entre si (EME, 1988).

O FM 6-50 (1996) contempla outro método de verificação de pontarias, sendo que quem procede à verificação deve instalar um GB de verificação, diferente do utilizado para dar pontarias, e orientá-lo por um método diferente do utilizado inicialmente. Este GB deve estar localizado numa posição que visualize todas as secções de b.f., afastado mais de 10 metros do GB que apontou a bateria. O GB de verificação lê um valor de direcção para o GB de pontaria, sendo que o GB de pontaria executa o processo inverso. Se os valores estiverem compreendidos num intervalo inferior a 10 mils (note-se que os valores devem diferir 3200 mils) significa que a orientação do GB está correcta. Após confirmar a orientação do GB, o operador procede à confirmação da pontaria das b.f.. Para tal introduz, com movimentos particulares, o valor de direcção lido do GB de pontaria para o GB de verificação, desfasado em 3200 mils. Seguidamente, com os movimentos gerais, aponta ao GB de pontaria, para garantir que as linhas 0-3200 dos dois aparelhos estão paralelas. Quando este processo está concluído, o operador do GB de verificação solicita às b.f. que transmitam o valor de direcção lido para o instrumento. Se o valor estiver dentro do intervalo de segurança (10 mils) as b.f. consideram-se apontadas (Headquarters, 1996).

1.9. Síntese

O presente capítulo começou por dar a conhecer o GB, passando pela explicação do princípio da pontaria recíproca. A pontaria recíproca visa alcançar o paralelismo entre as linhas 0-3200 de dois aparelhos, através da igualdade dos ângulos alternos-internos.

Foram abordados os quatro métodos preconizados na doutrina nacional: GB com DO, GB com GD, método da bússola declinada e pontaria sobre ponto afastado. Foi ainda demonstrado como executar uma preparação diurna da posição para ocupação noturna, conhecida por método da “dupla baliza”.

Por último, dadas as pontarias, existe necessidade de proceder à verificação. A verificação é executada com auxílio de uma bússola, verificando se os tubos das b.f. se encontram paralelos e segundo o RV determinado.

CAPÍTULO 2 – PRECISÃO DO GNSS EM APOIO DA ARTILHARIA

Os recursos disponíveis devem ser explorados e trabalhados em todas as aplicações. Este capítulo pretende demonstrar a forma como os meios GNSS podem ser aplicados no meio militar, mais especificamente em prol da Artilharia, no que ao levantamento de uma zona de posições⁵ diz respeito.

2.1. O GNSS

Este termo, *Global Navigation Satellite System*, refere-se a uma constelação de satélites, que se constituem como emissores de sinais desde o espaço e transmitem dados de posicionamento a recetores GNSS. Por definição, este sistema fornece uma cobertura a nível global, e inclui o *Galileo* europeu, o *Global Positioning System* (GPS) americano, o russo *Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema* (GLONASS) e o *BeiDou Navigation Satellite System* chinês. Pode ser avaliado, segundo a *European Global Navigation Satellite Systems Agency* ([GSA], 2017), em quatro critérios: precisão (diferença entre a localização instantânea e exata), integridade (garantia de fiabilidade da localização, e emissão de um alerta em caso de anomalia), continuidade (funcionar ininterruptamente) e disponibilidade (capacidade de cumprir as três premissas anteriores).

O primeiro sistema de posicionamento via satélite foi o GPS, ao qual se seguiu, alguns anos depois o GLONASS. Em 2016, a Europa lançou o Galileo, um sistema com o mesmo objetivo dos seus antecessores, mas com fundamentos diferentes. Será constituído, até ao final do ano de 2020, por 24 satélites distribuídos por 6 órbitas, a 23.000 km de altitude, apoiado por sensores e estações de controlo distribuídas por todo o mundo. É um sistema autónomo e, simultaneamente, interoperável com outros sistemas de navegação, o que lhe confere maior precisão e fiabilidade. É um sistema de características únicas porque, para além de ser europeu, está sob controlo de civis, ao contrário de todos os outros, que se encontram sob a alçada das Forças Armadas dos respetivos países. Ao lançar o Galileo para

⁵ Área ocupada pela Btrbf.

o espaço, a europa torna-se independente e indiferente à possibilidade de outros sistemas serem desligados ou degradados (GSA, 2017).

O *European Geostationary Navigation Overlay Service* (EGNOS) é o *satellite-based augmentation system* (SBAS) europeu, que “permite melhorar os dados de posicionamento existentes e simultaneamente garantir maior integridade, informando os utilizadores acerca de constrangimentos que possam existir com o sinal” (GSA, 2018). Opera em sinal aberto desde 2009 e cada vez mais estações de controlo têm sido instaladas ao longo da europa, para permitir um alargamento da sua área de influência. “Usa medições realizadas por estações de referência distribuídas pela Europa para identificar e transferir erros encontrados para uma central computadorizada, onde são calculadas e transmitidas correções para a área coberta através de satélites geoestacionários” (GSA, 2018).

O SBAS fornece correções orbitais, horárias e ionosféricas. “O principal objetivo destes sistemas é garantir qualidade e integridade no posicionamento, com uma precisão superior à de um GPS isolado em cerca de 1-2m” (Heßelbarth & Wanninger, 2012). A fim de garantir ainda maior precisão, tem vindo a ser desenvolvido o *precise point positioning* (PPP), um algoritmo de processamento de código e observação de recetores GNSS isolados. “Se forem introduzidas informações precisas das órbitas dos satélites e correções dos seus relógios e se forem recolhidas *carrier phase observations*⁶, podem ser obtidas precisões de 1 a alguns centímetros em qualquer parte do globo” (Heßelbarth & Wanninger, 2012).

2.2. Superfície da Terra

Desde sempre aprendemos que a terra tem uma superfície esférica, achatada nos polos. É uma abordagem simplista, que inviabiliza o tratamento da superfície da terra do ponto de vista matemático. De acordo com Soares (2014), se conseguirmos imaginar uma superfície que se assemelhe com o nível médio das águas do mar com prolongamento ao longo da massa continental, em que cada ponto reflita as irregularidades do terreno, obteremos uma superfície mais regular que melhor define a forma da terra. Essa superfície tem o nome de *Geoide*⁷.

“Se a Terra fosse regular e homogénea na sua constituição, então o geoide seria um elipsoide concêntrico, o que significava que as suas superfícies equipotenciais seriam

⁶ Define-se “desde o momento que o recetor fixa o primeiro satélite até ao final da observação” (Pennsylvania State University [PennState], (n/a)).

⁷ “superfície equipotencial gravítica de referência, a qual corresponde ao nível médio das águas do mar” (Soares, 2014, p. 12).

concêntricas” (Soares, 2014, p.12). Segundo o mesmo autor, tal não se verifica, o que dificulta a aplicação de fórmulas matemáticas diretamente sobre o geoide. Para contornar esta realidade, o geoide é aproximado a uma figura matematicamente conhecida, o elipsoide de revolução⁸. A escolha do elipsoide prende-se com a região que se pretende estudar, procurando que este se ajuste o mais possível ao geoide. O elipsoide pode ser classificado como local, regional ou global (Soares, 2014).

Conforme o exposto por Soares (2014), o conhecimento das coordenadas de pontos na superfície terrestre exige a definição de um referencial a partir do qual estas são determinadas, designado por *Datum*. Em Geodesia, um *datum* é um “conjunto de parâmetros que definem a referência de um sistema de coordenadas horizontais ou altimétricas. No primeiro caso trata-se de um *datum* geodésico (horizontal) e no segundo de um *datum* altimétrico ou vertical” (Soares, 2014, p. 17).

Para o caso de Portugal continental, em termos altimétricos, identificou-se o GeodPT08⁹ como modelo, com ondulações referentes ao elipsoide GRS80, como pode ser observado na figura nº 2. Por ser um modelo local, considera as anomalias locais, o que permite obter melhores resultados de ondulação do geoide em Portugal continental (Soares, 2014).

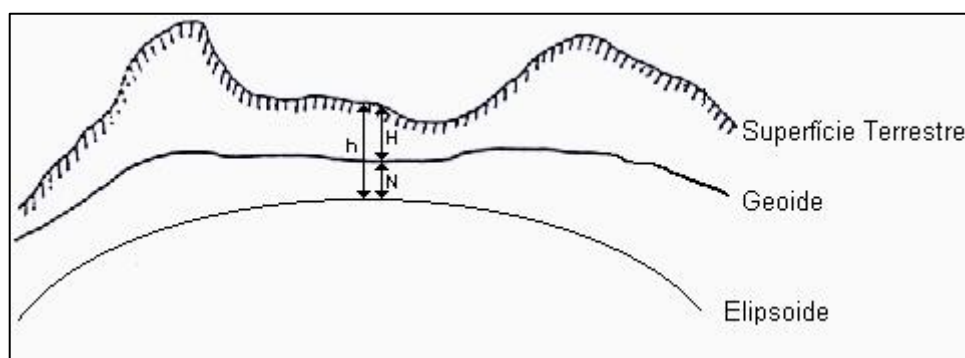


Figura nº 2 – Modelo do Geoide para Portugal continental – GeodPT08

Fonte: Direção-Geral do Território (DGT 2018)

⁸ “figura geométrica tridimensional obtida a partir da rotação de uma elipse, segundo um dos seus eixos” (Soares, 2014, p. 13).

⁹ Elipsoide com forma praticamente igual ao WGS84, com o semieixo maior exatamente igual, o semieixo menor com uma diferença inferior a um milímetro, tal como o achatamento. Por isto a diferença entre o GRS-80 e o WGS84 torna-se irrelevante para o estudo (Soares, 2014).

Tal como demonstra a figura nº 2, a “ondulação do geóide (N) é a diferença entre a altitude elipsoidal (h) e a altitude ortométrica (H)” (Direção Geral do Território [DGT], 2018).

A Direção-Geral do Território (DGT, 2013) identifica o ETRS89 como *datum* de referência, recomendado pela European Reference Frame (EUREF), adotado desde 2006 para o território continental, em conformidade com o nº 1 do artigo 3º-A em anexo ao documento a que se refere o artigo 4º, da Presidência do Conselho de Ministros (PCM, 2019), “O estabelecimento do ETRS89 em Portugal Continental foi efetuado com base em campanhas internacionais que tiveram como objetivo ligar convenientemente a rede portuguesa à rede europeia” (Direção-Geral do Território [DGT], 2013). Segundo a mesma fonte, o European Datum 1950 (ED50), o Bessel Datum Lisboa, o Datum Lisboa e o Datum 73 foram substituídos pelo sistema PT-TM06-ETRS89 por estarem obsoletos.

No âmbito das suas competências, segundo a PCM (2019), compete ao IGeoE a definição das normas e especificações técnicas de produção e reprodução de cartografia. Como tal, o IGeoE utiliza a designação WGS84 para o *datum* e não ETRS89. “A diferença não se encontra nas dimensões dos elipsoides (respetivamente WGS84 e o GRS80), as quais são praticamente indistintas, mas na época em que os referenciais foram “fixados” no tempo” (Soares, 2014). Esta divergência pode ser observada na tabela nº 6.

Tabela nº 6 – Diferenças entre referência IGeoE e DGT

Região	Sistema de Referência	Projeção	Origem	Elipsoide
Portugal Continental	ETRS89	UTM	Centro de massa da Terra	GRS80
Portugal Continental	<i>Datum</i> WGS84	UTM	Centro de massa da Terra	WGS84

Fonte: Autor

2.3. Projeções cartográficas

Uma projeção cartográfica é um “projeto para reproduzir toda ou parte de uma superfície redonda numa folha plana. Dado que tal não é possível sem deformação, o cartógrafo deve escolher qual a característica que deve aparecer corretamente, em prejuízo das outras” (Alves, Cruz & Norte, 1988, p. III/10).

Existem três tipos de superfícies sobre as quais a maior parte das projeções cartográficas se apoiam: cilíndrica, cónica ou plana. No caso da cilíndrica, se colocada em

volta do globo terrestre de forma a que a sua superfície lateral toque o equador em todo o perímetro, podem projetar-se os meridianos na superfície cilíndrica como “retas equidistantes perpendiculares ao equador e os paralelos projetados como linhas paralelas ao equador, matematicamente espaçadas segundo certos parâmetros” (Alves et al. 1988, p. III/13). Obtém-se uma projeção cilíndrica com meridianos e paralelos retos quando a superfície cilíndrica for cortada por uma geratriz coincidente com a projeção de um meridiano, tal como a projeção de Mercator.

Na sua versão mais simples, “direta”, é constituída por linhas retas perpendiculares e equidistantes denominadas meridianos, cortadas na perpendicular por um conjunto de retas paralelas não equidistantes, os paralelos, mais distantes à medida que se afastam do equador. Obtém-se pelo desdobramento parcial de um cilindro que envolva a Terra, tangente ao equador e cujos meridianos são projetados a partir do centro do globo¹⁰.(Alves et al. 1988).

Para colmatar o erro da projeção cilíndrica de Mercator à medida que se afastava do Equador, o cartógrafo Johan Heinrich Lambert pensou em rodar a superfície cilíndrica 90° e fazer coincidir a mesma com um determinado meridiano, diminuindo a área de deformação visto que a superfície se adapta quase na perfeição ao elipsoide. Daqui derivou o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), unicamente para fins militares, que permite obter diretamente coordenadas retangulares, quando acoplado com a quadricula militar (QUTM) (Alves et al. 1988). Esta quadrícula apresenta vantagens de leitura quando comparada com coordenadas geográficas porque “cada malha da quadrícula tem o mesmo tamanho e forma, e utiliza medidas lineares em vez de medidas angulares” (IGeoE, 2008, p. 23). O sistema de quadrados permite localizar ou referenciar um ponto através da indicação do quadrado dentro do qual o mesmo se situa.

A QUTM divide a superfície da terra em 1200 zonas, entre os paralelos 84°N e 80°S através de uma série de meridianos intervalados em 6° e paralelos intervalados em 8°¹¹. A superfície entre dois meridianos consecutivos constitui um fuso. Os fusos são numerados de 1 a 60 a partir do anti-meridiano de *Greenwich* crescendo para leste (IGeoE, 2008).

¹⁰ Quando o ponto de projeção é no centro do globo, a projeção é classificada como gnomónica.

¹¹ Excetua-se a linha de zonas compreendida entre os paralelos 72°N e 84°N que tem 6° × 12°

2.4. Rede SERVIR e RTK

Um sistema de posicionamento real time kinematic (RTK) consiste numa rede de estações de referência que operam ininterruptamente e ligações de dados entre um servidor, as estações de referência e o utilizador (Feng & Wang, 2008).

Existem dois tipos de técnicas RTK: base¹² ou em rede. A limitação do sistema base reside na distância entre a referência e o recetor do utilizador, devido aos erros nas órbitas dos satélites, e ao atraso ionosférico e troposférico (ambiguidades). O RTK em rede tem vindo a evoluir no sentido de colmatar lacunas do base, sendo que atualmente a distância entre recetores é compreendida entre 50 a 70 km. “Das análises de cada estação resulta um conjunto de resíduos que, no seu conjunto, permitirão modelar os erros sistemáticos numa dada região e é criado um modelo de correção dos erros, em tempo real¹³” (Baldaia, 2013, p. 10). Além do fator distância, um problema comum aos dois sistemas é a fiabilidade e disponibilidade, que depende da resolução de ambiguidades no mínimo tempo possível. Em operações normais, um sistema RTK comercial oferece um certo nível de disponibilidade que diminui em áreas urbanizadas. Os dois maiores problemas identificados do RTK são a distância e a confiança na resolução de ambiguidades (Feng & Wang, 2007).

A rede SERVIR (Sistema de Estações de Referência GNSS Virtuais para RTK) (Baldaia, 2013), é um projeto desenvolvido pelo IGeoE em cooperação com o Sistema Integrado de Comunicações das Forças Armadas (SICOM) e o Regimento de Transmissões do Exército, lançado em 2006 para colmatar os erros gerados pelo posicionamento em modo RTK base, usados até então na cartografia militar nacional. Assente no conceito *Virtual Reference Station* (VRS), “baseado numa rede de estações de referência permanentes, ligadas entre si através de uma infraestrutura de comunicações com o centro de controlo” (Afonso, 2016, p. 2), permite analisar permanentemente, através de *software* existente no centro de controlo: “erros de ionosfera e de troposfera; erros das efemérides e ambiguidades para L1 e L2¹⁴” (Afonso, 2010, p. 2). Após a execução da análise, a informação é utilizada de forma a diminuir a influência dos erros sistemáticos. Com este sistema, podemos obter correções de posicionamento e coordenadas na ordem dos milímetros.

¹² Ou *single base station*

¹³ Estação de referência virtual (VRS – *Virtual Reference Station*) (Baldaia, 2013)

¹⁴ As ondas L1 e L2 são moduladas com uma mensagem que permite determinar a posição do satélite

2.5. Síntese

O GNSS é uma oferta de posicionamento com cobertura global, dotado de mecanismos que permitem obter correções horárias, orbitais e ionosféricas em tempo real.

Com vista à obtenção de dados de posicionamento, foi inicialmente caracterizada a superfície terrestre, onde têm origem as projeções cartográficas. Estas têm como objetivo transpor a forma elipsoidal terrestre para uma superfície plana (cartografia militar).

Demonstrou-se também que as correções de posição são obtidas através de um sistema RTK, composto por uma rede de estações de referência e ligações de dados, que pode funcionar em modo RTK base ou rede. Para colmatar os erros gerados pelo modo RTK base, o Exército lançou em 2006 a rede SERVIR.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

A estrutura deste trabalho de investigação obedece à norma de execução permanente (NEP) 522/1º da Academia Militar (AM) de 20 de janeiro de 2016 e todas as referências bibliográficas de acordo com a 6ª edição da *American Psychological Association*.

Este estudo limita-se ao período compreendido entre dezembro de 2018 e maio de 2020, datas que compreendem a escolha do tema e a entrega do relatório científico final do trabalho de investigação aplicada, respetivamente. Toda a recolha de dados foi efetuada em unidades do Exército Português, nomeadamente: Academia Militar, Campo Militar de Santa Margarida, Regimento de Artilharia nº 4 e Regimento de Artilharia nº 5.

O trabalho obedece a uma metodologia de cariz quantitativa, onde se toma como ponto de partida a teoria a testar, passando pela formulação do problema e hipóteses, pela operacionalização de conceitos e variáveis a partir da teoria, até à recolha de dados que confirmam a teoria (Coutinho, 2019). O método/plano de investigação pode ser classificado segundo a conceção do fenómeno social como “investigação nomotética” visto que pretende estabelecer leis gerais através de métodos quantitativos; segundo a finalidade, como “investigação aplicada” visto que a investigação é orientada para a resolução de problemas práticos; quanto à natureza dos dados como “quantitativa”; segundo ao objetivo é “experimental” visto que manipula variáveis e segundo o alcance temporal e longitudinal de tendência por estudar diferentes sujeitos em diferentes momentos (Coutinho, 2019).

De acordo com Coutinho (2019), todo o trabalho se enquadra num plano de investigação de ação, sendo que o seu foco incide na inovação/mudança. O tipo de dados a

obter são descrições, opiniões, análises e medições que derivam de fontes perfeitamente identificadas: participantes, contextos, registos e documentos. A recolha é efetuada através de notações, descrições, inquéritos, testes e medições utilizando ferramentas diversas: entrevistas e testes.

3.1. Definição de objetivos

Subordinado ao tema “Novos métodos de pontaria das bocas de fogo com recurso a tecnologia GNSS” e inserido na área científica de Material e Tiro (M2 – MT), este trabalho de investigação tem como objetivo geral o desenvolvimento de um novo método de pontarias das b.f., com recurso à tecnologia GNSS.

Decorrente do objetivo geral, sentiu-se a necessidade de levantar três objetivos específicos: o primeiro, criar um método de pontarias com recurso ao GNSS, tendo como base os atuais métodos e materiais existentes; o segundo, verificar experimentalmente o novo método por comparação com os métodos atuais, no que diz respeito à precisão e tempo despendido no processo de pontarias; e, o terceiro, identificar vantagens e desvantagens das pontarias com recurso a GNSS, bem como possíveis alterações nas técnicas, táticas e procedimentos (TTP) utilizados pelas Btrbf.

3.2. Pergunta de partida e derivadas

A pergunta de partida (PP) orienta, como um farol, toda a investigação. A partir dela devem desenvolver-se perguntas derivadas, de âmbito mais restrito, ajudando a delimitar os setores de pesquisa onde deve incidir o esforço do investigador, diretamente relacionados com os objetivos de investigação (Rosado, 2015).

Assim sendo, a pergunta de partida formulada é a seguinte: “É possível criar um novo método de pontarias com recurso a GNSS que permita apontar as bocas de fogo com maior rapidez e precisão?”. Para que seja possível dar uma resposta mais completa à questão anterior, foram enunciadas três perguntas derivadas (PD): a primeira, “quais as principais vantagens e desvantagens das atuais técnicas de pontaria?”; a segunda, “de que forma, tendo como base os procedimentos atuais, se podem definir novos métodos de pontaria recorrendo a tecnologia GNSS?”; e, a terceira: “quais as vantagens, desvantagens e alterações nos domínios da tática, técnica e procedimentos, decorrentes da implementação do novo método?”.

3.3. Percurso metodológico

Todo o percurso metodológico está conforme os atos e etapas do procedimento definidos por Quincy e Campenhoudt (2005), nomeadamente: o primeiro ato, “rutura”, que consiste em romper com preconceitos e falsas evidências, e contempla as etapas de formulação da pergunta de partida, a exploração de fontes através de leituras ou entrevistas exploratórias, bem como a definição da problemática; o segundo ato, “construção”, que visa adotar uma lógica fundamentada que leve à construção do modelo de análise; e, o terceiro e último ato, “verificação”, que contempla a observação, análise das informações e, por fim, conclusões.

Respeitando o exposto anteriormente, o estudo está dividido nas seguintes etapas: recolha de fontes bibliográficas primárias, do exército português e americano aliada à realização de questionários orais e conversas de investigação (A. Blanchet, 1987, p. 81 *cit in* Ketele & Roegiers, 1993) a fim de determinar a precisão de métodos e procedimentos, bem como os equipamentos utilizados e as suas características; análise das fontes recolhidas e construção da problemática; construção de um modelo que permita registar e analisar os dados recolhidos no terreno, neste caso através do *Microsoft Office Excel*, para deles obter todos os dados relativos à posição das b.f., pontarias e plano de implantação de bateria; recolha de dados no terreno, através do recetor GPS/GLONASS, e aferição do funcionamento do novo método de apontar as b.f. através de experimentação; e, por fim, realização de inquéritos por entrevista aplicáveis às entidades diretamente envolvidas, para análise nas conclusões.

Foi utilizada a entrevista semidiretiva, ou semidirigida, por não ser inteiramente aberta nem encaminhada por um grande número de perguntas precisas. O investigador dispõe de uma série de perguntas-guias, relativamente abertas, às quais pretende obter uma resposta por parte do entrevistado (Quincy & Campenhoudt, 2005).

CAPÍTULO 4 – MÉTODOS E MATERIAIS

Este capítulo visa dar a conhecer quais os instrumentos utilizados na recolha e tratamento dos dados: nos levantamentos topográficos realizados na parada Coronel Gentil Bessa do Aquartelamento da Academia Militar na Amadora, no dia 29 de maio de 2019 e no Regimento de Artilharia nº 5 (RA5), em Vendas Novas, no dia 20 de abril de 2020; na implantação desses pontos no terreno através de um sistema de informação geográfica (SIG) e na conversão dos dados recolhidos em informação topográfica para uso nas Btrbf.

Os levantamentos topográficos foram executados utilizando o recetor TOPCON GPS/GLONASS HiPer GGD. O elipsoide de referência escolhido foi o WGS84, na projeção UTM, fuso 29, na zona S entre 12° West e 6° West, e foi selecionado o tipo de coordenadas retangulares. A referência para altimetria nos levantamentos efetuados foi o GeodPT08. A unidade de medida de ângulos foi o milésimo, e as distâncias medidas em metros.

Foi ainda utilizada a carta militar VENDAS NOVAS (Norte), folha 435, na escala 1:25000, 4ª edição de 2007 do CIGeoE, série M888. O diagrama de declinação apresentava a declinação magnética no centro da folha de 64.7 milésimos, com uma variação média anual de -9.0 minutos. As linhas de quadrícula, impressas a preto, referem-se à quadrícula quilométrica UTM, fuso 29 – WGS84.

O levantamento topográfico foi executado com o Recetor TOPCON GPS/GLONASS HiPer GGD, da secção de topografia do RA5. É um equipamento composto pelo recetor GPS, um computador de campo, acessórios e um *software* de pós-processamento. O recetor GPS HiPer GGD possui um sistema com 40 canais para receção de sinal GPS e GLONASS L1/L2 com módulo RTK. O computador de campo FC-100 está munido do sistema operativo WinCE, com leitor de cartões *Compact Flash* e *software* para topografia com funções de levantamento, implantação e cálculo. O *software* permite ainda a exportação e importação de dados para formatos convencionais, através de cabo ou cartão *Compact-Flash*. O aparelho é resistente à água, e permite operar em temperaturas compreendidas entre os -30°C e os 60°C. Está ainda munido de duas baterias de lítio, recarregáveis, com autonomia de 12 horas quando totalmente carregadas. Demora aproximadamente 60 segundos a iniciar e configurar pela primeira vez (*cold start*); menos de 10 segundos a ligar quando configurado (*warm start*) e menos de 1 segundo a adquirir um ponto. (EME, 2011). A precisão que o aparelho permite obter consta na tabela nº 7:

Tabela nº 7 – Precisão do posicionamento/levantamento

Modo de operação	Precisão do posicionamento/levantamento
<i>Static, Fast Static</i>	Para L1+L2: Horizontal – 3 mm Vertical – 5 mm
	Para L1: Horizontal – 5 mm Vertical – 7 mm
<i>Kinematic, RTK</i>	Para L1+L2: Horizontal – 10 mm Vertical – 15 mm
	Para L1: Horizontal – 15 mm Vertical – 20 mm

Fonte: Adaptado de EME (2011)

Para o tratamento dos dados recolhidos com o recetor TOPCON, foi utilizado um SIG para visualizar a implantação dos pontos na superfície terrestre, a fim de analisar a precisão das coordenadas obtidas.

Os SIG permitem visualizar diversos tipos de dados para compreender relações, padrões e tendências. Analisam a localização espacial e organizam camadas de informação em visualizações através de mapas e imagens 3D. Revelam conhecimentos profundos sobre os dados e são uma ferramenta importante na tomada de decisão dos utilizadores (Environmental Systems Research Institute [ESRI], s/d).

O *software* utilizado foi o ArcGIS Pro, que pode ser conjugado com informação de cartas militares, adquiridas através do CIGeoE. Esta aplicação pode ainda ser conjugada com sinais e simbologia convencional adotada pela *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), especificamente: MIL-STD-2525D e MIL-STD-2525B versão 2. Isto torna ArcGIS Pro uma ferramenta importante e tecnologicamente evoluída na fase de planeamento.

Depois de recolhidos, tratados e analisados, os dados foram convertidos em informação passível de ser utilizada nas Btrbf. Para tal, foi utilizado o *Microsoft Office Excel* que, através de folhas de cálculo e fórmulas matemáticas, permitiu efetuar o registo informático de todos os dados recolhidos e transformação destes em informações úteis para o comandante de bateria de tiro, nomeadamente: coordenadas de cada b.f. no terreno, coordenadas do centro de bateria, correções de referência das BCP e ainda o plano de implantação de bateria automático.

CAPÍTULO 5 – NOVO MÉTODO DE PONTARIAS

Este capítulo é dedicado exclusivamente à explicação do método de apontar as b.f. com recurso ao recetor TOPCON. O processo tem como base o método da “dupla baliza” e destina-se a ser executado na preparação da posição, na fase do Reconhecimento, Escolha e Ocupação da Posição (REOP).

Para cada secção de b.f., o operador do aparelho obtém coordenadas de 3 pontos: a posição futura da secção, a posição da BCP mais afastada, a cerca de 100 m, e a posição da BCP próxima, a uma distância aproximada de 50 m (para ocupações noturnas, a distância diminui para metade). Tem ainda de calcular o AV para cada secção, subtraindo do rumo das BCP o RV. Depois de calculado o AV, transmite o valor ao guia da secção que, posteriormente, difunde ao comandante de secção.

Para cada secção, o operador do recetor TOPCON executa o seguinte procedimento: obtém as coordenadas do ponto onde é colocada a estaca da secção e atribui-lhe um nome (exemplo: 1Sec); no rumo que entender ser conveniente coloca as BCP, obtém as coordenadas da BCP afastada (distância de referência 100 m) e atribui-lhe um nome (exemplo: bcpa1); através da ferramenta “COGO”, disponível no menu inicial do recetor TOPCON, escolhe “ponto na direção”; seleciona a opção “do ponto bcpa1 ... para o ponto 1Sec” e introduz em “HD Grd” metade da distância entre 1sec e bcpa1, ou seja, dá indicação ao aparelho para implantar um ponto no rumo inverso entre a secção e a BCP afastada, numa distância intermédia; escolhe o nome do ponto intermédio (exemplo: bcpp1) e clica “Calc”; seleciona a opção “salvar” e verifica no mapa que surge no ecrã do recetor a implantação do ponto; caso a implantação esteja correta, volta ao menu inicial e acede à opção “piquetagem”, selecionando “piquetagem de pontos”; escolhe o ponto identificado como bcpp1 e clica “Piq”; o aparelho irá conduzir o operador até à posição do ponto selecionado, onde o guia da secção de b.f. deverá colocar a BCP próxima.

Seguidamente, depois de determinadas as 3 coordenadas, o operador consulta o rumo entre 1sec e bcpa1, ou seja, o rumo das BCP, e subtrai deste o RV para calcular o AV. A título de exemplo, se o rumo das balizas for 1000 mils e o RV 500 mils, o valor que o operador transmite ao guia da secção será 500 mils, que resulta da diferença entre o rumo das BCP e o RV. É esta operação que garante que o tubo fica a apontar para o RV quando o valor do AV é introduzido no aparelho de pontaria do obus. O conjunto de procedimentos encontra-se resumidamente descrito na tabela nº 8.

Tabela nº 8 – Procedimentos do operador TOPCON

Ordem	Tarefa
1	Obter as coordenadas da secção de b.f.
2	Obter as coordenadas da BCP afastada (100m)
3	“COGO” > “Ponto na Dc” > “Do ponto bcpa1 para 1sec”
4	“HD Grad” = $\frac{1}{2}$ da distância (50 m)
5	Escolher o nome do ponto (“bcpp1”) + “Calc”
6	“Menu inicial” > “Piquetagem” > “Piquetagem de pontos”
7	Escolher ponto gravado anteriormente “bcpp1” + “Piq”
8	Consultar rumo 1sec para bcpa1
9	Calcular AV e transmitir ao guia

Fonte: Autor

É necessário repetir o procedimento tantas vezes quanto o número de secções existentes na bateria, sendo que, para cada secção, é necessário calcular um AV diferente.

Depois de preparada a posição, as b.f. ocupam as suas posições como fariam no método da “dupla baliza” tradicional. O guia transmite o valor do AV ao comandante de secção, que o difunde ao servente apontador, para que este o introduza no aparelho de pontaria.

Na entrada em posição é fundamental que o aparelho de pontaria fique exatamente na vertical do lugar onde foram registadas as coordenadas da secção, que deve ser materializado por uma estaca de madeira, ou equivalente. É pouco provável que a mirada do aparelho de pontaria fique a apontar exatamente para as BCP. Caso se verifique o seu desalinhamento em relação às BCP, deve ser executado o procedimento de realinhar balizas, tal como descrito em 1.7.. Depois de apontadas as b.f., é dever do comandante de bateria de tiro verificar pontarias em direção, conforme descrito em 1.8.. Caso verifique um erro na pontaria de alguma secção, pode ordenar que esta execute pontaria recíproca por outra adjacente, conforme entenda necessário.

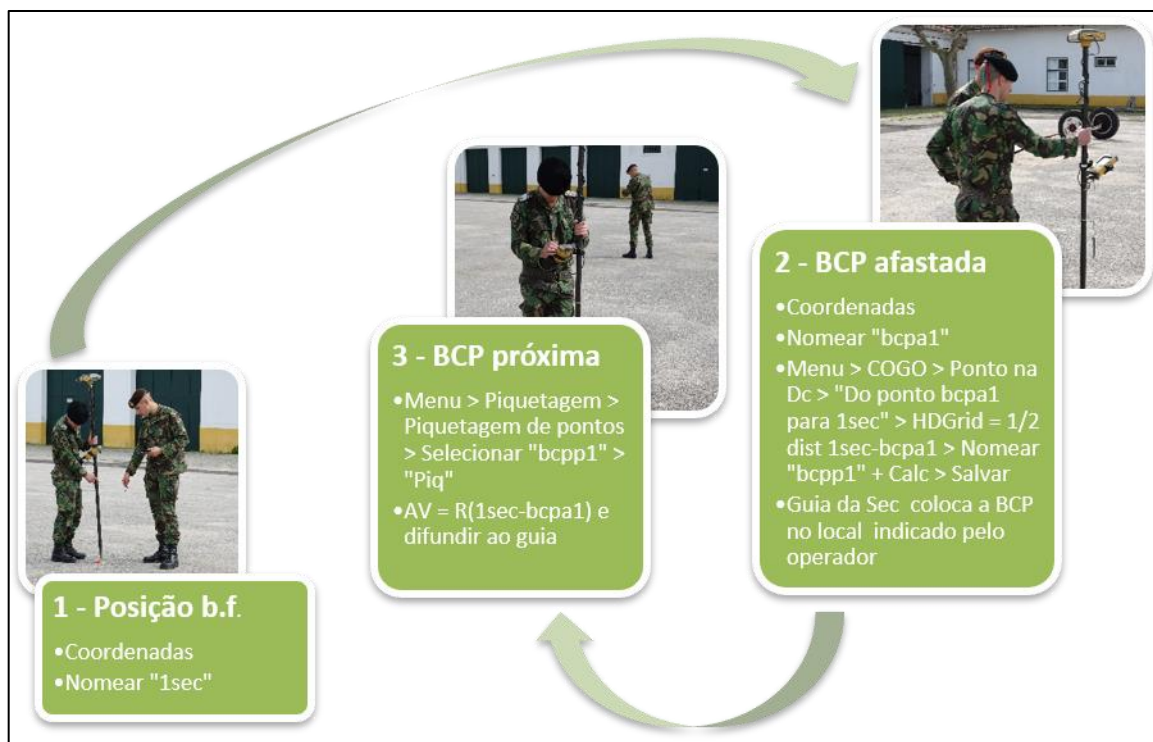


Figura nº 3 - Síntese ilustrativa do método GNSS

Fonte: Autor

Não atendendo unicamente ao exposto no ponto anterior, existem inúmeras formas de aplicar o método, sendo que o acima apresentado é preferencial por exigir menos tempo até a bateria estar pronta a fazer tiro depois de entrar em posição.

Porém, este método pode ser executado com as b.f. já em posição. O operador coloca o recetor acima do aparelho de pontaria, para que ambos fiquem sobre a mesma vertical do lugar. A partir desse momento, com o recetor nivelado, obtém as coordenadas do aparelho de pontaria e executa todos os procedimentos seguintes, a partir do ponto 2 da tabela nº 8.

É ainda importante destacar que este método permite que várias b.f. possam ser referenciadas pela mesma BCP afastada, dispensando a morosa instalação de duas BCP por secção, previstas no método tradicional. Adotar este procedimento implica ainda reduzir o tempo necessário à obtenção de mais coordenadas do que aquelas que na verdade são necessárias.

O levantamento da posição é executado com precisão milimétrica, o que permite aumentar a precisão no plano de implantação de bateria. Foi criado um ficheiro em Office Excel que executa o plano de implantação de bateria automaticamente, demonstrado em 6.3..

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS

Deste capítulo constam todos os dados recolhidos no trabalho de campo, que englobam: a verificação da precisão do GB, os levantamentos topográficos e pontaria com o recetor TOPCON, o transporte e registo de resultados para uma plataforma criada em *Microsoft Office Excel*, a implementação e análise dos dados no software *ArcGIS Pro*, bem como os resultados apurados nas entrevistas que foram realizadas.

6.1. Precisão do GB

De modo a aferir a precisão do GB, foi executado inicialmente um levantamento topográfico recorrendo a um recetor GNSS na parada Coronel Gentil Bessa, do aquartelamento da Academia Militar na Amadora.

O teste consistiu em determinar, analiticamente, o rumo entre as coordenadas de dois pontos levantados, o PCTop14 e o PCTop3. Utilizando o rumo entre os dois pontos selecionados para materializar uma DO, foram executadas leituras com o GB para outros 5 pontos, partindo do rumo da DO, e comparados com os rumos determinados analiticamente. As coordenadas dos pontos considerados encontram-se na tabela nº 9:

Tabela nº 9 – Coordenadas dos pontos utilizados para aferir a precisão do GB

Designação	Estes	Nortes
PCTop14	479445,672	4289579,016
PCTop3	479557,401	4289559,363
PCTop6	479562,126	4289507,348
PCTop5	479545,479	4289505,894
PCTop7	479548,164	4289476,311
PCTop8	479472,323	4289469,441
PCTop9	479455,682	4289467,933

Fonte: Autor

Depois do levantamento dos pontos, o rumo foi determinado pela fórmula:

$$\tan R_{1-2} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

No cálculo do rumo entre dois pontos importa ainda considerar a variação das funções seno e cosseno para determinar o quadrante a que pertencem os rumos, conforme exposto na tabela nº 10:

Tabela nº 10 – Determinação do quadrante a que pertence o rumo

Varição das funções $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\Delta X}{\Delta Y}$	$\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{+}{+}$	$\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{+}{-}$	$\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{-}{-}$	$\frac{\Delta X}{\Delta Y} = \frac{-}{+}$
Quadrante R_{1-2}	1º α	2º $3200-\alpha$	3º $3200+\alpha$	4º $6400-\alpha$

Fonte: Alves et al. (1988, p. 154)

Dito isto, foram calculados, analiticamente, os rumos entre o PCTop14, e todos os outros pontos que constam na tabela nº 10. Os resultados obtidos encontram-se demonstrados na tabela nº 11:

Tabela nº 11 – Rumo entre dois pontos determinado analiticamente

Pontos	Rumo
PCTop 14-3	1777,3548
PCTop 14-6	2161,9365
PCTop 14-5	2244,0493
PCTop 14-7	2401,0573
PCTop 14-8	2956,9754
PCTop 14-9	3108,4591

Fonte: Autor

Para aferir a precisão do GB, colocou-se o aparelho em estação sobre o PCTop14 e, com movimentos particulares, marcou-se o valor do rumo da DO (arredondado às unidades), neste caso o rumo entre o PCTop14 e o PCTop3, 1777 milésimos. Seguidamente, partindo do rumo conhecido, foram executadas leituras para os PCTop restantes, conforme indica a tabela nº 11. Os resultados obtidos através deste método constam na tabela nº 12. Importa referir que o GB estava em estação com o fio de prumo à vertical do lugar que define a EO,

e as bolhas de nível perfeitamente niveladas. As miradas foram feitas para BCP colocadas na posição vertical, com recurso a bolhas de nível¹⁵.

Tabela nº 12 – Rumo entre dois pontos utilizando o GB

Pontos	Rumo
PCTop 14-3	1777
PCTop 14-6	2160
PCTop 14-5	2242
PCTop 14-7	2399
PCTop 14-8	2954
PCTop 14-9	3105

Fonte: Autor

Com base na observação dos dados constantes nas tabelas nº 11 e nº 12, que indicam os rumos entre dois pontos determinados analiticamente ou utilizando o GB, podemos observar uma divergência dos valores, que não se restringem apenas a casas decimais.

No que toca ao rumo entre o PCTop14 e o PCTop3, o erro é de 0,3548mils, por defeito, visto que o GB permite apenas introduzir valores arredondados às unidades. Em vez de se manter constante, com uma diferença de 0,3548 mils para cada leitura efetuada, a discrepância entre o valor determinado analiticamente e o valor lido com o GB aumenta. No caso do rumo entre o PCTop14 e o PCTop8, a diferença observada é de, aproximadamente, 3 mils, e aumenta no rumo entre o PCTop14 e o PCTop9 para um valor que ronda os 3,5 mils. Tendo em conta os dados observados, podemos admitir que o GB registou um valor de erro médio de 2,1387 mils, retirado a partir do quociente entre a soma das diferenças das leituras, e o número de leituras efetuadas, conforme o exposto na tabela nº 13.

¹⁵ Ver apêndice B – Levantamento topográfico AM

Tabela nº 13 – Diferença entre rumos analíticos e com GB

Pontos	Rumo analítico	Rumo com GB	Diferença
PCTop 14-3	1777,3548	1777	0,3548
PCTop 14-6	2161,9365	2160	1,9365
PCTop 14-5	2244,0493	2242	2,0493
PCTop 14-7	2401,0573	2399	2,0573
PCTop 14-8	2956,9754	2954	2,9754
PCTop 14-9	3108,4591	3105	3,4591

Fonte: Autor

6.2. Levantamentos topográficos e pontarias

Todos os testes para aferir o método de pontarias foram executados no Regimento de Artilharia nº 5, em Vendas Novas. Para aferir a rapidez foram ainda adicionados os dados recolhidos no exercício da AM, Leão 19, em Sta. Margarida. Os testes podem ser divididos em dois momentos distintos: o primeiro, que consistiu no levantamento de pontos de controlo topográfico na parada Bernardo Faria¹⁶, a fim de perceber a existência de um possível erro entre as coordenadas dos pontos levantados com o recetor TOPCON e a sua implantação no terreno, através da ferramenta ArcGIS Pro. O segundo, iniciado após a verificação de que o erro observado nas coordenadas está dentro da tolerância prevista, que consistiu em apontar uma b.f. M114A1 155mm, recorrendo ao recetor TOPCON.

Relativamente à aferição da precisão das coordenadas, foram selecionados seis pontos facilmente identificáveis na parada Bernardo Faria, que materializaram pontos de controlo topográfico. As coordenadas dos pontos encontram-se explanadas na tabela nº 14:

Tabela nº 14 – Pontos de controlo topográfico

	Estes	Nortes	Cota	Erro
PCTop1	547186,513	4281387,607	147,002	2 mm
PCTop2	547192,066	4281385,350	147,017	2 mm
PCTop3	547204,698	4281410,233	147,071	2 mm
PCTop4	547228,780	4281351,133	147,643	5 mm
PCTop5	547196,912	4281290,796	147,575	5 mm
PCTop6	547139,001	4281315,884	147,339	5 mm

Fonte: Autor

¹⁶ Apêndice C – Trabalho de campo no RA5

Depois de implantados os pontos em ArcGIS, e aferida a precisão das coordenadas, iniciou-se a segunda fase de testes: pontarias. Para esta fase foram tomadas em conta as seguintes variáveis: rapidez, precisão e desfasamento na verificação das pontarias.

Todo o processo de apontar a b.f. foi executado conforme o exposto no capítulo 5. O teste foi repetido seis vezes na parada Bernardo Faria com uma secção de b.f., sendo ainda executada uma sétima medição, no polígono do RA5, enquadrada no exercício tático e de fogos reais dos cadetes do 4º ano da Academia Militar. Para os seis primeiros testes foram executadas 20 medições, sendo que para o sétimo foram feitas 40 medições em sinal flutuante, visto que as BCP foram propositadamente colocadas em zonas arborizadas, a fim de verificar a precisão do aparelho nessas condições. Os resultados dos testes encontram-se expostos na tabela nº 15:

Tabela nº 15 – Registo dos testes efetuados no RA5

		Estes	Nortes	Tempo	R _{BCP} (mils)	RV (mils)	AV (mils)	Realinhar (mils)
Teste 1	2Sec	547192.986	4281323.157	7'10''	5961	800	5161	5168
	BCPA2	547169.311	4281374.648					
Teste 2	3Sec	547198.184	4281330.865	6'43''	6178	6300	6278	6278
	BCPA3	547182.883	4281399.795					
Teste 3	4Sec	547204.907	4281326.502	5'47''	4761	600	4161	4171
	BCPA4	547146.642	4281324.290					
Teste 4	5Sec	547206.514	4281330.775	5'12''	4988	6200	5188	5203
	BCPA5	547154.602	4281340.455					
Teste 5	6Sec	547204.306	4281331.029	4'52''	4682	500	4182	4184
	BCPA6	547146.604	4281324.321					
Teste 6	7Sec	547203.955	4281329.475	4'10''	5700	6400	5700	5702
	BCPA7	547168.611	4281372.510					
Teste 7	8Sec	547909.891	4282389.276		5643	1100	4543	4533
	BCPA8	547869.613	4282433.149					

Fonte: Autor

Relativamente à variável rapidez, pode observar-se uma diminuição de 3 minutos no tempo despendido entre o primeiro e o sexto teste. Importa referir que o operador não estava treinado para executar o procedimento específico, o que pode implicar uma diminuição do tempo comparativamente com um operador treinado para o efeito. No sétimo teste, o tempo não foi cronometrado devido à inexistência de BCP imediatamente disponíveis, dado estarem a ser utilizadas no exercício da AM.

No que toca à precisão, para os seis primeiros testes obteve-se uma precisão entre os 2 mm e os 5 mm, quer em Estes quer em Nortes, em 20 medições efetuadas para cada ponto. No sétimo teste, as BCP foram propositadamente colocadas por baixo de sobreiros, o que resultaria numa diminuição da precisão. Assim, optou-se por 40 medições em sinal flutuante para cada ponto, sendo que daí resultou uma precisão de 1,3 cm.

Por último, na verificação das pontarias, a coluna “realinhar” da tabela nº 15 indica desfasamentos do valor do AV inicial entre os 0 (Teste 2) e os 15 mils (Teste 4) sendo que, para os seis primeiros testes, não é observável qualquer diferença em relação ao azimute que deveria ser lido na bússola, ou seja, não existe diferença em relação ao RV. No caso do sétimo teste, o valor do AV apresenta uma diferença de 10 mils que resulta do processo de realinhar balizas e, neste caso, é possível observar na bússola uma diferença de 10 mils em relação ao RV. Apesar desta diferença, a b.f. considera-se bem apontada por estar dentro do intervalo admissível de ± 20 mils.

De forma a comparar a rapidez do método apresentado com o método da “dupla baliza” tradicional, encontram-se na tabela nº 16 os dados relativos ao tempo despendido no processo de pontarias, recolhidos no exercício LEAO 19:

Tabela nº 16 – Tempo despendido no método da “dupla baliza”

Nº do teste	Tempo
1	70'27''
2	62'38''
3	48'12''
4	46'50''
5	43'41''
6	39'58''
Nota: tempos para 4 b.f.	

Fonte: Autor

Verificou-se que, nos seis ensaios efetuados, o maior tempo observado foi de aproximadamente 70 minutos, e o menor de 40 minutos. Assim, para o teste nº 1, cada b.f. demorou aproximadamente 18 minutos a ser apontada. No teste nº 6, cada b.f. demorou aproximadamente 10 minutos a ser apontada. Para comparação, será tomado o teste mais rápido de cada método apresentado.

No método tradicional, a pontaria de uma b.f. demora 9 minutos e 59 segundos, enquanto que, no método GNSS, demora 4 minutos e 10 segundos. Isto representa uma redução aproximada de 60% no tempo despendido no processo de pontarias, quando comparados os dois métodos.

6.3. Registo de dados e plano de implantação de bateria automático

Conforme exposto em 4.1., o *software* que incorpora o computador de campo do recetor TOPCON permite a exportação e importação de dados para formatos convencionais, através de cabo ou cartão *Compact-Flash*. Como tal, para registo de todos os valores obtidos, foi desenvolvido um modelo em *Office Excel* que, através de folhas de cálculo, regista os valores de referência das BCP (ou AV) e calcula, de forma automática o plano de implantação de bateria.

O ficheiro é composto por duas folhas de cálculo: “pontarias” e “implantação”. A primeira (pontarias) é totalmente dedicada ao registo do levantamento topográfico. Para cada secção, existem campos onde devem ser inseridas as coordenadas da estaca da secção e da BCP afastada. A partir destas duas coordenadas, o programa calcula automaticamente o rumo entre os dois pontos, bem como o AV. Para calcular o AV é necessário introduzir sempre o valor do RV. Isto permite que, caso seja necessário reutilizar a posição já levantada noutra fase do combate, basta alterar o valor do RV.

A primeira folha de cálculo (pontarias) está inserida abaixo, na figura nº 4, onde constam os dados recolhidos em Vendas Novas. Para o caso da 1ªSec, a título de exemplo, foram inseridas as coordenadas da estaca que materializa a vertical da luneta da b.f. (linha 2, “ESTACA”, campos C2 e D2) e as coordenadas da BCP afastada (linha 3, “BCP”, campos C3 e D3¹⁷). O cálculo dos rumos é executado conforme o exposto no capítulo 6.1.. O “ângulo α ”, que resulta do arco tangente do quociente entre a diferença de estes e a diferenças de nortes, apresentado na tabela, corresponde à fórmula nº 3:

$$=ABS[(GRAUS(ATAN(F2/F3)))]/0,05625 \quad (3)$$

Este é um cálculo intermédio, utilizado para verificar o quadrante a que pertence o rumo, conforme a tabela nº 10. A fórmula devolve um valor positivo, pela utilização da função “ABS”. A função “GRAUS” faz com que o resultado do cálculo da função “ATAN”, ou arco tangente, seja devolvido em graus e não em radianos. O quociente de toda a fórmula

¹⁷ Nota: as coordenadas a inserir devem ser separadas por vírgulas, como consta no exemplo. Caso contrário o programa irá devolver o erro #VALOR.

por 0,05625 destina-se a converter o valor de graus para milésimos, a fim de facilitar o cálculo das pontarias, que serão dadas em milésimos.

O rumo entre a secção e a BCP afastada é determinado pela fórmula nº 4, que verifica o quadrante ao qual pertence o resultado da fórmula nº3:

$$=SE(E(F2 \geq 0; F3 \geq 0); G2; SE(E(F2 \geq 0; F3 < 0); 3200 - G2; SE(E(F2 < 0; F3 < 0); 3200 + G2; SE(E(F2 < 0; F3 \geq 0); 6400 - G2)))) \quad (4)$$

A função “SE” permite fazer comparações lógicas entre um valor e o valor esperado. Como tal, uma instrução “SE” pode ter dois resultados: o primeiro é “Verdadeiro” se a comparação se verificar, ou “Falso” caso a comparação não se verifique. A função “E” foi conjugada com a “SE” porque permite determinar se todas as condições de um teste são “Verdadeiro” ou “Falso”.

Neste caso, tomando como exemplo a 1ª Sec, a função verifica se $\Delta E \geq 0$ e $\Delta N \geq 0$. A condição não se verifica, portanto como a comparação é falsa, passa à seguinte: verifica se $\Delta E \geq 0$ e $\Delta N < 0$. A comparação tem também o resultado “Falso”. A função faz a verificação de todas as hipóteses até encontrar um resultado “Verdadeiro”. Quando se verifica uma hipótese verdadeira, o programa executa o cálculo da instrução “Verdadeiro”, ou seja, verifica que $\Delta E < 0$ e $\Delta N \geq 0$ e automaticamente subtrai de 6400 o valor do “ângulo α ”, inserido no campo G2.

O AV é obtido através da diferença entre o rumo das BCP e o RV.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1			Estes	Nortes			Ângulo α	R(EST-BCP)	RV	AV
2	1ª Sec	ESTACA	547193	4281323,157	ΔE	-23,7	438,9770	5961	800	5161
3		BCP	547169,3	4281374,648	ΔN	51,5				
4	2ª Sec	ESTACA	547198,2	4281330,865	ΔE	-15,3	222,4981	6178	6300	6278
5		BCP	547182,9	4281399,795	ΔN	68,9				
6	3ª Sec	ESTACA	547204,9	4281326,502	ΔE	-58,3	1561,3483	4761	600	4161
7		BCP	547146,6	4281324,29	ΔN	-2,21				
8	4ª Sec	ESTACA	547206,5	4281330,775	ΔE	-51,9	1412,2204	4988	6200	5188
9		BCP	547154,6	4281340,455	ΔN	9,68				
10	5ª Sec	ESTACA	547204,3	4281331,029	ΔE	-57,7	1482,1154	4682	500	4182
11		BCP	547146,6	4281324,321	ΔN	-6,71				
12	6ª Sec	ESTACA	547204	4281329,475	ΔE	-35,3	700,3689	5700	6400	5700
13		BCP	547168,6	4281372,51	ΔN	43				

Figura nº 4 - Registo e cálculo de pontarias

Fonte: Autor

Depois de registrar os valores das pontarias, o plano de implantação de bateria é calculado automaticamente na folha “IMPLANTAÇÃO”. Todos os valores são importados da folha “PONTARIAS”, sendo apenas necessário introduzir as coordenadas do CB. Importa referir que o plano tem implantação de bateria apresentado toma como referência o norte cartográfico e não o rumo de vigilância. A folha possui a estrutura exposta na figura nº 5:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Estes	Nortes	Descrição				
2	CB	547187	4281387,607	PCTop1				
3								
4		Estes	Nortes	ΔE	ΔN	Ângulo α	R CB	Distância
5	1ª Sec	547193	4281323,157	6,4730	-64,4500	101,9598	3098	64,77424047
6	2ª Sec	547198	4281330,865	11,6710	-56,7420	206,6277	2993	57,92984382
7	3ª Sec	547205	4281326,502	18,3940	-61,1050	297,8310	2902	63,81348024
8	4ª Sec	547207	4281330,775	20,0010	-56,8320	344,6863	2855	60,24878609
9	5ª Sec	547204	4281331,029	17,7930	-56,5780	310,3581	2890	59,30987214
10	6ª Sec	547204	4281329,475	17,4420	-58,1320	296,9140	2903	60,69227948
11								
12		PLANO DE IMPLANTAÇÃO						
13		E/D	F/A	Rumo	Distância			
14	1ª Sec	D 6	A 64	3098	65			
15	2ª Sec	D 12	A 57	2993	58			
16	3ª Sec	D 18	A 61	2902	64			
17	4ª Sec	D 20	A 57	2855	60			
18	5ª Sec	D 18	A 57	2890	59			
19	6ª Sec	D 17	A 58	2903	61			

Figura nº 5 - Plano de implantação de bateria automático

Fonte: Autor

Para o efeito, foi selecionado como CB o PCTop1, e todo o plano de implantação é calculado a partir deste. Como existem coordenadas de todas as secções, é conveniente que o CB seja materializado por uma secção, diminuindo assim o tempo despendido no levantamento topográfico.

Tomando novamente como exemplo a 1ªSec, sendo que todas as outras seguem o mesmo raciocínio, a ΔE e ΔN é calculada em relação ao CB, pela diferença entre Estes da 1ªSec e CB. O mesmo procedimento é executado para os Nortes. O rumo para o CB é calculado exatamente da mesma forma descrita na folha “PONTARIAS”. A distância entre as secções e o CB resulta da raiz quadrada da soma entre os quadrados de ΔE e ΔN , conforme exposto na fórmula nº 5:

$$=RAIZQ(D5^2+E5^2) \quad (5)$$

Tanto o rumo como a distância são apresentados com zero casas decimais, para facilitar a sua difusão ao comandante de bateria de tiro e posterior registo. Este arredondamento é executado pela função “ARRED”. Entre parêntesis introduz-se o número da célula a arredondar e o número de casas decimais pretendidas, separados pelo sinal ponto e vírgula.

No caso do afastamento em relação ao centro de bateria, em direção e distância, volta a ser utilizada a função “SE”. A fórmula verifica se $\Delta E \geq 0$. Se “Verdadeiro”, então devolve “D” (direita) como texto e arredonda ΔE às unidades. Se “Falso”, devolve “E” (esquerda) como texto e arredonda o módulo da ΔE (“ABS” porque se verificou que o valor não é maior ou igual a zero) às unidades. Isto permite determinar a distância unicamente em Estes em relação ao CB, para a direita ou para a esquerda.

Para o afastamento em distância, aplica-se exatamente o mesmo princípio em relação à função “SE” na verificação da hipótese verdadeira. Devolve valores de texto “F” (frente) e “A” (atrás) para os casos em que a b.f. se localize à frente ou atrás do CB.

O quadro “Plano de implantação” está desenhado para ser transferido, conforme é apresentado, para o registo do comandante de bateria de tiro. Os valores do afastamento transversal e longitudinal em relação ao CB são arredondados às unidades e não aos 5 m mais próximos como preconizado na doutrina portuguesa, a fim de usufruir da maior precisão facultada pelos aparelhos GNSS.

6.4. Análise em ArcGIS Pro

Para que fosse possível ter noção da real precisão do recetor TOPCON ou identificar qualquer tipo de problemas associados à medição, foram comparadas as coordenadas obtidas com a sua localização no terreno, por intermédio do *software* ArcGIS Pro. As coordenadas dos pontos levantados constam da tabela nº 14, e será tomado como exemplo o PCTop 1.

Por forma a aferir a precisão das coordenadas, o *software* foi programado para o sistema de coordenadas militares, na zona 29S da quadrícula UTM. Posteriormente, segundo a simbologia militar APP6 (D), foi inserida uma unidade de AC estacionada nas coordenadas do PCTop 1, como demonstra a figura nº 6:

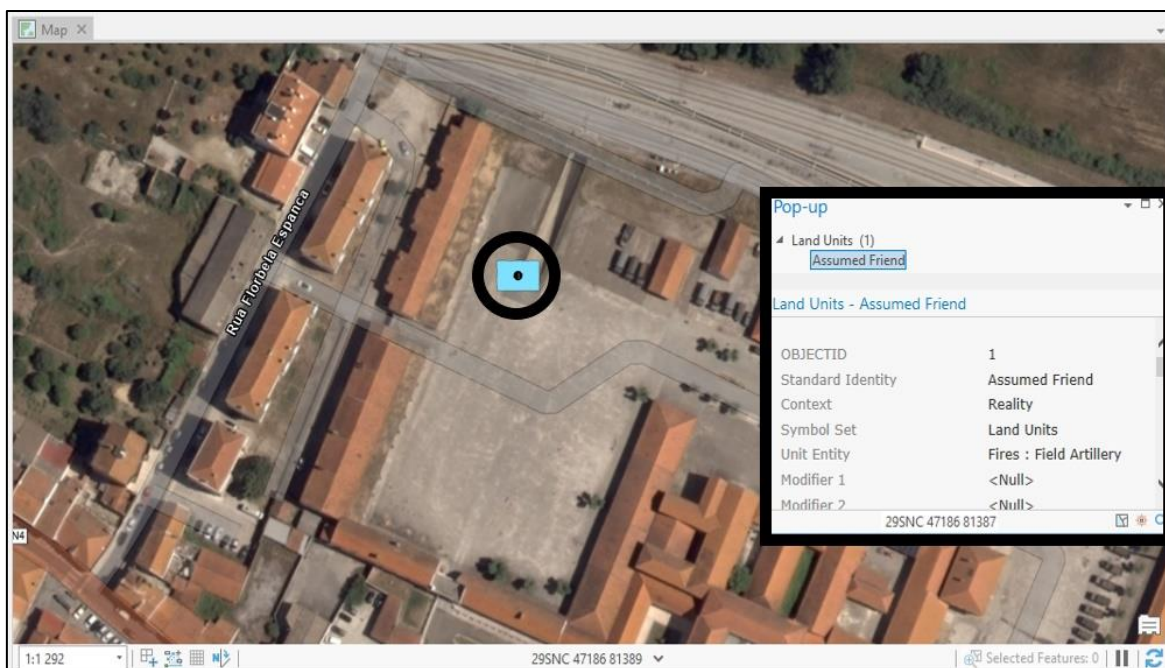


Figura nº 6 – Unidade de AC estacionada no PCTop 1

Fonte: Autor

Comprova-se, pela imagem anterior, que as coordenadas obtidas do PCTop 1 correspondem exatamente ao local onde foi estacionado o recetor TOPCON, o canto mais a Este da entrada que dá acesso ao polígono. Para complementar este trabalho, foi ainda solicitada ao CIGeoE a disponibilização da folha nº 435 da carta militar à escala 1:25 000. Esta ferramenta permitiu obter uma comparação entre o que seria obter as coordenadas diretamente da carta, com o diagrama de declinação no centro da folha datado de 2007, e as coordenadas obtidas do levantamento no terreno com o recetor TOPCON. O resultado consta da figura nº 7, inserida abaixo:

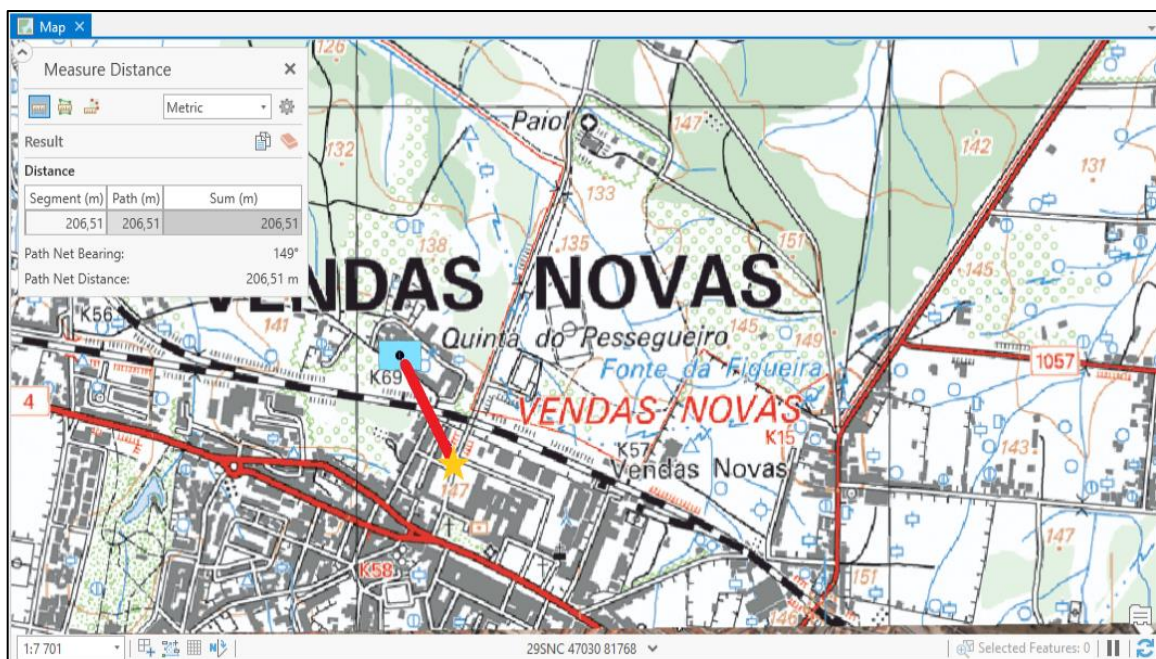


Figura nº 7 - Comparação das coordenadas dos pontos

Fonte: Autor

A localização real do PCTop 1 é a unidade de AC representada na figura. A localização do ponto na folha 435 está representada pela estrela inscrita a amarelo. Assim, a linha vermelha que une a unidade de AC e a estrela amarela representa a distância entre os dois pontos: aproximadamente 205 m. Este é um dos fatores indicadores da razão pela qual só é executado tiro real em posições previamente levantadas pela secção de topografia. O investimento em equipamento de topografia para as Btrbf surge como uma grande vantagem e uma ferramenta facilitadora, tanto do ponto de vista da precisão do levantamento de uma zona de posições, como da autonomia do comandante da Btrbf na ocupação das mesmas.

Esta ferramenta revelou-se de extrema utilidade em toda a execução do trabalho, pois permitiu comparar todas as coordenadas obtidas com a sua localização real no terreno, o que veio acrescentar mais rigor ao trabalho do ponto de vista técnico. Pode revelar-se ainda mais útil a sua aplicação no planeamento de operações militares visto que, como demonstrado, tem capacidade de comportar toda a simbologia militar convencional em formato digital e permite ainda trabalhar em todos os sistemas de coordenadas existentes.

6.5. Resultados das entrevistas

De modo a averiguar a possibilidade de implementação deste método nos três Grupos da Artilharia de Campanha (GAC) do Exército Português, foram realizadas entrevistas a três

comandantes de Btrbf: Capitão de Artilharia Marco Leite 2Btrbf/GAC 15,5 Autopropulsionado (AP); Capitão de Artilharia Alves Mainha 1Btrbf/GAC 10,5 Rebocado (Reb) e Capitão de Artilharia Neves Saraiva 1Btrbf/GAC 15,5 Reb¹⁸. Os entrevistados serão designados por “E1”, “E2” e “E3”, respetivamente, para todas as questões.

Tabela nº 17 – Síntese das respostas às entrevistas

Qual o método que normalmente utiliza para apontar a bateria? Porquê?	E1	• Viking 2000, através de uma bússola interna, com um erro de aproximadamente 6 mils.
	E2	• GB com DO em <i>Live Fire Exercise</i> (LFX); • GB com GD em <i>Field Training Exercise</i> (FTX), quando não existe levantamento topográfico.
	E3	• Normalmente GB com DO; • GB com GD quando não existe levantamento topográfico.
Quanto tempo demora para ter a bateria apontada, referenciada, e com o plano de implantação de bateria pronto?	E1	• 10 a 12 minutos. Se o plano de implantação não estiver pronto entretanto, utilizam-se correções de posição expeditas.
	E2	• 11 ou 12 minutos. Com guarnição treinada é possível diminuir o tempo.
	E3	• 45 minutos a 1 hora. A falta de treino, sem descurar procedimentos, leva à perda de rapidez.
Como são obtidas as coordenadas do centro de bateria? E o plano de implantação?	E1	• CB: GPS Viking 2000; • Plano de implantação: Viking 2000 com distanciómetro.
	E2	• CB: GPS de mão; • Plano de implantação: utiliza o GPS de mão para levantar a posição das secções, e introduz as coordenadas no calculador <i>Gunzen</i>.
	E3	• Obtidos em função do terreno em FTX e levantamento topográfico em LFX.
Costuma utilizar o método da “dupla baliza”? Porquê? Se sim, em que ocasiões?	E1	• Em situações de reconhecimento diurno para ocupação noturna.
	E2	• Não. Método muito moroso porque exige mudar o GB várias vezes de posição.
	E3	• Não. Método lento, utilizado em ambiente noturno; falta de treino e tempo na função impede a execução;
Quais as vantagens e desvantagens que considera ter o método da “dupla baliza”?	E1	• As estacas que o guia coloca, visam deixar a bf praticamente apontada; • BCP são uma referência menos precisa que o colimador; • Consome bastante tempo.
	E2	• Consome muito tempo no REOP; • Não se justifica se mudar muitas vezes de posição.
	E3	• Método lento; • Permite minimizar o tempo necessário para a pontaria inicial da bateria, o que se torna uma vantagem se existirem 6 secções.
Considera o emprego do GPS como método a utilizar para apontar uma bateria? Porquê? Em que circunstâncias?	E1	• Sim. Já viu o Exército Espanhol utilizar um método semelhante.
	E2	• O ideal seria um <i>upgrade</i> com sistemas de georreferenciação no aparelho de pontaria.
	E3	• Sim. Em todas as circunstâncias. Método extremamente expedito e com boa fiabilidade.
Quais considera as alterações necessárias para implementar?	E1	• Testar o método nos obuses autopropulsionados e comparar com os atuais; • Analisar possíveis alterações na doutrina.

¹⁸ Os guiões de entrevista completos encontram-se em anexo ao trabalho: anexo D, E e F.

	E2	• Formação dos quadros; • Equipamentos disponíveis; • Estreito contacto com o CIGeoE.
	E3	• Equipamento disponível; • Formação.
Considera os SIG como um meio vantajoso no planeamento do REOP?	E1	• No planeamento sim, no emprego dos meios não.
	E2	• Extremamente benéfico para o planeamento, quando comparado com a carta.
	E3	• Boa ferramenta no planeamento do REOP, mas não dispensa o reconhecimento no terreno.
Quais os obstáculos e vantagens que considera ter a implementação deste processo?	E1	• Desvantagem: dificuldade em colocar a luneta do obus à vertical da estaca; • Vantagem: método universal para qualquer obus.
	E2	• Desvantagem: material insuficiente; • Vantagem: bateria sempre referenciada, independentemente do RV.
	E3	• Desvantagens: pouco conhecimento e necessidade de meios informáticos no terreno; • Vantagens: mais informação para apoiar a tomada de decisão.

Fonte: Autor

Relativamente à primeira questão, verifica-se que nos dois GAC que utilizam material rebocado, os métodos utilizados para apontar as b.f. são: em primeiro lugar, o GB com DO quando existe levantamento topográfico, por ser mais preciso e, em segundo lugar, o GB com GD. No caso do GAC autopropulsionado, é utilizado o aparelho Viking 2000, com um modo de funcionamento idêntico a uma bússola, que permite tirar coordenadas GPS da posição onde é instalado. Não permite obter correções RTK.

Quanto ao tempo gasto no processo de pontarias e plano de implantação da Btrbf, verifica-se que E1 e E2 demoram sensivelmente o mesmo tempo. Existe uma exceção para E3, que pode ser justificada pela falta de treino do pessoal ou ainda pelas especificidades técnicas do material, que torna necessariamente mais demorada a entrada em posição. Verifica-se ainda que as coordenadas do CB e a posição das secções são obtidas por métodos expeditos, não preconizados na doutrina nacional: E1 através do aparelho Viking 2000, E2 por intermédio de um pequeno GPS de mão e E3 obtido em função do terreno.

Verifica-se, nos três entrevistados, que o método da “dupla baliza” raramente é utilizado. É um método orientado, de acordo com o manual de referência (MC 20-15) para o reconhecimento e preparação da posição em ambiente diurno, para ocupação noturna. Os principais inconvenientes apontados estão relacionados com a grande quantidade de tempo consumido durante o REOP, com o facto de as BCP serem uma referência menos precisa que o colimador e, mais uma vez, com o treino.

Quando questionados acerca da possibilidade do emprego de meios GPS na pontaria da bateria, os inquiridos mostram-se recetivos. Salientam a necessidade de executar testes nos respetivos materiais antes que possa ser implementado, possíveis alterações ao nível da doutrina e quadros orgânicos, bem como a garantia da formação e equipamentos disponíveis, e ainda uma estreita ligação com o CIGeoE. Consideram com unanimidade os SIG como uma ferramenta vantajosa no planeamento do REOP, sem nunca dispensar o reconhecimento no terreno, numa ótica de empregar os meios da melhor forma possível, tendo em conta as condições do ambiente em que se inserem.

As principais vantagens apontadas são: este é um método de pontarias universal para qualquer obus, a bateria está sempre referenciada na posição para qualquer que seja o RV e ainda a maior quantidade de informação para apoiar a tomada de decisão. As desvantagens apontadas são a dificuldade em colocar a luneta exatamente na vertical do lugar da estaca da secção, a falta de material disponível, o pouco conhecimento acerca do material e a necessidade de ter meios informáticos disponíveis no terreno.

Decorrente da realização da entrevista no Regimento de Artilharia nº 4, em Leiria, foi levantada uma questão pertinente pelo Major de Artilharia Carqueijo que importa ser também aqui respondida. A questão foi ao encontro da disponibilidade de correções RTK dentro e fora do território nacional. Como consequência da interligação entre o Exército Português e a Brigada Mecanizada e Brigada da Extremadura Espanholas, foram realizados múltiplos exercícios no âmbito do *European Battlegroup*. Como tal, para exercícios a realizar fora do território nacional, as correções RTK têm de ser asseguradas, de modo a que o método seja válido. Para cumprir esse desiderato, existem várias opções, nomeadamente: funcionar com uma base única dada pelo PAO, que difunde correções a toda a brigada; funcionar em *base-rover*, montando uma base para toda a posição, que emite correções ao longo do tempo; utilizar rede GNSS local (grande parte dos países tem disponível); utilizar um serviço de subscrição de posicionamento RTX, análogo da Leica/Hexagon que permite posicionamento preciso ao fim de 30 minutos em observação; ou ainda recorrer à unidade de apoio geoespacial para montar uma rede tipo SERVIR no teatro de operações.

Ainda relacionado com a mesma temática, foi levantado outro problema: o facto de as cartas militares espanholas utilizarem um *datum* diferente. Podem ser utilizadas duas soluções diferentes: não recorrer à cartografia militar portuguesa e utilizar apenas o recetor TOPCON, que permite seleccionar qualquer *datum*, conjugado com a cartografia espanhola; ou utilizar o *software* ArcGIS Pro, no *datum* espanhol, com a cartografia militar portuguesa numa *layer* sobreposta.

CAPÍTULO 7 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo visa a análise crítica dos resultados obtidos, em função das entrevistas realizadas aos comandantes de Btrbf e da precisão que o novo método permite obter quando comparados com os métodos existentes. Está dividido de forma a obter respostas claras e fundamentadas às questões derivadas, levantadas no início do estudo.

7.1. Vantagens e desvantagens das atuais técnicas de pontaria

As técnicas de pontaria que atualmente se utilizam nas b.f., à exceção da 2ª Btrbf do GAC 15,5 AP, pouco ou nada diferem das definidas em 1988 no Manual da Bateria de Bocas de Fogo, publicação que ainda hoje é referência no Exército Português, depois de 32 anos. É um facto que atualmente a guerra eletrónica é uma ameaça, e que tanto os GB como os aparelhos de pontaria dos obuses nacionais são analógicos e, portanto, não são passíveis de empastelamento. Por outro lado, também não os dota de outras capacidades fundamentais, como a precisão milimétrica e a georreferenciação instantânea de outros aparelhos de pontaria.

Por serem já antigos e estarem enraizados, são métodos validados e bastante treinados, que têm a confiança generalizada dos utilizadores, que os aplicam de acordo com as necessidades e a precisão que permitem obter: GB com DO em tiro real, GB com GD em exercícios táticos, bússola declinada, ou pontaria sobre ponto afastado no caso dos procedimentos de emergência. Tanto o GB como a bússola, ou os próprios aparelhos de pontaria dos obuses, são instrumentos dotados de grande durabilidade, comprovados pelo tempo que estão ao serviço do Exército, e não possuem qualquer tipo de bateria ou fonte de alimentação externa que limite o seu funcionamento devido a uma utilização prolongada.

Por outro lado, o GB necessita sempre de linha de vista para o aparelho de pontaria de cada b.f.. Caso não seja possível fazer miradas com um GB para todas as secções, é necessário utilizar um segundo GB, com linha de vista para o primeiro, e que permita ainda apontar aquelas secções que o primeiro não conseguiu. A falta de meios humanos leva a que as baterias de tiro operem apenas com duas secções, ao contrário das seis previstas em quadro orgânico. Um maior número de secções reduz o quantitativo de posições de tiro que possibilitem a pontaria das b.f. com o mesmo GB, o que permite minimizar o tempo despendido no REOP. Tal exige que as bocas de fogo sejam colocadas numa área aberta, sem declives acentuados, o que causa restrições no âmbito do planeamento e cedências do

ponto de vista tático, designadamente quanto à dispersão e camuflagem. Importa ainda referir que, para o caso de tiro real, todas as posições são levantadas topograficamente para garantir uma maior precisão e segurança.

A precisão obtida com o GB é ainda relativa, dado ser influenciada pela perícia do utilizador, pelo terreno, por interferências magnéticas ou por laqueios do material.

Por sua vez, os métodos da bússola e do ponto afastado produzem bons resultados quando analisados do ponto de vista da rapidez, permitindo apontar rapidamente uma ou mais b.f. para tiro imediato sobre um objetivo. Devido à velocidade de procedimentos exigida, é descuidada a precisão, o que torna útil a sua aplicação em procedimentos de emergência. Além da imprecisão ao nível da pontaria das b.f., acrescentam-se ainda imprecisões ao nível do cálculo do tiro através de prancheta de emergência ou do calculador M10/17.

Por fim, o método da “dupla baliza” permite que as b.f. fiquem imediatamente apontadas e referenciadas sobre BCP desde o momento em que entram em posição, o que propicia necessariamente a execução mais rápida de tiro sobre o objetivo. Por outro lado, exige mais tempo na preparação da posição na fase do REOP. É um procedimento utilizado para ocupações noturnas, segundo a doutrina, o que faz com que seja pouco treinado nas unidades. Idealmente deve ser executado com dois GB mas, caso o REOP ocorra com uma posição já ocupada pela bateria de tiro, apenas um GB estará disponível, o que obriga automaticamente a transportar material adicional. Exige ainda especial rigor na execução de todos os procedimentos, para minimizar os erros nas pontarias. É necessária também uma atenção particular da parte dos guias e dos comandantes de secção de b.f. na colocação do aparelho de pontaria rigorosamente sobre a vertical da estaca que define a posição da secção. Caso não se verifique, deve ser executado o procedimento de realinhar balizas que, consequentemente, diminui a precisão e aumenta o tempo da entrada em posição.

7.2. Novos métodos de pontaria com recurso a GNSS

O fundamento do método aqui apresentado é o mesmo do método da “dupla baliza”: reconhecer uma posição planeada, materializar a posição das b.f. no terreno e colocar uma referência de antemão (BCP). Tudo isto concorre para que, assim que entrem em posição, as b.f. fiquem instantaneamente apontadas e referenciadas sobre as BCP, o que garante as condições mínimas necessárias para a execução do tiro, salvo exceções em que é necessário realinhar as BCP.

Embora os princípios sejam os mesmos, a implementação é, na prática, totalmente distinta. Na “dupla baliza” tradicional, o GB é instalado e orientado num ponto específico (EO) e aponta toda a bateira. No caso do método GNSS, cada b.f. é apontada com uma orientação particular, que depende diretamente do rumo segundo o qual são colocadas as BCP, bem como do RV, que se convencionou chamar-se AV.

O método GNSS assenta sobre uma premissa básica, comum a todos os outros métodos tipificados na doutrina nacional: a definição de um rumo. Partindo desse rumo conhecido, é possível apontar uma ou várias b.f.. Neste método, o rumo é materializado por três pontos: a posição do aparelho de pontaria da b.f., uma BCP próxima e uma BCP afastada. Esta não é, no entanto, uma fórmula estanque, o que permite ajustar o método em função das restrições geográficas ou temporais.

A variação deste método está relacionada com o número de BCP a utilizar. Neste caso, várias BCP próximas seriam colocadas a partir da mesma BCP afastada. Ou seja, utiliza-se a mesma BCP afastada para irradiar pontos em diferentes rumos, na direção dos aparelhos de pontaria das secções de b.f.. Este procedimento representaria um decréscimo no quantitativo de coordenadas a levantar (de 18 para um mínimo de 13 pontos: 6 posições de secção, 6 BCP próximas e 1 BCP afastada). Esta aplicação depende diretamente da necessidade de existência de linha de vista entre os aparelhos de pontaria de todas as secções e a BCP afastada.

Deve referir-se ainda que com estas variações, tal como no método apresentado, a pontaria pode ser executada antes ou depois da entrada em posição: qualquer posição pode ser previamente levantada pelo operador do recetor TOPCON, ou o operador pode executar a pontaria das b.f. com estas estacionadas em local designado pelo comandante da Btrbf. Daqui resulta uma possível alteração a introduzir: apontar uma b.f. (exemplo: bfD) já no local, e com esta apontar as restantes por pontaria recíproca. Para executar este procedimento, é necessário que todos os aparelhos de pontaria tenham linha de vista para a bfD ou, caso não seja possível, para uma secção adjacente que, posteriormente, a apontará por pontaria recíproca, o que dilata o tempo despendido procedimentos de pontaria.

7.3. Análise de vantagens, desvantagens e alterações

Sendo este um método que vem romper com o paradigma adotado até aqui, é natural que da sua implementação resultem vantagens, desvantagens e alterações.

Das entrevistas efetuadas, verificou-se que o método da “dupla baliza” tradicional não é executado nas Btrbf por consumir muito tempo na preparação da posição na fase do

REOP e, ainda, por ser necessário um maior e mais complexo conjunto de procedimentos para apontar a bateria. Ainda assim, depois de executados todos os procedimentos, a bateria fica em condições de fazer tiro assim que chega à posição. O método GNSS apresenta-se como uma solução alternativa porque, além da maior velocidade de execução (cerca de 4 minutos para cada secção), permite obter maior precisão, que deriva da utilização do recetor GNSS com correções RTK. Pela possibilidade de executar os procedimentos com as b.f. em posição ou antes da sua chegada, comprova-se também a versatilidade do método.

Associada à precisão das coordenadas, está a precisão que o método GNSS acrescenta ao cálculo do tiro. Quer no calculador automático *Gunzen*, através da introdução das coordenadas de cada b.f., ou no cálculo manual, através do plano de implantação de bateria automático de que resultam correções de posição/especiais mais precisas, a precisão que o recetor GNSS acrescenta é evidente.

O facto de cada b.f. ter um AV diferente, possibilita o cumprimento de diferentes tipos de missão a partir da mesma posição (exemplo: tiro iluminante e uma regulação de precisão). Permite ainda articular a bateria de tiro em pelotões, com claras vantagens para a dispersão e a inerente sobrevivência em combate. O facto de este ser um método extensível a todos os tipos de obus ao serviço do Exército, é também uma capacidade de relevo. É possível ainda executar este método em ambiente diurno ou noturno, com a mesma precisão, ao contrário do que acontece com os métodos atuais, em que é sempre executada a preparação diurna da posição.

Outra vantagem traduz-se na autonomia da Btrbf no que respeita ao levantamento topográfico da sua zona de posições, eliminando a necessidade de recorrer à secção de topografia, cuja capacidade de apoio é limitada em tempo e meios disponíveis.

Quanto às desvantagens, a primeira a assinalar é a necessidade de adquirir equipamentos, o que impossibilita o cumprimento do objetivo específico 1. Verificou-se neste estudo, que o recetor TOPCON só está disponível e operacional no GAC 15,5 Reb. No GAC 10,5 Reb existe apenas um equipamento, que apresenta problemas na ligação à rede SERVIR, o que impossibilita a obtenção de correções RTK. No GAC 15,5 AP este equipamento não existe. No GAC 15,5 Reb existem cinco conjuntos de equipamentos, compostos por dois recetores cada para funcionar em *base-rover*, sendo que um dos conjuntos não está operacional. Verificada a necessidade de adquirir novos equipamentos, deve ser equacionada a renovação dos mesmos, visto que os recetores TOPCON em questão foram lançados no ano de 2004 e adaptados ao Exército Português no ano de 2011.

Por outro lado, os recetores GNSS utilizados neste estudo são equipamentos lançados por uma empresa civil, a TOPCON. Por serem meios digitais, com necessidade de comunicação direta com constelações de satélites, tornam-se vulneráveis à guerra eletrónica.

Da implementação do método, levanta-se ainda a necessidade de formar operadores para os equipamentos GNSS, sendo necessário dedicar mais tempo à formação de quadros, à criação de cursos e referências de formação, equacionando se essa formação deve ser básica ou complementar. Releva-se ainda que a formação e treino são indispensáveis, pois contribuem diretamente para a precisão e velocidade de execução das pontarias.

Por fim, a implementação deste método requer alterações na formação, nas TTP e nos equipamentos. No que diz respeito à formação, surge a necessidade de dotar os operadores de conhecimentos necessários ao manuseamento do recetor GNSS. O operador dos equipamentos GNSS deverá ser o sargento de tiro, pois é dele a responsabilidade de apontar a bateria.

Para executar este método, os guias de cada secção teriam de transportar para cada REOP duas BCP e uma estaca, bem como transportar consigo uma bolha de nível para acoplar a cada BCP, para garantir a sua verticalidade, conforme indica a figura nº 11. O sargento de tiro teria de transportar o recetor GNSS e ainda dois GB como contingência.

CONCLUSÕES

O principal intuito deste projeto foi dotar as unidades de AC do Exército Português de um novo procedimento que lhes permitisse ir de encontro ao que é praticado pelo exército americano. Tal intenção encontra-se espelhada no objetivo geral deste trabalho de investigação aplicada, que consiste em desenvolver um método de pontarias das b.f. com recurso a tecnologia GNSS. Apesar de constatar que os meios disponíveis são insuficientes, a tecnologia existe e, mediante estreita coordenação com o CIGeoE, pode ser implementada. O facto de empregar meios altamente precisos, transporta os procedimentos de pontarias para um novo panorama, em que se alia a velocidade de execução à precisão, rompendo com métodos padronizados pela MC 20-15, Manual da Bateria de Bocas de Fogo, cuja data de publicação ultrapassa os 30 anos.

Todo o trabalho foi desenvolvido no sentido de averiguar a possibilidade de criar um método de pontarias, com recurso a tecnologia GNSS, que permitisse apontar as b.f. com maior rapidez e precisão do que os métodos atuais. Para tal, foram inicialmente analisadas as vantagens e desvantagens das técnicas de pontaria em vigor. Seguidamente, procurou-se chegar a uma forma de definir novos métodos de pontaria, recorrendo a GNSS, tendo por base os métodos atuais. E, por fim, foram analisadas as principais vantagens, desvantagens e possíveis alterações decorrentes da implementação do novo método. Para cumprir estas premissas, os tópicos anteriores foram estruturados sob a forma de pergunta de partida e perguntas derivadas.

É conveniente analisar primeiro as potencialidades e constrangimentos das atuais técnicas de pontaria, dando resposta à PD1 “Quais são as principais vantagens e desvantagens das atuais técnicas de pontaria?”. As vantagens derivam essencialmente da aplicação de instrumentos analógicos para apontar as b.f.. Estes meios têm elevada durabilidade, comprovada pelo número de anos que se encontram ao serviço do Exército. Resultante do facto de serem analógicos, tanto o GB, como a bússola, ou os aparelhos de pontaria das b.f. não podem ser empastelados. Por outro lado, tanto o GB como a bússola, necessitam de linha de vista para o aparelho de pontaria das b.f. para que possam ser empregues, o que representa um desafio para uma bateria com 6 secções de b.f. dispostas ao longo de 150/250 m (doutrinariamente afastadas entre 30 a 50 m). Importa também referir a imprecisão do GB comprovada neste trabalho, que depende diretamente dos laqueios do material provocados pelo tempo de serviço, ou ainda da aptidão do operador de o colocar

corretamente em estação. Verifica-se ainda que, em tiro real, o método empregue consiste na utilização GB com DO. Uma vez que DO são levantadas pela secção de topografia, utilizando o mesmo aparelho que o estudo apresenta, o emprego do GB é uma vez mais questionável.

Por sua vez, os métodos da bússola ou do ponto afastado são doutrinariamente úteis, em situações em que a rapidez seja determinante, como é o caso dos procedimentos de emergência. No caso da “dupla baliza”, verificou-se que esta não é empregue por aumentar o tempo consumido no REOP, por estar doutrinariamente definido o seu emprego em situações de preparação diurna para ocupação noturna, ou pela falta de treino generalizado.

Analizados os métodos atuais, importa ponderar a implementação do novo método proposto, respondendo à PD2 “De que forma, tendo por base os procedimentos atuais, se podem definir novos métodos de pontaria, recorrendo a tecnologia GNSS?”.

O método desenvolvido neste estudo assenta no método da “dupla baliza”. Por meio de um recetor GNSS, são obtidas as coordenadas de 3 pontos no terreno (estaca que materializa a posição futura do aparelho de pontaria, BCP afastada e, por irradiação, BCP próxima) que definem o rumo de uma referência: as BCP. Através do rumo da referência e do RV, é calculado o AV, sendo este último o valor que o servente apontador deve introduzir no aparelho de pontaria e apontar às BCP. Se o aparelho de pontaria da b.f. for colocado exatamente na vertical da respetiva estaca, o valor do AV for introduzido corretamente e caso o retículo da luneta coincida com as BCP, a b.f. fica automaticamente apontada e referenciada.

Podem ainda admitir-se variações deste procedimento, apontando a b.f. já em posição ou reduzindo o número de BCP a utilizar. Para apontar uma b.f. já em posição, o procedimento é idêntico, sendo as coordenadas do aparelho de pontaria determinadas com este já estacionado. Para reduzir o número de BCP a implantar, bastará utilizar a mesma BCP afastada para todas as secções, diminuindo assim o tempo consumido na preparação da posição.

Depois de operacionalizado, testado e comprovado o funcionamento do método, resta analisar as vantagens, desvantagens e alterações de uma hipotética implementação nas unidades de AC do Exército, dando assim resposta à PD3 “Quais as vantagens, desvantagens e alterações no domínio das TTP decorrentes da implementação do novo método?”.

Quando comparados os resultados ao nível da rapidez entre o método tradicional e o GNSS, verifica-se que o método GNSS apresenta uma redução de 60% do tempo despendido no REOP. Assim, é uma solução para o motivo apontado pelos comandantes de Btrbf para a

não execução do método tradicional. Importa também referir que o método GNSS é executado sem as b.f. no terreno, o que permite que, assim que entram em posição, fiquem instantaneamente apontadas e referenciadas (o processo de apontar e referenciar por outros métodos pode demorar entre 10 minutos a 1h, segundo os resultados apurados). O tempo consumido no REOP pode ser então aproveitado para o deslocamento da bateria de tiro, sem prejuízo da precisão das pontarias, o que representa um avanço significativo em relação ao praticado atualmente.

Quanto à precisão, este método apresenta um aumento significativo quando comparado com o método tradicional. Não existem erros associados ao desgaste do material e é possível obter correções de posição em tempo real de precisão milimétrica. Resultante da precisão das coordenadas, é possível obter um plano de implantação de bateria mais preciso, para cálculo de tiro automático ou manual. Para cálculo automático as coordenadas a introduzir são mais precisas e, para cálculo manual, foi desenvolvido um programa em *Office Excel* que, a partir das coordenadas das b.f., calcula automaticamente o plano de implantação de bateria com precisão métrica, num formato preparado para registo no comandante da bateria de tiro.

Do ponto de vista tático, o método GNSS permite que a Btrbf tenha autonomia no levantamento topográfico das zonas de posições, possibilitando a separação da Btrbf em pelotões para cumprir diferentes tipos de missão, sem depender do PAO, dentro ou fora do território nacional. Isto resulta do facto de cada b.f. passar a poder executar missões em diferentes RV. Este método permite ainda o levantamento e preparação da zona de posições em ambiente diurno ou noturno, garantindo a mesma precisão. Os equipamentos existentes são resistentes a condições climáticas adversas e possuem baterias com uma boa autonomia. Tudo isto representa um avanço em relação ao método da “dupla baliza” tradicional, e ainda em relação a todos os outros métodos da doutrina nacional.

Quanto a limitações a apontar, salienta-se a necessidade de adquirir equipamentos, o que impossibilita o cumprimento do objetivo específico 1. Verificou-se que no RA4 existe um recetor GNSS TOPCON, inoperacional, com problemas na ligação à rede SERVIR. No RA5 existem cinco conjuntos de equipamentos (compostos por dois recetores cada, para funcionamento em *base-rover*), sendo que quatro estão operacionais. Deve assinalar-se também o facto de os equipamentos utilizados no estudo serem de uma empresa civil e, por comunicarem com constelações de satélites, são vulneráveis à guerra eletrónica.

Tendo em vista a implementação deste método, destacam-se as alterações necessárias ao nível da formação dos sargentos de tiro (que deverão operar os equipamentos), a aquisição

de equipamentos para as Btrbf, e as alterações nas TTP ao nível do REOP, designadamente quanto ao material a transportar e ao tempo disponível, bem como o dispositivo das secções de b.f. no terreno. Surge assim a necessidade de rever a publicação MC 20-15 de forma a incluir este método, bem como os equipamentos utilizados.

Face ao exposto, pode afirmar-se que foram cumpridos os três objetivos específicos do trabalho: criar um método com recurso a tecnologia GNSS, com base em métodos e materiais existentes; verificar experimentalmente o método e comparar com os atuais do ponto de vista da rapidez e precisão e, ainda, identificar vantagens, desvantagens e alterações nas TTP resultantes da implementação. O cumprimento dos objetivos específicos contribuiu diretamente para o cumprimento do objetivo geral: desenvolver um método de pontarias das b.f. com recurso a tecnologia GNSS.

Quanto às limitações deste trabalho destacam-se as restrições no trabalho de campo, causadas pela pandemia de COVID-19 que se instalou em Portugal nos meses de março e abril de 2020, que impossibilitou a participação nos exercícios URANO 2020 e *StrongImpact* 2020, onde se previa recolher uma parte significativa dos dados relativos à precisão e velocidade de execução do método, bem como possíveis especificidades resultantes da aplicação do método nos diferentes tipos de obus. Este constrangimento impossibilitou igualmente a realização de duas das três entrevistas presenciais, devido às restrições de distanciamento social impostas, o que pode ter resultado em algum défice de informação.

Em resposta à PP “É possível criar um novo método de pontarias com recurso a GNSS que permita apontar as b.f. com maior rapidez e precisão?”, este é um método válido na pontaria das b.f., que apresenta melhores resultados do ponto de vista da rapidez, da precisão e da tática em relação ao método tradicional. O aumento da precisão resulta das correções de posição em tempo real, proporcionadas pela ligação a constelações de satélites GNSS e moldadas na aplicação de modelos matemáticos, que se opõem aos problemas dos GB derivados da utilização, aos erros de nivelamento ou às falhas dos operadores. Quando à rapidez, o método GNSS é 60% mais rápido que o método tradicional. Este facto advém da anulação do GB nas pontarias, pois deixa de ser necessário transportá-lo para cada posição da b.f. e colocá-lo em estação, ainda antes de dar pontarias, o que diminui substancialmente o tempo consumido. É ainda um método inovador em vários aspetos táticos: permite autonomia no levantamento topográfico, possibilita a execução em ambiente diurno ou noturno garantindo a mesma precisão, ou proporciona ainda a articulação da Btrbf em pelotões para cumprir diferentes tipos de missão.

Garantindo a distribuição de equipamentos pelas unidades de AC do Exército, incluindo o método nos referenciais de formação e aumentando a carga de treino operacional, pode afirmar-se que o emprego do recetor GNSS TOPCON no processo de pontaria das b.f. constitui-se como um método mais preciso, mais rápido, versátil e que acrescenta ainda precisão ao cálculo do tiro, materializando assim um passo da AC em direção ao futuro.

Concluído o estudo, resta a pertinência de tecer algumas recomendações, que resultam de questões que poderão ser aprofundadas. A primeira está relacionada ainda com o número de BCP a utilizar como referência. Seria interessante quantificar o efeito causado na pontaria das b.f. resultante da utilização de uma BCP, em vez de duas.

A segunda aponta para o *upgrade* dos obuses. Durante este estudo, foi possível apurar que países utilizadores do *Light Gun*, como a Inglaterra ou o Canadá, têm os aparelhos de pontaria dos obuses equipados com georreferenciação.

BIBLIOGRAFIA

- Afonso, A. (2010). In *Portal da Ordem dos Engenheiros*. Acedido a 29 de fevereiro de 2020 em https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/dossier_artigo/0d0d860d95dccb39d97491b6f188ebce.pdf
- Alves, J., Cruz, J. & Norte, C. (1988). *Topografia I Volume* (1ª Edição). Lisboa: (s/n).
- Avelar, O. J. M. (2018). Future Artillery 2018. *Revista de Artilharia*, nº 115-117, 13-35.
- Baldaia, S. (2013). *Estudo do potencial das imagens estereoscópicas WorldView 2 na extração de informação cartográfica para a Carta Militar 1:25 000*. Projeto de investigação aplicada, Mestrado em Engenharia Geográfica. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.
- Coutinho, C. (2019). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2ª edição). Coimbra: Edições Almedina.
- Direção-Geral do Território [DGT] (2013). PT-TM06/ETRS89 – European Terrestrial Reference System 1989. In *Portal da Direção-Geral do Território*. Acedido a 27 de fevereiro de 2020 em http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/geodesia/sistemas_de_referencia/portugal_continental/pt_tm06_etr89_european_terrestrial_reference_system_1989_2/
- Direção-Geral do Território [DGT] (2018). Modelo de Geóide para Portugal Continental. In *Portal da Direção-Geral do Território*. Acedido a 27 de fevereiro de 2020 em http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/geodesia/modelo_de_geoide/
- Escola Prática de Artilharia [EPA] (2011). *PTE 58-5825 Receptor Topcon GPS/GLONASS HiPer GGD*. Vendas Novas: Exército Português.
- Environmental Systems Research Institute [ESRI] (s/d). In *Portal da ESRI Portugal*. Acedido em 4 de Março de 2020 em <https://www.esri-portugal.pt/pt-pt/o-que-sao-os-sig/overview>
- Estado Maior do Exército [EME] (1988). *MC 20-15 Bateria de Bocas de Fogo de Artilharia de Campanha*. Lisboa: Exército Português.
- Estado Maior do Exército [EME] (2003). *MT 20-50 Manual do Obus M119 105mm LG/30/m98*. Lisboa: Exército Português.

- Estado Maior do Exército [EME] (2012). *PDE 3-38-13 Tiro de Artilharia de Campanha*. Lisboa: Exército Português.
- European Global Navigation Satellite Systems Agency [GSA] (2017). What is GNSS?. In *European Global Navigation Satellite Systems Agency website*. Acedido a 13 de fevereiro de 2020 em <https://www.gsa.europa.eu/european-gnss/what-gnss>
- European Global Navigation Satellite Systems Agency [GSA] (2018). What is EGNOS?. In *European Global Navigation Satellite Systems Agency website*. Acedido a 13 de fevereiro de 2020 em <https://www.gsa.europa.eu/egnoss/what-egnoss>
- Feng, Y. & Wang J. (2007). Exploring GNSS RTK Performance Benefits with GPS and Virtual Galileo Measurements. In *2007 National Technical Meeting of The Institute of Navigation* (pp. 218-226). San Diego, CA: (s/n). Acedido a 29 de fevereiro de 2020 em https://www.researchgate.net/profile/Jinling_Wang2/publication/241755023_Exploring_GNSS_RTK_performance_benefits_with_GPS_and_virtual_galileo_measurements/links/0deec52c2163f1bbec000000.pdf
- Feng, Y., & Wang, J. (2008). GPS RTK Performance Characteristics and Analysis. *Journal of Global Positioning Systems*. 7(1), 1-8.
- Headquarters, Dept. of the Army (1996). *FM 6-50/MCWP 3-1.6.23 Tactics, Techniques and Procedures for the Field Artillery Cannon Battery*. Wasington, DC.
- Headquarters, Dept. of the Army (1999). *FM 6-40/MCWP 3-1.6.19 Tactics, Techniques, and Procedures for Field Artillery Manual Cannon Gunnery*. Washington, DC.
- Headquarters, Dept. of the Army (2002). *TM 9-1290-262-10 Operator's Manual Aiming Circle M2/M2A2*. Washington, DC.
- Headquarters, Dept. of the Army (2016). *ATP 3-09.50 Tactics, Techniques and Procedures for the Field Artillery Cannon Battery*. Wasington, DC.
- Heßelbarth, A. & Wanninger, L. (2012). SBAS orbit and satellite clock corrections for precise point positioning. *GPS Solutions*, 17 (4), 465-466. doi: 10.1007/s10291-012-0292-6
- Instituto Geográfico do Exército [IGeoE] (2008). *Manual de leitura de cartas* (7ª edição). Lisboa: IGeoE
- Ketele, J. & Roegiers, X. (1993). *Metodologia da recolha de dados*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Pennsylvania State University [PennState] (n/a). GEOG 862: GPS and GNSS for Geospatial Professionals. In *Pennsylvania State University website*. Acedido a 13 de fevereiro de 2020 em <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1729>

- Presidência do Conselho de Ministros [PCM] (2019). Decreto-Lei nº 130/2019 de 30 de agosto: Princípios e normas a que deve obedecer a produção cartográfica no território nacional. Diário da República, 1ª série, nº 166, 2-19.
- Quivy, R. & Campenhoudt, L. (2005) *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (4ª edição). Lisboa: Gradiva.
- Rosado, D. P. (2015). *Sociologia da Gestão e das Organizações*. Lisboa: Gradiva.
- Soares, F. (2014). *Sistemas de Referenciação*. Lisboa: Instituto Geográfico do Exército.

APÊNDICE A – INSTALAR E NIVELAR O GB M2A2

Procedimentos para instalar o GB:

1. Abrir o tripé e colocá-lo sobre a estação a ocupar;
2. Colocar o fio de prumo e centrar o tripé na estação;
3. Colocar o GB com a coifa;
4. Roscar o parafuso de fixação do tripé no GB e retirar a coifa;
5. Executar operações de nivelamento.

Procedimentos para nivelar o GB:

1. Deslocar, se necessário, o conjunto tripé-goniômetro até colocar o fio de prumo na vertical da estação;
2. Colocar o eixo tubular paralelo a uma linha imaginária que una dois parafusos de nivelamento;
3. Centrar a bolha de nível, atuando nos parafusos de nivelamento;
4. Rodar 1600 mils e centrar a bolha de nível atuando apenas no 3º parafuso de nivelamento;
5. Voltar à primeira posição e recentrar a bolha;
6. Levar à 2ª posição e recentrar a bolha;
7. Repetir (5) e (6) se a bolha não estiver centrada;
8. Rodar o aparelho 3200 mils a partir da primeira posição. Se a bolha estiver centrada, rodar 3200 mils a partir da 2ª posição. Se nesta posição a bolha continuar centrada, rodar o aparelho 6400 mils. Se a bolha permanecer sempre centrada, o aparelho considera-se nivelado;
9. Se a bolha não ficar centrada quando se roda o GB 3200 mils a partir da primeira posição, o nível está desertificado. Para compensar o erro, deslocar a bolha na direção do centro do nível de metade desse desfasamento, utilizando os mesmos dois parafusos de nivelamento utilizados na primeira posição.



Figura nº 8 – Goniómetro-bússola M2A2

Fonte: Autor

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO AM

Ponto	Estes	Nortes	Altitude Elipsoidal
PARADA.29.5.1	479538,106	4289587,377	188,582
PARADA.29.5.2	479554,698	4289588,899	188,768
PARADA.29.5.3	479557,401	4289559,363	188,815
PARADA.29.5.4	479540,755	4289557,933	188,703
PARADA.29.5.5	479545,479	4289505,894	188,699
PARADA.29.5.6	479562,126	4289507,348	188,856
PARADA.29.5.7	479548,164	4289476,311	188,521
PARADA.29.5.8	479472,323	4289469,441	187,790
PARADA.29.5.9	479455,682	4289467,933	187,653
PARADA.29.5.10	479451,130	4289518,355	187,770
PARADA.29.5.11	479467,749	4289519,837	188,185
PARADA.29.5.12	479466,831	4289530,024	188,271
PARADA.29.5.13	479450,188	4289528,543	187,789
PARADA.29.5.14	479445,672	4289579,016	187,988
PARADA.29.5.15	479462,296	4289580,531	188,024

Figura nº 9 - Levantamento topográfico na parada da AM Amadora

Fonte: Autor



Figura nº 10 – GB em estação

Fonte: Autor

Depois de efetuado o levantamento topográfico, foi executado o processamento e tratamento dos dados com vista à aferição da precisão do GB. Para tal, foi colocado o GB em estação no ponto “PARADA.29.5.14”, conforme sugere a figura nº 7, e efetuadas diversas leituras de rumos, como exposto em 6.1..

Para manter as BCP na vertical durante a execução dos testes à precisão do GB, foram utilizados dois auxiliares: uma bolha de nível acoplada a cada BCP, e um tripé de fixação, conforme demonstrado nas figuras nº 8 e 9, respetivamente.



Figura nº 11 - BCP com bolha de nível

Fonte: Autor



Figura nº 12 - BCP com tripé de fixação

Fonte: Autor

APÊNDICE C – TRABALHO DE CAMPO NO RA5

Na parada Bernardo Faria do Regimento de Artilharia nº 5, foram efetuados todos os testes com vista à validação do método: depois de tiradas as coordenadas dos três pontos que definem o rumo das BCP (estaca de secção, BCP próxima e afastada), foi calculado o rumo e, consequentemente, o AV, e difundido o valor ao comandante de secção. O comandante de secção conduz a b.f. até à estaca com auxílio da secção, e solicita ao servente apontador que introduza o valor da referência na luneta panorâmica e aponte às BCP. Feito isto, verifica-se o alinhamento das BCP e corrige-se se necessário. Quando os procedimentos da secção se encontram concluídos, verifica-se a pontaria através da bússola.



Figura nº 13 – Levantamento da posição do aparelho de pontaria

Fonte: Autor



Figura nº 14 - Colocação das BCP

Fonte: Autor



Figura nº 15 - Manobras de entrada em posição com M114A1

Fonte: Autor



Figura nº 16 - Colocação do aparelho de pontaria à vertical da estaca

Fonte: Autor

APÊNDICE D – GUIÃO DE ENTREVISTA CAP ART LEITE

GUIÃO DE ENTREVISTA CAPITÃO DE ARTILHARIA MARCO LEITE CMDT 2Btr bf GAC15.5 AP

1. Qual o método que normalmente utiliza para apontar a Bateria? Porquê?

Neste momento a 2Btr do GAC 15.5 AP, usa o Viking 2000 para apontar as bocas de fogo além do método clássico. Em termos de precisão este equipamento tem cerca de 6 mil de erro sendo bastante preciso, tem uma ligação de dados com o GPS que lhe permite obter as coordenadas no momento assim como hora e data. Em termos da orientação do mesmo é utilizado a bússola interna com a DMC colocada no sistema. Este sistema permite através da calibração de dois níveis eliminar qualquer erro magnético quer na região quer no local. Tem um monóculo de precisão e possui igualmente um distanciómetro com o alcance de 1200 metros para o plano de implantação de bateria.

2. Quanto tempo, aproximadamente, demora para ter a bateria apontada, referenciada, e com o plano de implantação de Bateria pronto?

Cerca de 10 a 12 minutos, o plano de implantação da bateria é concorrente, se o mesmo não estiver pronto a tempo utilizamos as correções de posição expeditas.

3. Como são obtidas as coordenadas do centro de bateria? E o plano de implantação?

Por GPS, o plano de implantação por direções e distancia medida por um distanciómetro.

4. Costuma utilizar o método da “dupla baliza”? Porquê? Se sim, em que ocasiões?

Este método está bem preconizado na nossa doutrina, dizendo respeito salvo situações especiais para o *Reconnoiter*, na prática reconhecer de dia para ocupar de noite e em ambiente de visibilidade reduzida.

5. Quais as vantagens e desvantagens que considera ter o método da “dupla baliza”?

Primeiro temos que avaliar que numa boca de fogo AP o guia com o uso da bússola coloca duas balizas na posição refletindo a lateral do obus com o rumo de vigilância, a

partir daqui quando a boca de fogo entra em posição fica praticamente apontada, geralmente a direção não muda mais que 20 mil no seu máximo.

Depois temos que verificar que as balizas neste momento são o 2º método mais preciso de referenciar, sendo o colimador o mais preciso.

Por fim avaliar o tempo é um método que consome bastante tempo com os equipamentos que temos que é o Goniómetro de bussola.

6. Considera o emprego do GPS como método a utilizar para apontar uma Bateria? Porquê? Em que circunstâncias?

Penso que a ideia é boa, e pela minha experiência que desde 2011 passa por bocas de fogo é algo a ser explorado. Os Espanhóis e devido ao facto de os mesmos terem realizados Exercícios em Portugal nomeadamente o Strong Impact entre outros, verifiquei que os mesmo têm um método semelhante ao que aqui se estuda, têm uma secção (ou equipa) de topografia que faz exatamente o mesmo, ficando na posição uma estaca pequena e as balizas de cada boca de fogo.

7. Quais considera as alterações necessárias para implementar?

Tendo uma mente aberta em que todos os métodos são bem-vindos, será preciso analisar se este sistema traz vantagens, sobretudo para os AP.

Mas é no emprego operacional que se deve sobretudo retirar ilações, querendo com isto dizer que experimentando este método com os atuais e comparando-os, será possível retirar conclusões reais e praticas. De outro ponto de vista teremos que analisar consequências ou alterações na nossa doutrina tendo em conta este método.

Verifica se que cada secção terá um Angulo vigilância diferente, o método e a metodologia a ser empregue não foge muito daquilo que é pratico hoje.

Considero que tendo em conta a atualidade em que a artilharia deve ser movel, executar tiro e sair para outra posição concorrendo assim para o aumento da sobrevivência da mesma este método devido à sua rapidez pode ser uma mais valia.

8. Considera os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como um meio vantajoso no planeamento do REOP?

Qualquer REOP assenta numa base de planeamento, carta, fotografia área etc.

É claro que o SIG é uma mais valia neste sentido, sobretudo no planeamento, não tanto no emprego de meios.

9. Quais os obstáculos e vantagens que considera ter a implementação deste processo?

Já referi que é no emprego operacional que se pode retirar ilações.

O ganho da utilização deste método não é substancial quando o compararmos com o método do guia (bussola, estaca, e duas balizas na lateral do obus), mas se o compararmos com os rebocados existe uma diferença enorme.

Igualmente possuir um método universal utilizados da mesma forma pelos diferentes materiais, considero ser uma mais valia.

Como dificuldades para o material AP, vejo a materialização da luneta no chão com a estaca, pois neste material devido ao casco é difícil ter esta percepção, esta situação neste momento é resolvida pois o Obus M109 A5 depois de entrar na posição pelo guia a mesma sofre de uma verificação pelo GB ou Viking para que a mesma fique apontada (apesar de sofrer pequenos desvios que podem ir até ao erro máximo da bussola).

Outra eventual dificuldade é o do método mais preciso de referenciar, a nossa doutrina diz que o 1º é o colimador o 2º as balizas, acredito que se mudarmos mentalidades muito devido à rapidez do uso das balizas é possível ultrapassar facilmente esta dificuldade.

Por fim vejo alguns problemas do foro do quadro orgânico (QO), este método eliminaria a existência do sargento de tiro no mínimo como o conhecemos, e colocaria uma equipa de topografia orgânica a cada Btr.

APÊNDICE E – GUIÃO DE ENTREVISTA CAP ART MAINHA

GUIÃO DE ENTREVISTA CAPITÃO DE ARTILHARIA ALVES MAINHA CMDT 1Btr bf GAC10,5 Reb

1. Qual o método que normalmente utiliza para apontar a Bateria? Porquê?

Quando são os FTX utilizo o GB declinado. Quando são os LFX usa o GB com a DO. Só fiz tiro em Vendas Novas. Quando vamos para posições em que existe estação de orientação utilizo o GB com DO. Quando não tenho tem de ser o GB declinado. Os únicos sítios onde existem estações com levantamento para declinar são em Vendas Novas e Santa Margarida, quando os FTX se realizam noutros locais utilizo o mesmo valor de declinação. Em procedimentos de emergência utilizo o método da bússola, que aponta a bfD e o resto aponta por pontaria recíproca.

2. Quanto tempo, aproximadamente, demora para ter a bateria apontada, referenciada, e com o plano de implantação de Bateria pronto?

De acordo com o PDE tenho de estar apontado e referenciado em 11 minutos. Atualmente, se tivesse uma Btrbf treinada, a 6 secções, provavelmente conseguiria em 8 minutos. Mas, com a crise dos efetivos do Exército, recebo pessoal novo em cada exercício. Os 7 elementos que irão terminar agora o curso de operador de b.f., em conjunto com outros 3 elementos, são os que vou levar para o campo para constituir duas secções. Não é com o curso de operador e mais 3 semanas que consigo ter duas secções altamente treinadas, é impossível. Portanto o tempo de referência ronda os 11 ou 12 minutos. Garantidamente que, se fosse uma bateria que anda em NRF, em 8 ou até 5, conseguia fazer isto tudo, mas atualmente não é praticável.

3. Como são obtidas as coordenadas do centro de bateria? E o plano de implantação?

Para o plano de implantação de bateria utilizo o GPS, que levanta as posições de cada secção, para introduzir posteriormente no calculador automático *Gunzen*.

4. Costuma utilizar o método da “dupla baliza”? Porquê? Se sim, em que ocasiões?

Não. Inclusivamente fui investigar, e de acordo com o feedback que obtive dos oficiais e sargentos que aqui estão nesta unidade, as pessoas têm opiniões divergentes. Há sargentos de tiro que dizem que depois do levantamento todo feito, a bateria fica pronta para fazer tiro em 3 ou 4 minutos. Por outro lado, o REOP vai demorar muito mais tempo. Com 6 secções, andar com o GB de um lado para o outro torna-se complicado, mas tudo depende do tempo que temos para efetuar reconhecimento. Se andarmos sempre a saltar de posição, não vejo vantagem em utilizar dupla baliza. Para além disso este método implica utilizar 2 GB. O método da dupla baliza utilizava-se na estrutura orgânica da Btrbf em que o sargento de tiro tinha um ajudante que auxiliava neste processo. Precisão em relação ao GB declinado, não há. É claro que no REOP o GB declinado demora menos tempo, e este o contrário, demora muito tempo a mudar o GB de posição e colocar em estação. Eu honestamente não vejo muita vantagem, para além de que quando colocamos lá a estaca temos apenas uma referência?

5. Quais as vantagens e desvantagens que considera ter o método da “dupla baliza”?

Respondido na questão anterior.

6. Considera o emprego do GPS como método a utilizar para apontar uma Bateria? Porquê? Em que circunstâncias?

Era bom que os sistemas de armas tivessem um upgrade com sistemas de georreferenciação no aparelho de pontaria, por exemplo o *Paladin*. Também existe para o *Light Gun*, no Canadá, Inglaterra. Tenho atualmente 15 *Light Gun* à minha carga, sendo que nenhum está operacional, porque todos têm partes com deficiências, principalmente os sistemas de travagem. Há dois anos tivemos um acidente, em que o sistema de travagem não funcionou. Para além de misturas de óleo e ar nos recuperadores, folgas nos equilibradores, equilibradores comprimidos... Não existem peças. O ano passado veio cá a empresa tentar ver o que era possível fazer. O *Light Gun* que teve o acidente ainda está no RMan porque não há sobressalentes.

Outra coisa a utilizar é o SACC AC novo, porque o antigo fazia o cálculo automático também.

Acho que devias testar este método nas três Btrbf, para teres maior abrangência, porque atualmente sabes quais são os GAC que efetua tiro real e FTX. Seria extremamente fazer os testes nos 3 para veres as implicações tendo em conta os materiais, para passar

conhecimento aos militares que lá estão, para que possam fazer os testes e ter um meio de aprendizagem. Na minha opinião era benéfico para toda a gente. O nosso sargento da topografia está sozinho e tem um GPS TOPCON, mas a rede SERVIR está INOP.

7. Quais considera as alterações necessárias para implementar?

Formação dos quadros, equipamentos, estreito contacto com o CIGeoE neste aspeto.

8. Considera os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como um meio vantajoso no planeamento do REOP?

É sempre vantajoso termos dois métodos, o tradicional e o digital. Caso o digital falhe, temos o outro. Se eu, no meu planeamento, tiver de planear um REOP e saber com um SIG as possibilidades de tiro, desenfiamentos, linhas de observação, acho que é extremamente benéfico. Facilita o meu trabalho em vez de fazer adivinhação na carta topográfica. Em 2017 a Bateria fez parte do *European Battlegroup*, em que fomos para Espanha fazer exercícios em que os espanhóis estavam em várias FOB, com 2 secções em cada FOB, com meios de cálculo de tiro, com 3 PCT constituídos, com o ChPCT, Cmdt BtrTiro e COB. Este método torna-se vantajoso para saber a todo o momento onde estão as secções dispersas.

9. Quais os obstáculos e vantagens que considera ter a implementação deste processo?

Eu acho que é vantajoso testar a implementação deste processo, garantindo que os 3 GAC tenham condições para isso. Os obstáculos que estou a ver são ao nível do material, dos TOPCON, com 4 GPS por cada GAC. Agora gostava de ver isto a funcionar, sendo que independentemente do rumo de vigilância que exista a bateria está sempre referenciada. Sempre que o RV mude, não é necessário mudar de posição.

Nota: Esta entrevista foi conduzida pessoalmente, no Regimento de Artilharia nº 4. A entrevista foi gravada e, portanto, as respostas que constam neste apêndice foram escritas pelo autor com base na gravação, e não pelo entrevistado.

APÊNDICE F – GUIÃO DE ENTREVISTA CAP ART SARAIVA

GUIÃO DE ENTREVISTA CAPITÃO DE ARTILHARIA NEVES SARAIVA CMDT 1Btr bf GAC 15,5 Reb

É importante referir que, em todos os exercícios que estive envolvido como Cmdt Btrbf, o efetivo máximo empenhado pela Bateria de Tiro foi a duas secções. Esta situação decorre diretamente da falta de efetivos que atualmente ocorre no Exército, nomeadamente ao nível das Praças.

1. Qual o método que normalmente utiliza para apontar a Bateria? Porquê?

Normalmente utilizamos os métodos de Goniómetro-Bússola com Direção de Orientação e de Goniómetro-Bússola com Graduação de Declinação.

O método de Goniómetro-Bússola com Direção de Orientação utilizamos mais frequentemente no polígono de Vendas Novas porque a maioria das posições ocupadas estão levantadas topograficamente, logo dispomos de uma Direção de Orientação. É de referir que é o método mais preciso, o que acaba por ser vantajoso.

Noutras situações em que não dispomos de uma DO, é utilizado o método de Goniómetro- Bússola com Graduação de Declinação.

É de referir que são os métodos mais precisos e que, por norma, os sargentos de tiro sentem-se mais confortáveis em executar. São igualmente os métodos de maior fiabilidade e com melhores resultados, aquando da verificação de pontarias, pelo Comandante de Bateria de Tiro, ao verificar o paralelismo, com o auxílio de uma bússola.

2. Quanto tempo, aproximadamente, demora para ter a bateria apontada, referenciada, e com o plano de implantação de Bateria pronto?

Sensivelmente 45 min a 01 hora.

Devido à falta de treino generalizado, tem sido dada primazia ao cumprimento de procedimentos em detrimento de uma maior rapidez na entrada em posição.

3. Como são obtidas as coordenadas do centro de bateria? E o plano de implantação?

Normalmente não é uma grande preocupação que eu, como Cmdt Btrbf, não tenho derivado de trabalharmos só com duas secções. E maior parte dos exercícios são táticos e não de tiro real.

Contudo, das poucas ou mesmo raras exceções em que simulámos a entrada em posição com 6 secções (utilizando apenas os guias das secções), as coordenadas do centro de Bateria são obtidas em função do terreno e da capacidade, diretamente associada a este fator, de implementarmos a bateria, cumprindo com os princípios táticos, na posição genérica definida pelo escalão superior.

Em exercícios táticos, aquando do REOP, reconhecido e analisado o terreno (o fator mais importante na escolha das posições), depois da escolha das posições a ocupar pelas bf, por norma defino a bf Directriz que se encontra mais próxima do centro geográfico da Bateria.

Nas situações de execução de tiro real em que é dada uma maior primazia à segurança, decorrendo a verificação e confirmação dos procedimentos de uma forma mais pormenorizada, provocando uma maior demora na entrada em posição.

Neste caso as coordenadas do centro de bateria são levantadas topograficamente. Assim, qualquer posição de onde seja feito tiro real, as coordenadas do centro de bateria são sempre levantadas pela topografia. Daí a boca de fogo directriz ser a que fica mais próxima do centro de bateria, porque é a boca de fogo que regula o tiro e supostamente estaria mais bem preparada e seria mais precisa.

Quanto ao plano de implantação da bateria é feito com base na distância do GB para o Centro de Bateria e deste para as bocas de fogo.

4. Costuma utilizar o método da “dupla baliza”? Porquê? Se sim, em que ocasiões?

Por norma, não. E só foi utilizado em períodos noturnos. Aliás taticamente é o que está preconizado.

É um método mais lento, necessita de mais equipamento, nomeadamente mais GB's e balizas de conservação de pontaria por boca de fogo.

Uma vez que trabalhamos com apenas duas secções, o tempo inicial utilizado para este processo não é compensado com a rapidez adicional na entrada em posição de apenas duas bocas de fogo.

Diga-se também, que é um método que os sargentos de tiro não estão habitualmente tão familiarizados. Esta situação está diretamente relacionada com as rotinas de treino que

têm vindo a ser praticadas ao longo do tempo, por outras palavras o pessoal tem pouco treino, ou fica pouco tempo na função (não existindo continuidade) algo que, infelizmente, tem se verificado cada vez mais.

5. Quais as vantagens e desvantagens que considera ter o método da “dupla baliza”?

Desvantagens-método mais lento.

Vantagens- entrada em posição mais rápida minimizando o tempo necessário para a pontaria inicial da bateria. É uma vantagem se estivermos a trabalhar com 6 secções.

6. Considera o emprego do GPS como método a utilizar para apontar uma Bateria? Porquê? Em que circunstâncias?

Sim. Em todas as circunstâncias. Método extremamente expedito e com boa fiabilidade.

7. Quais considera as alterações necessárias para implementar?

Acima de tudo, o equipamento tem de estar disponível, em condições de funcionamento e com pessoal devidamente formado para o manusear. Nem sempre, estas condições estão reunidas.

8. Considera os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como um meio vantajoso no planeamento do REOP?

Não estou suficientemente familiarizado com esse sistema. Do pouco que conheço, parece-me igualmente uma ferramenta vantajosa para desenvolver um REOP mais bem elaborado. Contudo, a primazia será sempre o Reconhecimento no terreno, onde podemos de facto, apercebermos das limitações ou possibilidades de uma posição a ocupar futuramente.

9. Quais os obstáculos e vantagens que considera ter a implementação deste processo?

Vantagens-mais informação disponível para apoiar na decisão do Cmdt Btr.

Obstáculos-pouco conhecimento generalizado desta ferramenta; necessidade de meios digitais/informáticos o que, no terreno, a maior parte das vezes não é possível utilizar, ou não está disponível.