



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2º TEN GERSON FOIZER FILHO

**POSSIBILIDADE DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA BATERIA ASTROS POR
SOFTWARE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

**Formosa – GO
2024**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2º TEN GERSON FOIZER FILHO

**POSSIBILIDADE DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA BATERIA ASTROS POR
SOFTWARE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO
2024**



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO MILITAR DO PLANALTO
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES
DIVISÃO DE DOCTRINA E PESQUISA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: 2º TEN GERSON FOIZER FILHO

**TÍTULO: POSSIBILIDADE DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA BATERIA ASTROS
POR SOFTWARE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM ____/____/2024

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

GERSON FOIZER FILHO – 2º Ten
Aluno

POSSIBILIDADE DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PARA BATERIA ASTROS POR SOFTWARE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Gerson Foizer Filho
William Fernandes dos Santos

RESUMO

O presente estudo tem como finalidade verificar as possibilidades do levantamento topográfico utilizando aplicativos de geolocalização, como All-In-One Offline Maps, Avenza Maps e MilGps em smartphones, junto com um software de informações geográficas, em específico: QGIS, em substituição aos métodos já utilizados pela Artilharia do Exército Brasileiro, como o uso de aparelhos GPS, Agls, trenas e fichas, além explorar as capacidades adicionais. Também verificar quais ferramentas adicionais esse meio poderia facilitar os trabalhos de levantamento topográfico e reconhecimento de posições para as Baterias de Artilharia de Mísseis e Foguetes, por fim é listado vantagens e desvantagens do uso desse aplicativo, tais como precisão na medição e facilidade transmissão de dados.

Palavras-chave: Smartphone. GPS. Precisão. Topografia. Mísseis e Foguetes.

SUMMARY

The present study aims to verify the possibilities of topographic survey using geolocation applications, such as All-In-One Offline Maps, Avenza Maps and MilGps on smartphones, together with geographic information software, specifically: QGIS, replacing traditional methods already used by the Brazilian Army Artillery, such as the use of GPS devices, Agls, measuring tapes and tokens, in addition to exploring additional capabilities. Also, which additional tools could this means facilitate topographic survey and position recognition work for Missile and Rocket Artillery Batteries. Finally, advantages are listed and the advantages of using this application are listed, such as precision in measurement and ease of transmission of data.

Keyword: Smartphone. GPS. Precision. Topography. Missile and Rocket.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Avenza Maps	14
Figura 2 - All In One Offline Maps	15
Figura 3 - MilsGPS	16
Figura 4 - Precisão dos Smartphones.	17

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Comparação sumária entre o GPS e Smartphone.

18

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
1.1	PROBLEMA.....	09
1.2	OBJETIVOS.....	10
1.3	JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	10
2	METODOLOGIA	11
2.1	TIPO DE PESQUISA.....	11
2.2	COLETA DE DADOS	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	12
3.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE APLICATIVOS DE GEOLOCALIZAÇÃO	12
3.1.1	Levantamento topográfico	12
3.1.2	Avenza Maps.....	13
3.1.3	All in one Offline Maps	14
3.1.4	MilsGPS	15
3.1.5	Precisão do Smartphone	16
3.1.6	QGIS	18
3.2	IDENTIFICAR E AVALIAR AS PRINCIPAIS FERRAMENTAS.....	19
3.2.1	Locação de pontos, linhas e áreas	20
3.2.2	Análise de cartas	20
3.3	VANTAGENS E DESVANTAGENS	20
3.3.1	Vantagens da utilização de aplicativos de geolocalização	21
3.3.2	Desvantagens da utilização de aplicativos de geolocalização ...	21
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
5	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

O levantamento topográfico realizado pela Artilharia é constituído no uso do AGLS (Artilley Gun Laying Systems), GPS (Global Positioning System), GB (Goniômetro Bussula), trena e fichas topográficas para os cálculos dos elementos topográficos que apresentam limitações em comparação a aplicativos como Avenza Maps e Offline Maps com uso de cartas topográficas do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) ou adaptadas por Software de Informação Geográfica (SIG) para uma melhor análise do terreno.

A principal limitação dos métodos tradicionais utilizados pelo exército é a necessidade de que a turma de levantamento topográfico levante os dados topográficos no campo, o que torna esse trabalho demorado e expõe essas áreas que necessitam de levantamento topográfico, a atenção das tropas inimigas. Com o uso de Aplicativos de Geolocalização Offline, junto ao uso de SIG, os trabalhos de levantamento topográfico poderiam ser mais ágeis e seguros em operações, já que poderiam ser operados com o uso de smartphone ou tablets que tenha esses aplicativos.

Os Software de Informação Geográfica como o QGIS permitem a criação de produtos como cartas e imagens georreferenciadas com precisão, que podem ser carregadas em aplicativos de geolocalização para trabalhos de levantamento topográfico. Esses aplicativos permitem locações de pontos a partir do GPS interno do aparelho, inspeção na carta ou imagem e a partir de coordenadas previamente encontradas; é permitido que o usuário consiga calcular distâncias, lançamentos e azimutes entre os pontos locados.

Esse TCC tem como problema de pesquisa a utilização de aplicativos de geolocalização, especificamente o Avenza Maps, MilGPS e Offline Maps aliado ao SIG, especificamente QGIS e comparar os trabalhos de levantamento topográfico desses softwares com os trabalhos convencionais na circunstância do Sistema de Artilharia de Mísseis e Foguetes quanto aos termos de precisão, rapidez e economia de meios.

Desta maneira, dentro do escopo deste trabalho, a pesquisa pretende apresentar soluções ao seguinte problema:

O uso de Aplicativos de Geolocalização Mobile, especificamente Avenza Maps, MilGPS e All-In-One-Offline Maps podem ser aplicados no levantamento topográfico em substituição aos métodos convencionais?

1.2 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo principal estudar o uso de aplicativos Offline Maps e Avenza Maps em conjunto com o QGIS para levantamento de posições e comparar aos métodos convencionais utilizados pelo Sistema de Artilharia de Mísseis e Foguetes a fim de avaliar a viabilidade de adoção de aplicativos com essa finalidade. Para alcançar esse objetivo teremos os seguintes objetivos secundários.

- 1. Revisão bibliográfica dos fundamentos teóricos dos aplicativos de geolocalização e software de informações geográficas.**
- 2. Identificar e avaliar as principais ferramentas e técnicas utilizadas tanto no Offline Maps, MilGPS como no Avenza Maps.**
- 3. Identificar e avaliar quais produtos gerados pelo QGIS poderiam ser aproveitados pelos aplicativos de geolocalização.**
- 4. Procedimentos a serem realizados para levantamento topográfico utilizado Offline Maps e Avenza Maps.**
- 5. Análise e discussão dos dados obtidos, observando suas fortalezas, oportunidades de melhoria e limitações do uso desses aplicativos.**

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

A principal justificativa desse trabalho é levantar possíveis ferramentas para substituição parcial dos métodos de levantamento topográfico atuais por métodos mais rápidos e eficientes, características fundamentais para o Sistema de Artilharia de Mísseis e Foguetes. A resposta dessa pergunta permitirá verificar a possibilidade de adoção de um aplicativo de geolocalização para os trabalhos de topografia e suas principais ferramentas.

2. METODOLOGIA

Neste estudo foram utilizados as pesquisas bibliográficas e análise quantitativa, com o objetivo de descrever a utilização de um aplicativo de levantamento topográfico como ferramenta para o reconhecimento de posições de tiro em substituição aos aparelhos GPS.

2.1 TIPO DE PESQUISA

O estudo para essa pesquisa foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica, que consistiu na análise de livros, artigos, teses, manuais entre outros documentos de pesquisa e de levantamentos de dados para uma análise quantitativa do estudo.

2.2 COLETA DE DADOS

As coletas de dados foram realizadas através de pesquisa em dados de bases eletrônicas, em especial Google Acadêmico, utilizando os termos “Precisão do GPS”, “Precisão DGPS” e “Precisão de GPS de Smartphones”. Foram selecionados artigos de acordo com a relevância.

Além da pesquisa em bases eletrônicas, foi realizada uma pesquisa de levantamento de dados quantitativos em uma atividade de campo, utilizando-se um receptor GPS (modelo) e um smartphone com aplicativo Avenza Maps, MilsGPS e All-in-one Offline Maps.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados coletados foram analisados, organizados e sintetizados em forma de revisão bibliográfica. A análise dos dados consistiu na descoberta e sistematização de dados importantes, com o objetivo de criar conhecimento sobre os procedimentos para realizar medição de localização através de aplicações de geolocalização.

2.4 LIMITAÇÕES DE ESTUDO

Uma limitação deste estudo é a falta de coleta de dados em campo, o que permitiria uma análise mais aprofundada dos métodos de coleta de dados geográficos. Porém, com o auxílio de pesquisas bibliográficas, foram encontrados diversos estudos sobre o tema, o que possibilitou a construção de uma sólida base de conhecimento sobre o tema.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 REVISÃO BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE APLICATIVOS DE GEOLOCALIZAÇÃO.

3.1.1 Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico para Artilharia do Exército Brasileiro, conforme descrito no Manual C6-199, é uma atividade fundamental para garantir a eficácia e precisão das operações de artilharia. O objetivo desse levantamento é fornecer informações geoespaciais precisas e atualizadas sobre o terreno onde as operações serão realizadas, permitindo que as unidades de artilharia planejem e executem suas missões de forma eficiente e segura.

O processo de levantamento topográfico para artilharia envolve a coleta e análise de dados geográficos, tais como elevações do terreno, características naturais e artificiais da paisagem, e outros elementos relevantes para o posicionamento e orientação das peças de artilharia. Essas informações são essenciais para determinar os melhores locais para o posicionamento das baterias de artilharia, calcular trajetórias de tiro e identificar obstáculos que possam interferir nas operações.

O Manual C6-199 estabelece procedimentos detalhados para a condução do levantamento topográfico, incluindo técnicas de medição, uso de equipamentos de topografia e interpretação de dados cartográficos. Ele também aborda questões relacionadas à segurança operacional, comunicação entre as unidades e integração com outros elementos da força terrestre.

Em resumo, o levantamento topográfico para artilharia do Exército Brasileiro é uma atividade complexa e meticulosa, que desempenha um papel crucial na garantia

da precisão e eficácia das operações de artilharia em diferentes cenários operacionais.

O Oficial de Reconhecimento, militar de fundamental importância no contexto da Bateria de Mísseis e Foguetes, tem como uma das funções o levantamento de dados necessários para o desdobramento da Bateria, esse desdobramento consiste na ocupação de posição de espera e posição de tiro.

- Para o reconhecimento da Pos Espa, o O Rec e seus grupos devem:
- a) reconhecer o itinerário até a posição;
 - b) balizar a entrada da posição ou aguardar para guiar a ocupação da posição;
 - c) reconhecer e definir a distribuição das Vtr na posição de forma que se monte um dispositivo seguro para todos os lados e facilite o acesso e a circulação na posição;
 - d) ordenar o reconhecimento detalhado das Pos Tir aos Gp Rec; e
 - e) ordenar ao Adj O Rec a procura de pontos afastados no terreno que atendam ao maior número de Pos Tir para levantar suas coordenadas (normalmente por meio eletrônico). (BRASIL, 2021)
- Para o reconhecimento da Pos de tiro ou de troca, o O Rec e seus grupos devem:
- a) reconhecer o itinerário até as posições;
 - b) definir um P Lib para as posições ou aguardar na posição para guiar sua ocupação;
 - c) reconhecer e balizar o trajeto das viaturas até a posição;
 - d) identificar a posição de ocupação das Vtr;
 - e) reconhecer ou montar ponto afastado que tenha visada para a posição das Vtr e, se possível, que atenda outras posições de tiro também;
 - f) obter as coordenadas das posições onde será desencadeado o disparo (normalmente por diferencial de campo com GPS); e
 - g) transmitir as coordenadas por rádio ou pessoalmente ao CLF. (BRASIL, 2021)

Considerando que para realização desse reconhecimento ele necessita realizar obtenção de coordenadas para posições nas quais serão realizados os disparos e, apesar de não mencionado no texto, são de bom grado, que haja coordenadas de controle, como coordenada do ponto de liberação (P Lib). Essas coordenadas, hoje, são obtidas através do aparelho de GPS, que possui erro médio de 2,2 m (Santana et al. 2019)

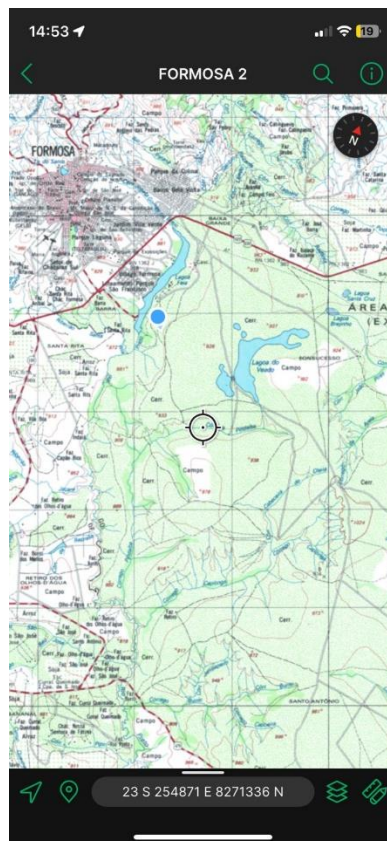
3.1.2 Avenza Maps

O aplicativo Avenza Maps é um software, disponível na biblioteca do Google Play e na Apple Store, capaz de trabalhar em conjunto com o QGIS, pois consegue receber cartas georreferenciadas e utilizar elas para navegação.

É possível marcar pontos a partir dele adicionar informações tais quais texto e imagens, consegue gravar deslocamentos medir distâncias e azimutes, é possível configurar Datum, norte e unidades medidas, inclusive ângulos, porém é importante ressaltar que em seu portfólio ele caracteriza o aplicativo como instrumento para navegação.

O aplicativo possui uma área comercial destinada a atendimento governamental, com enfoque na área militar, a empresa garante que seu aplicativo é seguro para esse tipo de uso, entretanto seu código fonte não é aberto e possui custos para seu uso completo.

Figura 1 - Avenza Maps.



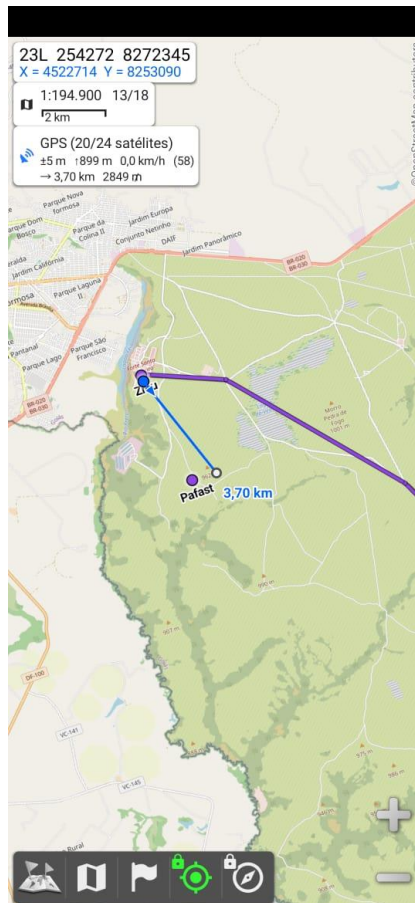
Fonte: Autor.

3.1.3 All in one Offline Maps

O aplicativo All in one Offline Maps é um software disponível apenas na biblioteca da Google Play. Seu uso é gratuito, mas não possui garantias quanto a sua segurança, possui ferramentas para importação de cartas georreferenciadas do QGIS e

consegue utilizar elas para navegação, também possui ferramentas para marcação de pontos, consegue medir distâncias e azimutes, sendo possível configurar Datum norte e unidade de medidas.

Figura 2 - All-In-One Offline Maps.



Fonte: autor.

3.1.4 MilsGps

O aplicativo MilsGps está disponível apenas na biblioteca da Apple Store, possui consegue importar cartas no formato MBTiles, possui capacidade fazer marcação de pontos, calcular distancias e direções, consegue ser configurado para o Datum adequado e norte, inclusive utilizar ângulos em milésimos.

Em sua página na Apple store ele avisa que seu uso militar deverá ser restrito, pois não deverá ser confiado onde possa resultar em morte, ferimentos ou perdas financeiras e que deverá ser utilizado como ferramenta auxiliar para esse tipo de levantamento.

Figura 3 – MilGPS.

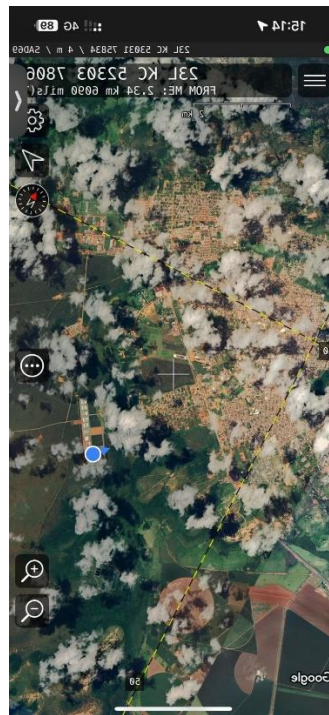


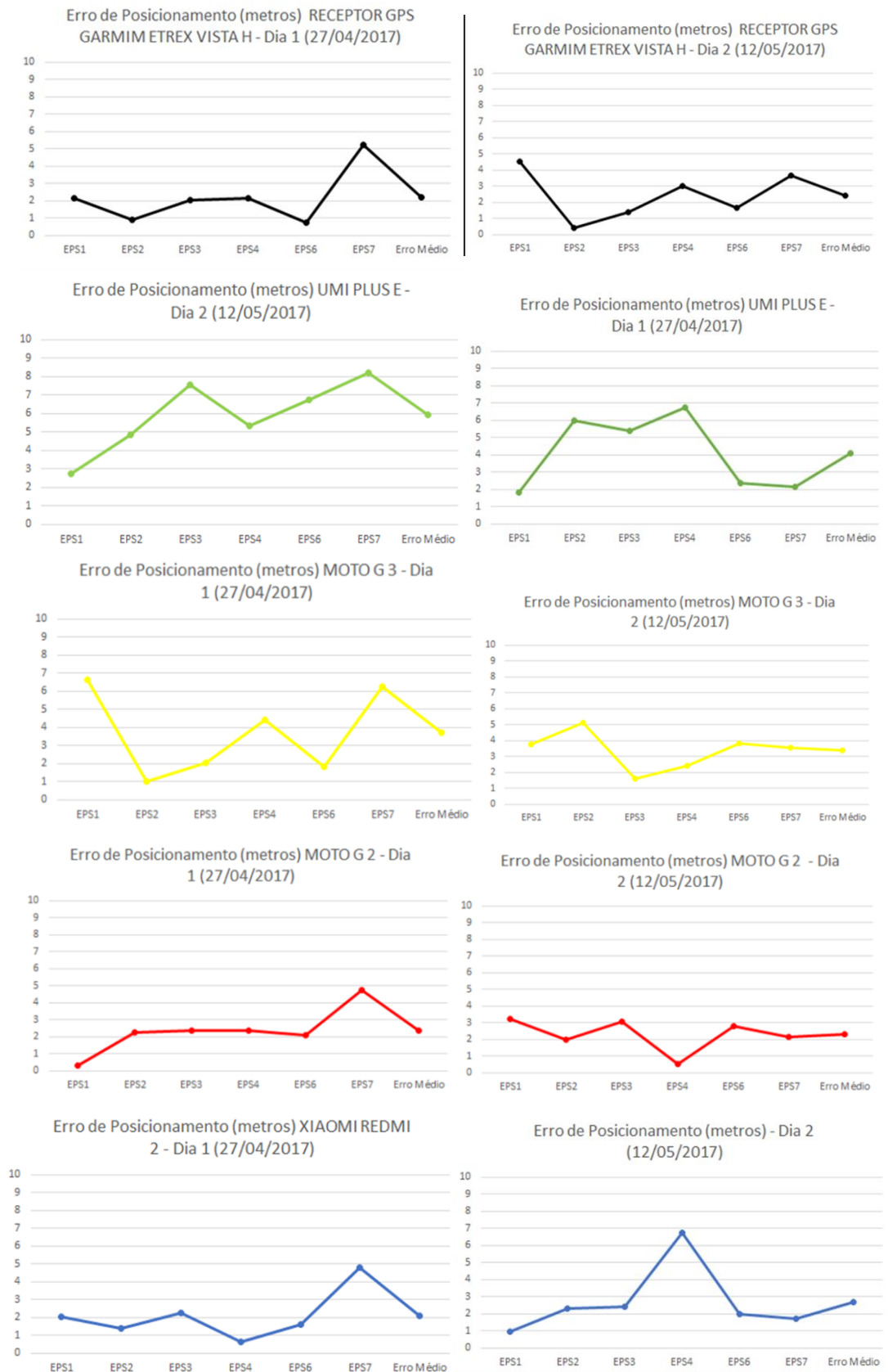
Figura 3, Fonte: Autor.

3.1.5 Precisão do Smartphone

Segundo Santana et al. (2019) cada smartphone possui precisões diferentes no levantamento topográfico, em seu estudo ele compara 4 (quatro) smartphones diferentes utilizando o aplicativo GPS Essentials um GPS Garmin e utilizou pontos de coordenadas geodésicas.

Nesse estudo ele obteve os seguintes resultados:

Figura 4 - Erro médio receptor GPS.



Fonte: Santana et al. (2019).

Santana et al. (2019) identificou que o erro médio dos aparelhos foi de 3,3 metros, inclusive tendo aparelhos que o erro médio foi de 2,2m e comparou com o erro médio do GPS Garmin que foi de também 2,2m, vale ressaltar que seu experimento utilizou apenas o GPS interno dos aparelhos, já que estes aparelhos possuem também utilização do sinal da operadora para melhorar sua precisão. Como possível comparação o RTK da viatura possui erro médio de 10cm (RAMOS, A. M. et al. 2007)

No trabalho de campo que foi realizado dentro do Forte Santa Barbara, foi realizada uma comparação sumária entre coordenadas de um GPS Garmin e um Smartphone modelo Iphone 11, utilizando o aplicativo Avenza Maps, em sua versão gratuita e foram obtidas as seguintes coordenadas.

Tabela 1 – Comparação sumária entre o smartphone e aparelho GPS.

Ponto	Coordenada E	Coordena N	Diferença em m
P1 GPS	0252964	8275798	5,3 m
P1 Smartphone	0252969	8275796	
P2 GPS	0252920	8275806	4,5 m
P2 Smartphone	0252924	8275804	
P3 GPS	0252890	8275856	5,1 m
P3 Smartphone	0252895	8275857	
P4 GPS	0252823	8275861	6,0 m
P4 Smartphone	0252823	8275855	
P5 GPS	0252854	8275791	8,2 m
P5 Smartphone	0252862	8275793	

Fonte: Autor.

3.1.6 QGIS

O QGIS é um SIG, disponível para Windows, Linux, Mac, BSD e Android, que permite criar, editar, visualizar, analisar e publicar informações geoespaciais (QGIS), o software é de código aberto e não tem custos, ele possui uma família de aplicativos mobile que permitem a conversação de dados entre eles através de internet.

O QGIS é uma ferramenta que pode ser utilizada no levantamento topográfico, pois possui:

1. Suporte a dados raster e vetoriais: o software permite a importação de imagens de satélite e mapas vetoriais para a visualização de terrenos e estruturas em um ambiente georreferenciado.

2. Ferramentas de análise espacial: o QGIS oferece diversas ferramentas de análise espacial, como a criação de modelos digitais de elevação (MDE) e a análise de curvas de nível.

3. Plugins: existem diversos plugins disponíveis que permitem a integração do software com outras ferramentas, como GPS e dispositivos móveis, para coleta de dados de campo e posterior importação no QGIS.

4. Suporte à linguagem de programação Python: permite a criação de scripts personalizados para automatizar tarefas repetitivas e aumentar a eficiência do trabalho.

5. Exportação de mapas e dados em diversos formatos: o QGIS permite a exportação de mapas e dados em diversos formatos, como PDF, SVG, DWG, entre outros, facilitando a integração dos dados levantados com outras ferramentas utilizadas em operações militares.

6. Ferramenta de Georreferenciação, capaz de georreferenciar vetores e imagens.

Resumindo, o QGIS oferece diversas ferramentas úteis para levantamento topográfico em operações militares, desde a importação de dados até a criação de mapas e análises espaciais.

(Laranjeiras Junior 2023)

3.2 IDENTIFICAR E AVALIAR PRINCIPAIS FERRAMENTAS

3.2.1 Locação de pontos, linhas e áreas.

Dentre os aplicativos estudados é perceptível uma variedade de ferramenta que podem auxiliar no levantamento topográfico, tanto em posições de tiro quanto em posições de espera. Uma dessas ferramentas é a capacidade de marcar pontos, traçar linhas e áreas no terreno. Essas funcionalidades podem ser utilizadas nos trabalhos de reconhecimento para uma compreensão detalhada

Na posição de espera, o O Rec (Oficial de Reconhecimento) pode utilizar esses aplicativos para elaborar um croqui da posição da bateria de mísseis e foguetes de forma eficiente, pois esses croquis podem ser gerados nos aplicativos e enviados através rádio, ou através de compartilhamento de dados dos aparelhos para o comandante de bateria. Particularmente, nesse contexto, os arquivos gerados pelos aplicativos são .KMZ .SHP .KML ou arquivos semelhantes, que tem como características serem leves e podem ser rapidamente transmitidos.

Na posição de tiro, esses aplicativos podem desempenhar o papel de GPS portátil no levantamento de posições de tiro para cada peça e levantamento de ponto

afastado para posição de tiro, atualmente há aparelhos que conseguem precisões parecidas com o GPS portátil, item utilizado comumente no levantamento topográfico.

3.2.2 Análise de cartas

A maioria dos aplicativos de geolocalização permitem a inserção de cartas ou imagens georreferenciadas, essas imagens podem ser produzidas por um SIG; esses aplicativos podem ainda mostrar sua posição exata dentro da imagem georreferenciada, permitindo que navegue dentro dela e explore melhor a posição em que está.

Os reconhecimentos dentro de posição de espera e posições de tiro podem ter um ganho de velocidade pois o Oficial de Reconhecimento poderá analisar uma imagem de satélite ou até mesmo imagem capturada por drones, de forma offline, ou seja, sem a necessidade de estar conectada a uma rede de dados externa, e nela poderá verificar os itinerários, verificar cobertura vegetal ou até mesmo poderá definir posições de viaturas através do aplicativo.

Em suma, os aplicativos podem representar uma ferramenta importante para os trabalhos de reconhecimento e outras atividades que necessitam de uma compreensão detalhada do ambiente a sua volta.

3.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

3.3.1 Vantagens da utilização de aplicativos de geolocalização

Os aplicativos de geoinformações estudados anteriormente oferecem uma série de vantagens significativas, especialmente se o smartphone tiver boa precisão no levantamento, já que hoje há modelos que conseguem atingir precisões parecidas com GPS portátil segundo Santana et al. (2019).

Os aplicativos, MilGPS, Avenza Maps, All-In-One Offline maps são ferramentas poderosas dentro de smartphones adequados, pois permitem que o usuário importe e visualize cartas ou imagens georreferenciadas, com interfaces intuitivas e de fácil uso, conseguem ser utilizados em áreas onde não há sinal de rede, utilizando somente o GPS interno de cada aparelho, alguns deles disponibilizam bancos de dados com cartas sem custo adicionais.

Esses aplicativos possuem ferramentas como a visualização de uma imagem georreferenciada, que pode ser obtida tanto por satélite quanto por imagens de SARP o que pode trazer velocidade no trabalho de reconhecimento e melhor consciência da área onde se está, possibilitando se iniciar o reconhecimento da posição à distância, para que quando a turma de reconhecimento chegar na posição, terá apenas de ratificar ou retificar o trabalho já feito.

Ao combinar qualquer um desses aplicativos com o software QGIS a turma de reconhecimento poderá realizar análises mais avançadas e integrar as informações do escalão superior, com os trabalhos de reconhecimento, já que este software permite uma edição tanto de imagens como de cartas melhorando a consciência tática do usuário dos aplicativos.

Em resumo, esses aplicativos oferecem uma série de vantagens, incluindo a capacidade de levantar com precisão pontos com erros médios de 2,5 metro segundo Santana et al. (2019), mesmo em ambientes desafiadores.

3.3.2 Desvantagens da utilização de aplicativos de geolocalização

Como principal desvantagem da locação de ponto é precisão da aquisição das coordenadas pois alguns smartphones, como verificado por Santana et al. (2019), podem apresentar erros superiores a 5 metros, o que poderia inviabilizar o levantamento de pontos que são necessários maior precisão, como posição do ponto afastado e do ponto onde está localizado a lançadora de mísseis e foguetes, pois poderiam interferir sobremaneira em tiros longos.

Segundo a loja do aplicativo MilGPS, este software não deve ser utilizado como substituto dos meios tradicionais de levantamento topográfico e que não deverá ser utilizado como único meio para se realizar atividades onde possam se resultar em danos materiais ou morte.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente TCC teve como objetivo responder a seguinte pergunta: O uso de Aplicativos de Geolocalização Mobile, especificamente Avenza Maps, MilGPS e All-In-One-Offline Maps podem ser aplicados no levantamento topográfico em substituição aos métodos convencionais?

Com intuito de responder à pergunta acima, esta pesquisa apresentou os fundamentos teóricos do levantamento topográfico e os aplicativos que foram estudados com a finalidade de apresentar as principais ferramentas e seus possíveis usos para o levantamento topográfico na Artilharia de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro.

Foi possível compreender que esses aplicativos possuem um conjunto de ferramentas que podem ser utilizadas no ambiente operacional, e que podem contribuir de forma importante na velocidade e eficácia do reconhecimento para as unidades de tiro.

Como principal ferramenta, talvez a mais óbvia, temos a capacidade realizar locações de ponto utilizando diversos Datum disponíveis com precisões consideráveis. Mas vale ressaltar que essa precisão depende do aparelho que o operador está utilizando, pois determinados aparelhos conseguem inclusive precisões parecidas com os aparelhos GPS utilizados pelo Exército Brasileiro.

Análise das cartas em um aparelho mobile pode contribuir fortemente para o levantamento topográfico mais eficaz e rápido, já que todos os aplicativos estudados possuem capacidade de carregamento cartas ou imagens georreferenciadas para execução de trabalhos do reconhecimento prévio, o que pode ajudar o O Rec na verificação de rotas, entradas e saídas das posições de espera e de tiro, além de verificar itinerários, posições das peças, cobertura e desenfiamento.

As cartas que podem ser utilizadas por esses aplicativos podem ser previamente trabalhadas em um SIG para que sejam incluídas informações importantes, como símbolos militares, áreas de posições de cada bateria, ou até mesmo informações recebidas pelo escalão superior, adicionando consciência tática a seu operador.

Os trabalhos feitos no aplicativo como a aquisição de pontos, traçados de linhas e áreas podem ser facilmente exportados de um aparelho para outro, inclusive com certa adaptação, através de meio rádio, o que facilitaria a transmissão de dados, entre a turma de reconhecimento e o restante de bateria, já que este muitas vezes deslocará a frente da bateria.

É possível concluir que a aquisição de um aplicativo de geolocalização que permita transito de dados contribuiria para um levantamento mais eficaz e rápido das Baterias de Misseis e Foguetes, porém não poderia ser utilizado como ferramenta para uma substituição completa dos meios tradicionais, pois não oferece confiabilidade, como abordada pelo aplicativo MilGPS, mas poderá ser utilizada em conjunto com outros meios que garantam que os dados coletados são da área reconhecida, como por exemplo a inspeção das coordenadas em uma carta.

Para futuras aplicações seria necessário um estudo mais aprofundado sobre quais dispositivos seriam mais interessantes para o uso militar, visto que a precisão desse levantamento depende diretamente da precisão do aparelho que está sendo utilizado.

5. REFERENCIAS

AVENZA SYSTEMS INC. Avenza Maps. 2024. Disponível em: < <https://store.avenza.com/>>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

ALL-IN-ONE OFFLINE MAPS. Disponível em: < <https://www.offline-maps.net/>>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

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

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. EB70-MC-10.363 GMF, Edição Experimental. Brasília. 2021.

BRASIL. Exército Brasileiro. Ministério da Defesa. C20-2: Leitura de cartas e fotografias aéreas. 2ª ed. Brasília. 1980.

FRANCO, Thiago Cruz Rodrigues. Análise da Precisão no Posicionamento com um Receptor GPS de Navegação. Revista Agrogeoambiental, dezembro de 2009.

LARANJEIRAS JUNIOR, Claudio Machado. Procedimentos para Realização do Levantamento de Posições Utilizando-se Softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Formosa, Goiás: Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, 2023.

MILS GPS. Disponível em: < <https://milgps.com/>>. Acesso em: 12 de maio de 2024.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/. Acesso em: 12 maio. 2024.

RAMOS, A. M. et al. Análise da acurácia horizontal do posicionamento GPS diferencial empregado em levantamentos hidrográficos a partir de sistemas DGPS, RTK e RTG. In: II Simpósio Brasileiro de Geomática, V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 24-27 de julho de 2007, Presidente Prudente - SP. Anais do II Simpósio Brasileiro de Geomática. Presidente Prudente: UNESP, 2007. p. 819-827. ISSN 1981-6251.

SANTANA, John Kennedy Ribeiro de et al. Precisão de GPS de Smartphones: Uma Ferramenta para Pesquisas Acadêmicas e Trabalhos em Campo. Revista de Geografia PPGeo, Universidade Federal de Pernambuco, 2019.