

**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**Cap Inf CARLOS HENRIQUE ANCHIETA DOMINGOS**

**A UTILIZAÇÃO DA TELEFONIA CELULAR PARA ORIENTAÇÃO EM  
AMBIENTE DE SELVA E SUAS CAPACIDADES**

**Rio de Janeiro**

**2022**

**Cap Inf CARLOS HENRIQUE ANCHIETA DOMINGOS**

**A UTILIZAÇÃO DA TELEFONIA CELULAR PARA ORIENTAÇÃO EM  
AMBIENTE DE SELVA E SUAS CAPACIDADES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de  
Aperfeiçoamento de Oficiais como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau especialização em Ciências  
Militares.

**Orientador: Maj Inf RENATO CAVALCANTI FERREIRA**

**Rio de Janeiro  
2022**

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Francisco José de Paula Junior  
CRB7/6686

D671

Domingos, Carlos Henrique Anchieta.

A utilização de telefonia celular para orientação em ambiente de selva e suas capacidades / Carlos Henrique Anchieta Domingos. – 2022.

46 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2022.

Orientação: Maj. Renato Cavalcanti Ferreira

1. Selva. 2. GNSS. 3. Smartphone. I Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. II Título.

CDD: 355



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS  
(EsAO/1919)**

**DIVISÃO DE ENSINO E PESQUISA/ CURSO DE INFANTARIA**

Ao Capitão de Infantaria **CARLOS HENRIQUE ANCHIETA DOMINGOS**

O Presidente da Comissão de Avaliação do TCC, cujo título é A UTILIZAÇÃO DA TELEFONIA CELULAR PARA ORIENTAÇÃO EM AMBIENTE DE SELVA E SUAS CAPACIDADES, informa à Vossa Senhoria o seguinte resultado da deliberação: **APROVADO** com o conceito **BOM**.

Rio de Janeiro, 28 de outubro de 2022.

\_\_\_\_\_  
**VINÍCIUS VALVERDE ANDRIES – Maj**  
Presidente

\_\_\_\_\_  
**RENATO CAVALCANTI FERREIRA – Maj**  
1º Membro

\_\_\_\_\_  
**RICARDO DE MORAES RAMOS LOBATO - Cap**  
2º Membro

CIENTE: \_\_\_\_\_  
**CARLOS HENRIQUE ANCHIETA DOMINGOS - Cap**  
Postulante

## RESUMO

A partir do início do século XXI, com a inserção da tecnologia de aplicativos de geoinformação em *smartphones*, cada vez mais militares vem utilizando celulares para fins de navegação e topografia. Em um ambiente de selva, cuja complexidade imprime uma série de obstáculos para o deslocamento em seu interior, o emprego desse recurso se torna bastante oportuno, tanto pela facilidade de manuseio, quanto por ser um objeto pessoal de fácil aquisição, dentre outros aspectos. O objetivo deste estudo foi levantar os aspectos positivos e negativos sobre a utilização de *smartphones* para orientação através selva e verificação de suas capacidades. Para isso, foram pesquisados em literaturas científicas das bases de dados EB conhecer, Scielo, ResearchGate e Militar Review artigos que trouxessem conhecimentos técnicos atinentes a tecnologia de Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS) e que mostrassem resultados palpáveis a presente monografia; e, artigos que analisassem a precisão de *smartphones* inseridos em ambientes florestais bem como a comparação da tecnologia dos dispositivos. Após essa etapa, foi levantado um questionário, cuja amostra incluía oficiais e sargentos do Exército Brasileiro que serviram ou servem na Amazônia, para quantificar a intensidade na qual é utilizado os celulares para a navegação nos corpos de tropa e quais são os principais fatores decisórios para a utilização desse meio. O resultado indicou que a maioria do efetivo questionado (65%), utiliza ele como meio auxiliar de navegação, sua principal vantagem são as informações do terreno mais detalhadas que cartas topográficas (21%) e como desvantagem facilidade de uso (19%) e sua principal desvantagem é a pouca durabilidade da bateria dos dispositivos. Como conclusão, foi visto que quanto melhor for os fatores “quantidade de sistemas GNSS em que o *smartphone* é capaz de operar”, “maior quantidade de constelações de satélites GNSS operadas”, “se aparelho é multifrequência GNSS ou não”, melhor será a sua precisão e confiabilidade para se utilizar em ambiente operacional amazônico. Mas, apesar da sua credibilidade para missão em si, o *smartphone* é um instrumento que carece de medidas de contrainteligência, não sendo adequado para missões voltadas ao combate.

**Palavras-chave:** Selva, Amazônico, *Smartphone*, GNSS, Multifrequência.

## ABSTRACT

From the beginning of the 21 centuries, with the insertion of the technology of geoinformation applications in smartphones, more and more militaries have been using cell phones for navigation and topography purposes. In a jungle environment, whose complexity imposes a series of obstacles for moving inside, the use of this resource becomes quite opportune, both for the ease of handling and for being a personal object of easy acquisition, among other aspects. The aim of this study was to raise the positive and negative aspects about the use of smartphones for guidance through jungle and verification of their capabilities. For this, articles that brought technical knowledge related to the technology of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) and that showed relevant results to this monograph were searched in scientific literature from the databases EB conhecer, Scielo, ResearchGate and Militar Review; and articles that analyzed the accuracy of smartphones inserted in forest environments as well as the comparison of device technology. After this step, a questionnaire was raised, whose sample included officers and sergeants of the Brazilian Army who served or serve in the Amazon, to identify the intensity in which cell phones are used for navigation in the troops and what are the main factors decisions for the use of this medium. The result indicated that most of the people questioned (65%) use it as a navigation aid, its main advantage is the more detailed terrain information than topographic maps (21%) and its disadvantage is ease of use (19%) and its main disadvantage is the low battery life of the devices. In conclusion, it was seen that the better the factors "number of GNSS systems in which the smartphone is able to operate", "greater amount of operated GNSS satellite constellations", "whether the device is GNSS multifrequency or not", better will be the accuracy and reliability to be used in the Amazon operational environment. But despite the credibility for the mission itself, the smartphone is an instrument that lacks counterintelligence measures, not being suitable for combat-oriented missions.

**Keywords:** Jungle, Amazon, Smartphone, GNSS, Multifrequency.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1 PROBLEMA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 <b>Objetivo Geral</b> .....	9
1.2.2 <b>Objetivos Específicos</b> .....	9
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO.....	10
1.4 JUSTIFICATIVA.....	10
<b>2 REVISÃO DA LITERTURA</b> .....	11
2.1 ORIENTAÇÃO ATRAVÉS SELVA.....	11
2.1.1 <b>Referências doutrinárias de orientação do Exército Brasileiro</b> .....	11
2.1.2 <b>Aspectos militares do terreno em ambiente de selva</b> .....	13
2.2. SISTEMAS GLOBAIS DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE (GNSS).....	15
2.2.1 <b>O emprego do GNSS</b> .....	15
2.2.2 <b>Fatores de precisão do geoposicionamento dos celulares</b> .....	17
2.2.3 <b>A Geoinformação no âmbito Exército Brasileiro</b> .....	18
2.2.4 <b>A tecnologia GNSS dos celulares e a geoinformação</b> .....	20
2.3 A EMPREGABILIDADE DO CELULAR EM AMBIENTES FLORESTAIS.....	21
2.4 AMEAÇAS PROPORCIONADAS PELA UTILIZAÇÃO DE <i>SMARTPHONES</i>	23
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	24
3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO.....	24
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	25
3.3 AMOSTRA.....	26
3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA .....	26
3.5 INSTRUMENTOS.....	27
3.6 ANÁLISE DE DADOS.....	28
<b>4 RESULTADOS</b> .....	28
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	34
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	37
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39





## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica, conforme a Instrução Provisória 72-1 Operações na Selva (1997a, p. 1-7) aborda, é um ambiente de difícil navegação. Além de seu campo de visibilidade ser muito reduzido por causa da vegetação densa, há poucos pontos dominantes no terreno para estabelecer pontos ou linhas de controle. As fotografias aéreas não refletem o verdadeiro relevo, pois as copas das árvores se entrelaçam e formam um falso aspecto de curvas de nível.

As cartas topográficas que existem desse ambiente operacional, geralmente, são feitas na escala 1:50.000 ou 1:100.000, ou seja, com poucos detalhes altimétricos e planimétricos para uma tropa a pé realizar um estudo de situação detalhado. Existe também a dificuldade de muitas cartas serem antigas, não representando fielmente o terreno no qual será navegado. Um exemplo disto são os rios que, por serem relativamente jovens, não possuem cursos estabilizados, assim o que hoje é uma alça, posteriormente pode ter se transformado num lago (BRASIL, 1997a, p. 1-8).

A época do ano influencia também a compreensão da hidrografia na carta topográfica, ou seja, durante o período de secas, é comum aparecerem mais ilhas no terreno do que a carta mostra e, durante as cheias, aparecerem mais cursos d'água do que o ilustrado.

Em instruções do curso de operações na selva é ensinado que a melhor técnica de orientação através selva é a que utiliza a bússola, ou seja, se houver dúvida quanto ao itinerário a ser tomado através das cartas, o método mais confiável é seguir a navegação por esse instrumento topográfico. Porém, atualmente, existem alguns aplicativos de celulares que são muito utilizados pela tropa e estão tomando espaço nos meios de orientação. Mesmo com o *smartphone* sem sinal de internet móvel, é possível navegar em cartas salvas previamente com um sinal de GPS que, muitas vezes, é fiel à geolocalização na qual a tropa se encontra. Além da informação de posicionamento, o operador do aplicativo consegue visualizar os aspectos altimétricos e planimétricos do terreno, além de traçar rotas e avaliar distâncias.

Cada vez mais os telefones vêm trazendo dados precisos para a orientação. Em 2022, segundo Purfürst (2022, p. 4), existem mais de 120 satélites para trilateralizar a transmissão de sinais e com, ao menos, cinco sistemas de navegação. Dentre eles: Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) europeu GALILEO, o

sistema GNSS chinês BeiDou, o Sistema Regional de Navegação por Satélite (RNSS) indiano NavIC (Navigation with Indian Constellation) e o sistema RNSS japonês QZSS (Quasi-Zenith Satellite System).

## 1.1 PROBLEMA

A matéria de topografia que é lecionada nos bancos escolares, atualmente, ensina como manusear os instrumentos topográficos bússola, GPS e cartas topográficas. Dentre os manuais de campanha do exército que ensinam orientação podemos citar o C21-74, Manual de Campanha de Instrução Individual para o Combate (1986), o EB60-ME-14.068, Manual de Ensino Topografia de Campanha (2013) e o C 21-26, Leitura de Cartas Topográficas e Fotográficas Aéreas (1980). Porém, nenhum deles ensinam a orientar-se utilizando-se aplicativos de georreferenciamento.

Na doutrina militar terrestre, também possuímos o Manual de Campanha, EB20-MC-10.209, Geoinformação (2014, p. 7-1), cuja finalidade, segundo suas considerações iniciais, é “difundir no âmbito do EB os fundamentos, os produtos, as potencialidades e os conhecimentos relacionados ao emprego da Geoinformação em apoio a operações militares”. Ele ensina como é estruturado o sistema de Geoinformação no âmbito EB e possui informações de como militares e civis podem extrair diversos arquivos de geoinformação através do Banco de Dados Geográficos do Exército e utilizá-los de maneira interativa. Porém, não especifica maneiras de utilizar *smartphones* como ferramentas em proveito do georreferenciamento.

Ao analisar a literatura científica da Força Terrestre no banco de dados EB Conhecer, verifica-se que não há manuais, instruções provisórias, ou qualquer padronização doutrinária que menciona como utilizar aplicativos de *smartphones* para navegação e, mesmo assim, a utilização desses eletrônicos vem aumentando cada vez mais nos corpos de tropa.

Ao optar pela utilização de smartphones como meio para navegação, o militar deveria saber algumas perguntas básicas para utilizá-lo de maneira correta, como, por exemplo: qual é o sistema de referência (datum) que será adotado no aplicativo? É o mesmo do qual recebi a missão? A unidade de medida empregada no aplicativo,

é a mesma da qual foi utilizada em seu planejamento? Meu celular possui capacidade técnica para me fornecer uma boa orientação?

Ao analisarmos a literatura científica estrangeira sobre precisão do geoposicionamento de celulares em florestas, podemos identificar que a maior quantidade de estudos a respeito da utilização desse meio encontra-se fora da América do Sul, local o qual existe a floresta amazônica. Dentre deste trabalho, com as delimitações dos estudos cabíveis, foram encontradas pesquisas em florestas do clima temperado eslovaca (TOMASTÍC et al, 2016), alemã (PURFÜST, 2022) e estado-unidense (WEAVER, et al 2015), orientais como as chinesas (FENG et al, 2021) e (YAN et al, 2021) e malaia (FAUZI et al, 2015).

Ao somar essa lacuna de conhecimento às características da Floresta Amazônica, o problema fica ainda maior, pois, não é qualquer aplicativo de celular que pode ser utilizado neste ambiente operacional. Ele deve ter alguns requisitos básicos como funcionar com pouco ou sem sinal de telefonia móvel; mostrar as curvas de nível da região detalhadamente, não consumir muito bateria do dispositivo, etc.

Diante do exposto, quais são os detalhes técnicos de celular que existem, até o presente momento, que sofrem menos influência dos empecilhos da selva e se ajustam à doutrina militar terrestre em topografia?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar os detalhes técnicos que os celulares devem ter para auxiliar os militares na orientação através selva de maneira mais precisa possível.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os fatores que prejudicam a orientação através selva utilizando-se de dispositivos GNSS;
- Identificar capacidades necessárias para os dispositivos GNSS funcionar da maneira mais precisa possível em ambientes florestais;

- Identificar no banco de dados do Exército Brasileiro artigos científicos que abordaram orientação através selva ou geolocalização;
- Identificar, em banco de dados de outras Forças Armadas e civil, artigos científicos que estudaram sobre a empregabilidade de aplicativos de celular de geolocalização para navegação; e,
- Identificar os principais requisitos que aplicativos de geolocalização devem ter para serem aceitos pelos militares que servem nesse bioma.

### **1.3 Questões de Estudo**

Tendo como base os objetivos definidos acima, as seguintes questões de estudo foram aprofundadas durante a monografia:

Quais são os fatores que prejudicam a orientação através selva com dispositivos que utilizam a tecnologia GNSS?

Quais são as capacidades necessárias para os GPS funcionarem da maneira mais precisa possível?

Quais são os principais requisitos que aplicativos de geolocalização devem ter para serem aceitos pelos militares que servem nesse bioma?

### **1.4 JUSTIFICATIVA**

Este trabalho tem por objetivo contribuir com o Plano Estratégico do Exército 2020-2023, especificamente com a Ação Estratégica 6.1.1, no ramo atividade “6.1.1.3 Aperfeiçoar a doutrina de: Operações na Selva [...]” e 6.1.1.4 Atualizar as publicações doutrinárias do Exército” (BRASIL, 2019, p. 25). Logo, a conclusão desta pesquisa científica tem grande relevância para o desenvolvimento de trabalhos estratégicos no Exército Brasileiro, pois, expõem a necessidade de analisar profundamente a seleção de celulares para se orientar na Amazônia com confiabilidade.

O tema desse trabalho deu ênfase num assunto pouco estudado na doutrina militar terrestre. Por exemplo: foi pesquisado o item “aplicativos de

celular” em banco de dados do Exército Brasileiro, em 18 de fevereiro de 2022, disponível em site <<https://bdex.eb.mil.br/>> e foi encontrado 60 (sessenta) documentos dos quais apenas três possuem título com palavras alusivas a Amazônia. Desses três trabalhos, nenhum faz referência a utilização deste meio para orientação ou qualquer assunto sobre topografia.

Tendo um maior conhecimento sobre os requisitos básicos que os celulares devem ter para o militar orientar-se através selva e saber como manipulá-los vai melhorar o desempenho das pequenas frações no cumprimento de diversas missões dentro desse bioma. Utilizando-se dessa ferramenta, as equipes de navegação de diversos níveis terão mais um instrumento que os ajudarão a chegar no lugar preciso da missão, além dos demais instrumentos como GPS, cartas topográficas e bússolas.

A utilização destes aplicativos proporciona também uma economia de recursos para a Força Terrestre, pois, hoje em dia, é comum oficiais e sargentos terem celulares que possui requisitos mínimos para comportar aplicativos de geolocalização. Logo, utilizar-se-ia o próprio aparelho do militar para melhorar sua performance nas operações.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Para entendermos melhor os assuntos explorados nesta pesquisa científica e a condução dos resultados, essa revisão de literatura terá três subitens distintos que facilitarão a compreensão desse Trabalho de Conclusão de Curso: orientação militar; aspectos militares do terreno em ambiente de selva; e, geoinformação no âmbito Exército Brasileiro.

### **2.1 ORIENTAÇÃO ATRAVÉS SELVA**

#### **2.1.1 Referências doutrinárias de orientação do Exército Brasileiro**

Atualmente, existem dois manuais que ensinam como manipular instrumentos topográficos para orientação em campanha: o C21-74 (1984), e o EB60-ME-14.068 (2013).

O Manual de Campanha Instrução individual para o Combate, C21-74, (1986), descreve dois processos comuns de orientação utilizados pela Força Terrestre: o de orientação pela bússola e por cartas topográficas. Apesar de existirem os processos expeditos de orientação, eles não serão abordados por serem muito imprecisos para o tema estudado. Também não será mencionado nesse estudo a utilização de fotografias aéreas; pois, as copas das árvores vista por cima, iludem quando as verdadeiras curvas de nível do terreno que existem em determinada área.

Segundo o Manual de Campanha C21-26 (1980, p. 5-11) a orientação pela bússola é um processo simples que pode ser utilizado de duas formas: determinação do azimute de uma direção e determinação no terreno de uma direção correspondente a um azimute dado.

No primeiro processo, utilizado mais para o militar ter ciência de seu posicionamento no terreno, ele aponta a bússola para um ponto-referência, registra no aparelho e encontra assim o azimute de determinada posição. Essa posição pode ser lançada em uma carta topográfica e servirá para ratificar ou retificar o seu lugar no terreno. No outro processo o militar registra um azimute magnético na bússola e se desloca em linha reta na direção do azimute registrado até uma distância pré-determinada. Segundo a Instrução Provisória 21-80 (1999, p. 4-5), quanto a orientação pela bússola através selva, ele é o único processo que se mostrará eficaz, mesmo à noite.

A orientação por carta topográfica analisa o posicionamento do combatente no terreno que é ratificado comparando o ambiente ao redor com o da carta. Esse instrumento permite também que o militar consiga aferir distâncias e calcular azimutes para chegar a determinado lugar. De acordo com o C21-74 (1986, p. 3-8), este processo juntamente com a bússola, é o mais valioso instrumento que o combatente pode valer-se para a orientação. Caso o militar queira se aprofundar um pouco mais nesse estudo, no manual EB60-ME-14.068 (2013) descreve melhor como utilizar a carta topográfica para interpretação do terreno em aspectos importantes para o militar e ensina as formas de planejamento de rotas através desse meio.

Segundo a Instrução Provisória 21-80 (1999, p. 4-5), quanto a utilização de carta topográfica através selva:

“As cartas do interior da selva são produzidas a partir de fotografias aéreas que, ao basear-se nas copas das árvores, não apresentam a mesma fidelidade obtida em outras regiões. Porém, é possível ao indivíduo ou grupos se orientarem por cartas com escala igual ou inferior a 1/50.000. Especial atenção deve ser dada na observação das depressões do terreno, porém, para longos deslocamentos é conveniente utilizar este processo aliado à orientação pela bússola.” (BRASIL, 1999, p. 4-5)

No manual EB60-ME-14.068 (2013, p. 60) é ensinado também a utilização de GPS a partir dos aparelhos de marca Garmin modelo GPS 12 XL de 1998 e MAP 76 de 2001. Entre todos os conteúdos que é ensinado nessa parte do manual, citamos os seguintes comandos, pois são os que podem ser replicados em aplicativos de geolocalização de celulares: verificação da posição geográfica em tempo real; seleção do sistema de referência datum do GPS, como, por exemplo, o Córrego Alegre, WGS 84, South América 69, etc; definição do sistema de coordenadas, como a UTM e geográfica; marcação de pontos na posição geográfica em que o aparelho se encontra ou em outras coordenadas registradas no aparelho; calcular distância entre pontos; e, traçar e avaliar distância de rotas. Apesar destes aparelhos serem considerados antigos, é possível replicar estas operações básicas em modelos mais atuais de GPS da marca Garmin como o GPS Map 78 ou o Etrex.

Segundo a Instrução Provisória 21-80 (1999, p. 4-5), a respeito da orientação utilizando-se do “Global Position System” (GPS):

“A orientação pelo GPS dependerá da potência do sinal recebido dos satélites. No interior da selva a recepção deste sinal é prejudicada pela cobertura vegetal ficando a utilização do GPS restrita às áreas de céu aberto. O GPS poderá ser utilizado para auxiliar na orientação e navegação na Amazônia, principalmente quando em rios, igarapés e regiões descampadas. O GPS além de fornecer coordenadas geográficas do local, uma vez registrado um azimute, também permite navegar seguindo aquela direção, pois ao afastar-se da mesma emitirá um aviso sonoro.” (BRASIL, 1999, p. 4-5)

### **2.1.2 Aspectos militares do terreno em ambiente de selva**

A Amazônia é composta de uma extensa e densa floresta equatorial. Neste bioma, há uma hidrografia abundante, com uma quantidade enorme de cursos

d'águas que cortam as diversas parte deste terreno (BRASIL, 1997a, p. 1-7). Seu clima é caracterizado por ter elevadas temperaturas e alto índice de pluviosidade. As estações do ano se caracterizam em duas: a estação das chuvas, ou inverno, que dura de janeiro a junho; e a estação da seca, ou verão, entre julho e dezembro.

Segundo a Instrução Provisória 72-20, O Batalhão de Infantaria de Selva (1997b, p. 1-8); podemos analisar os aspectos militares do terreno de selva em cinco tópicos: observação e campos de tiro, cobertas e abrigos, obstáculos, acidentes capitais e vias de acesso. Com esses dados, será descrito como fazer um comparativo do estudo do terreno para a orientação.

Quanto a observação e campos de tiro, podemos destacar que a visibilidade é muito reduzida por causa da vegetação. A observação terrestre se limita a distâncias de até trinta metros, limitando a visualização de pontos dominantes no terreno. Essa ausência de pontos dominantes, quando planejado um deslocamento pela carta topográfica, torna os lanços da tropa muito extensos, diminuindo a precisão da orientação (BRASIL, 1997a, p. 2-9). Também, por não haver pontos dominantes no terreno, somando-se a similaridade dos troncos das árvores, dão a sensação ao combatente de "já ter caminhado pelo mesmo lugar anteriormente" (BRASIL, 1999, p. 4-2) tornando a interpretação do terreno muito confusa. A observação aérea é muito prejudicada pela cobertura das copas das árvores, tornando as fotografias aéreas instrumentos não confiáveis para a navegação.

A própria vegetação proporciona uma enorme quantidade de cobertas e abrigos neste ambiente. Desta forma, muitos objetivos ou pontos de controle da navegação podem ser facilmente mascarados pela mata.

O grande volume de árvores, raízes altas e troncos caídos constituem os obstáculos mais comuns neste bioma que dificultam o deslocamento da tropa a pé. (BRASIL, 1997a, p. 2-10). Pela vegetação ser densa e irregular, dificulta a utilização do processo de orientação pela bússola, pois, se torna praticamente impossível do militar caminhar grandes distâncias em linha reta seguindo o azimute magnético.

Próximo ao leito dos rios encontra-se grande quantidade de chavascas e igapós que prejudicam sua travessia tornando-a muito cansativa (BRASIL, 1997a, p. 2-11). Logo, a orientação pelas margens dos cursos d'água fica praticamente inviável pelo desgaste físico e lentidão do deslocamento. Dependendo da dimensão do curso d'água em si, é necessário desbordá-lo, inferindo uma tarefa muito penosa para a tropa com grande tomada de tempo para a orientação.



O deslocamento inteiramente em linha reta é dificultado pela grande quantidade de ravinas (socavões) no terreno, tornando muito desgastante sua travessia, pois a camada de folhas caídas no solo destas grandes depressões deixa o chão muito escorregadio para se andar no terreno inclinado, prejudicando a precisão da marcha orientada.

Segundo a Instrução Provisória 72-1 (1997b, p. 1-8), acidentes capitais constituem:

“[...]as regiões de passagem obrigatória, as localidades, os portos, os atracadouros, os aeroportos, os campos de pouso, a foz e a confluência dos rios, as partes estreitas das aquavias, as pontes, as passagens a vau, as clareiras, as regiões desmatadas que permitem o estabelecimento e a instalação de zona de pouso de helicóptero e todos os acidentes do terreno que exerçam influência sobre a circulação.” (BRASIL, 1997b, p. 1-8)

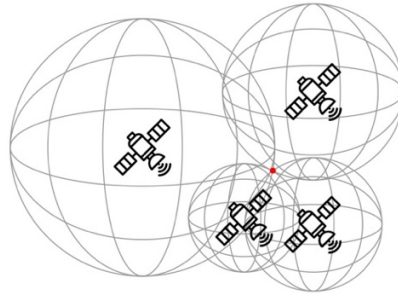
Para a orientação, é uma excelente oportunidade de ratificar a posição geográfica na qual militar o militar se encontra, utilizando-os como pontos de controle nos deslocamentos.

As vias de acesso servem como excelentes linhas de controle para a orientação da tropa. As vias naturais consistem em regiões desmatadas ou de campos naturais, ou rios; e, as artificiais são as estradas, trilhas etc. Os deslocamentos por vias de acesso proporcionam grande velocidade a tropa face ao deslocamento através selva e evita maiores desgastes físicos. (BRASIL, 1997a, p. 2-11).

## 2.2. SISTEMAS GLOBAIS DE NAVEGAÇÃO POR SATÉLITE (GNSS)

### 2.2.1 O emprego do GNSS

O GNSS é o termo em inglês de *Global Navigation Satellite System* de um conjunto de sistemas que permitem a localização na superfície terrestre através de aparelhos capazes de fazer contato com uma constelação de satélites. Com o envio do sinal de posicionamento terrestre de um aparelho, os satélites da constelação de determinado sistema realizam a trilateração do ponto onde foi emitido a onda e informam o usuário de seu posicionamento através de coordenadas. (GONG et al, 2019, p. 1-2)



**Figura 1** – Trilateração de sinal GNSS

Fonte: GTA Levantamentos (2017)

Essa cobertura é feita em tempo real e necessita de, no mínimo, quatro respostas de satélite para ser conclusiva. Segundo Purfürst (2022, p. 2), existem mais de 120 satélites disponíveis para trilaterar a transmissão de sinais e com, ao menos, cinco sistemas de navegação. Dentre eles o GALILEO desenvolvido pela União Europeia, o sistema chinês BeiDou, o RNSS indiano NavIC e o sistema RNSS japonês QZSS.

Os sinais transmitidos pelo aparelho são feitos através de ondas eletromagnéticas dentre os quais, cada sistema possui uma faixa de frequência específica de utilização. Segue abaixo uma tabela que melhor especifica as frequências utilizadas por alguns desses sistemas:

Parâmetro	GPS	GLONASS	GALLILEO	BEIDOU
Desenvolvido por	EUA	Rússia (União Soviética)	União Europeia	China
Constelação nominal	24	24+3	24+6	27
Planos orbitais	6	3	3	3
Inclinação (°)	55	64,8	56	55
Altitude (km)	20200	19100	23222	21500
Período orbital	11h58min	11h15min	14h04min	12h53min
Repetibilidade (dias siderais)	1	8	10	7
Frequências (MHz)	L1: 1575,42 L2: 1227,60 L5: 1176,45	L1: 1597-1617 L2: 1240-1260 L3: 1202,025	E1: 1575,42 E5a: 1176,45 E5b: 1207,14 E5: 1191,795 E6: 1278,75	B1: 1561,098 B2: 1207,14 B3: 1268,52

Identificação dos satélites	CDMA	FDMA/CDMA	CDMA	CDMA
Efemérides	Elementos keplerianos	Posição, velocidade, tempo	Elementos keplerianos	Elementos keplerianos
Modelo ionosférico	Klobuchar	-	NeQuick G	-
Sistema de referência	WGS84 ( <i>World Geodetic System 1984</i> )	PZ-90 ( <i>Parametry Zemli 1990</i> )	GTRF ( <i>Galileo Terrestrial Reference Frame</i> )	CGCS2000 ( <i>China Geodetic Coordinate System 2000</i> )
Sistema de tempo	GPST ( <i>GPS Time</i> )	UTC(SU) ( <i>Universal Time Coordinated of Russia</i> )	GST ( <i>Galileo System Time</i> )	BDT ( <i>BeiDou Time</i> )

**Tabela 1** – Características dos GNSS

Fonte: Adaptado de Langley et al (2017, p. 17) e Silva et al (2020, p. 1203)

Dessa forma podemos deduzir que: quanto mais sistemas de satélite o aparelho é capaz captar; quanto mais constelações ele consegue se comunicar; e, mais frequências ele é capaz de operar, mais preciso será.

### 2.2.2 Fatores de precisão do geoposicionamento dos celulares

A obtenção de um geoposicionamento baseia-se firmemente na disponibilidade de satélites para contato. Para o bom funcionamento de um receptor GNSS, são necessárias pelo menos quatro recepções ininterruptas de sinais de satélites. (FAUZI, 2015, p.1) No entanto, estruturas edificadas, matas densas e certos tipos de solo não podem ser penetrados por sinais de ondas de rádio. Este sombreamento de sinal levará a uma “situação de interrupção de sinal” onde a visibilidade do satélite se tornará limitada ou indisponível.

A geometria do receptor de satélite é outro fator importante na obtenção de resultados de alta qualidade, especialmente para posicionamento de pontos e levantamento cinemático (FAUZI, 2015, p. 2). A geometria dos satélites muda conforme seu deslocamento em órbita pela terra. Dependendo da angulação do posicionamento na terra com o satélite, sua geometria pode gerar erros que podem ser ampliados ou reduzidos. Para minimizar estes fatores, os GNSS utilizam-se de

diversos satélites da mesma constelação para prover apoio contínuo e captar diversas geometrias para trazer trilaterações mais confiáveis.

Outro fator que pode afetar o funcionamento do geoposicionamento do aparelho é o efeito multicaminho. Esse fenômeno ocorre quando um sinal de satélite chega à antena de um receptor por mais de um caminho diferente. (PURFÜST, 2022, p. 4). Objetos espessos como paredes e árvores próximas ao aparelho podem refletir sinais GNSS e, assim, criar caminhos de propagação secundários os quais podem intervir no alcance do receptor do satélite. O multicaminho afeta as medições de distância podendo gerar um pseudo-alcance e dando informação incorreta da posição. (UZODINMA e NWAFOR, 2021, p. 7) e (GONG et al, 2019, p. 21).

Para diminuir esses fatores, o emprego da multifrequência é fundamental para minimizar o efeito do pseudo-alcance. A multifrequência nada mais é que a capacidade do celular operar em mais de uma banda de frequência além das L1, L1 (GLONASS), E1 e B1 conforme Tabela 1 acima. Por exemplo, aparelhos antigos como o iPhone 3G lançado em 2008 trabalhavam com apenas a faixa de frequência L1 e o GNSS GPS. Em 2018, o aparelho Xiaomi MI 8 foi lançado com um novo chipset multifrequência (PURFÜST, 2022, p. 4). Com essa inovação, foi adicionado as frequências E5a/L5 para reduzir o efeito multicaminho. Com a utilização dessa nova faixa de frequência, é possível fazer combinações lineares de duas frequências para eliminar o efeito do pseudo-caminho, melhorando assim a precisão.

Cresce a importância do aparelho ter a capacidade de trabalhar com mais de um GNSS; por exemplo, o iPhone 13 lançado em 2021 é capaz de operar com GPS integrado, GLONASS, Galileo, QZSS e BeiDou de acordo com sua ficha técnica.

A maioria dos fabricantes globais dos GNSS prepararam preventivamente seus chipsets de navegação dos satélites que orbitam a Terra para novos sistemas no futuro, de modo que não há necessidade de se investir em novos receptores de sinais. (BRACH, 2022, p. 8). Ou seja, a melhoria da precisão dos celulares só depende do investimento na melhoria dos chipsets dos aparelhos telefônicos em operar em diversas faixas de frequência.

### **2.2.3 A Geoinformação no âmbito Exército Brasileiro**

A geoinformação trabalha com imagens do terreno processadas através de sensores remotos embarcados em plataformas terrestres, aéreas ou orbitais. A precisão destes equipamentos passou a oferecer dados digitais que permitem a distinção de alvos com centimétricas, mesmo sob nuvens ou cobertura vegetal, gerando imagens ricas em informações a serem utilizadas na produção de mapas. (NETTO, 2018, p. 2).

Através da inclusão de dados inteligentes, a geoinformação disponível em modelos cartográficos na internet passou a ter um caráter interativo e dinâmico, possibilitando ao próprio usuário não só visualizar o dado geoespacial, mas também atuar modificando ou mesmo inserindo informações, criando verdadeiras bases colaborativas (NETTO, 2018, p. 2 e 3). Exemplos de aplicativos atuais que proporcionam isso são o Google Earth e Waze. Desta maneira a geoinformação é capaz de interagir informações espaciais com diversos dados inteligentes, tendo sua empregabilidade disponível para amplas áreas do conhecimento como em setores de energia, censo populacional, controle hidrográfico, de desmatamento, etc.

Para fins militares, segundo o manual de Geoinformação do Exército, “A Geoinformação é um conhecimento associado a uma referência geográfica ou georreferenciado como resultado do processamento de dados espaciais, que se destina a apoiar o processo decisório (BRASIL, 2014, p. 3-2).”

Na esfera da Força Terrestre, de acordo com o manual EB20-MC-10.209 Geoinformação (2014, p. 4-2), o Exército utiliza a tecnologia da geoinformação através de: Sistemas Satelitais; Sensoriamento Remoto; Posicionamento Global por Satélite; Comunicações por Satélite; Sistemas de Informações Geográficas; Sistemas de Processamento Digital de Imagens; e Topografia. A partir dos dados destas tecnologias, geram-se ferramentas que assessoram e facilitam o planejamento de atividades nas diversas funções de combate, como, por exemplo, a criação de cartas ortoimagens, carta de densidade populacional, carta topográfica, etc. Nesse estudo focamos apenas na parte da topografia, pois é área a qual se enquadra os aplicativos que são utilizados para navegação através de *smartphones*.

As ferramentas da geoinformação no âmbito EB são produzidas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) e são disseminadas pelo Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEX). Uma das formas de se ter acesso ao BDGEX é através do site, onde o usuário pode utilizar o próprio sistema, como computadores e *smartphones*, para realizar consultas, navegação e baixar arquivos que podem ser reproduzidos em

outros *softwares* que possuem a capacidade de abrir estes arquivos. Cabe ressaltar que existe ainda o sistema de consulta por navegação nesse site, onde o usuário pode acompanhar sua posição geográfica, em aparelhos que possuem GPS, na carta topográfica da própria plataforma do site.

Porém, não há, em nenhuma destas ferramentas fornecidas pelo DSG, utensílios em que se possa manipular a carta topográfica para fins de planejamento de um quadro de navegação porque, de maneira simples, só existe a carta como recurso. Por exemplo, não existe um local que dê para registrar as coordenadas do nosso objetivo, não possui ferramentas para calcular azimutes, aferir distâncias, criar rotas, incluir formas geométricas, dentre outros.

#### **2.2.4 A tecnologia GNSS dos celulares e a geoinformação**

Conforme dito anteriormente, a geoinformação pode estar inserida em diversas áreas do conhecimento. Através da internet, é possível ter acesso a elas de maneira ampla e, geralmente, gratuita. Um dos métodos mais utilizados, hoje em dia, para ter acesso interativo à geoinformação é através de aparelhos celulares.

Atualmente, existem aplicativos que são utilizados em prol da navegação. Dentre eles, os que se utilizam como base a fotografia aérea, por exemplo, o Google Maps; os que se baseiam em curvas de nível como o Gaia GPS; os que se utilizam de arquivos de geoinformação baixados na internet como o Avenza Maps; e, os que são possíveis a combinação de uma ou mais dessas possibilidades, como o Google Earth e o Wikiloc.

Esses aplicativos fornecem diversas ferramentas que facilitam a sua manipulação. Por exemplo: o militar consegue montar rotas através de marcação de pontos e acompanhá-los conforme a sua progressão no terreno; pode salvar o seu percurso de forma que transmita ao escalão superior, ou coloque em relatório; pode tirar fotos georreferenciadas e colocá-las em documentos de forma que o escalão superior saiba a situação do terreno naquele determinado ponto; e, saiba a distância que percorreu e que necessita percorrer através da aferição de distâncias em tempo real. Por muitas vezes, as informações fornecidas pelo terreno são mais detalhadas que as cartas topográficas fornecidas no BDGEx.

Porém, para utilizar essas ferramentas, o militar deve saber manipular corretamente as variáveis antes de partir para qualquer missão que são: o Datum, a unidade de medidas e a formatação das coordenadas (formato da posição). Por exemplo, geralmente, o Datum utilizado pelos aplicativos celulares são o WGS 84, porém, as cartas topográficas brasileiras, em sua grande maioria, são feitas com base no sistema South América 69.

É possível incluir, em algum desses aplicativos, as cartas topográficas da região. Por exemplo, com acesso ao BDGEx, o militar consegue realizar o *download* da carta do local em que irá atuar e abri-las no seu dispositivo. Dessa forma ele consegue editá-las com as mesmas ferramentas citadas acima, traçando rotas e acompanhando o seu progresso através do sinal do GNSS de seu celular. Dentre os aplicativos em que é possível realizar tal ação são o Google Earth, o Avenza Maps e o Maps Me.

### 2.3 A EMPREGABILIDADE DO CELULAR EM AMBIENTES FLORESTAIS

A região amazônica é um local muito difícil de se orientar. Somando-se as dificuldades da progressão do militar em seu anterior, ela possui aspectos que dificultam a utilização de *smartphones* para navegação. Buscando em banco de dados científicos, não foram encontradas pesquisas sobre o emprego de *smartphones* para fins de orientação em ambiente amazônico. Trazendo resultados de um ambiente similar ao da floresta equatorial, foram encontradas pesquisas a respeito da utilização de celulares em ambientes florestais de outros países.

Em pesquisa realizada por Tomašćić et al (2016) na Eslováquia, com florestas coníferas, foi realizado estudos em matas aberta e em uma floresta sob duas condições: em estações que as folhas das árvores não tinham caído e em estações secas. Como conclusão, foi identificado que a diferença de erro de posição do dispositivo GNSS foi de 4,96–11,45 m durante a folhagem densa; de 4,51–6,72 m durante a estação sem folhagem; e, nas parcelas florestais em condições de área aberta entre 1,90–2,36 m. O intervalo de imprecisão da pesquisa se ateve justamente a diferença de tecnologia empregada nos *smartphones* em estudo.

Em pesquisa nota-se que o espaçamento entre as árvores e a densidade das folhas são fatores determinantes para a precisão do aparelho. Tomašćić ressalta

também que a geração de *smartphones* do período do estudo, 2016, como o LG G2, ZTE Blade e Sony M4 Aqua, consegue competir com sucesso com alguns receptores GNSS mais antigos em termos de precisão.

Em estudo realizado por Yan et al (2021), foi avaliado a precisão do sistema de satélites BeiDou em florestas chinesas próximo a Pequim. Neste experimento, não foi utilizado *smartphones* e sim aparelhos GNSS que possuem a tecnologia de captar apenas o sistema chinês BeiDou. No final da pesquisa foi concluído que a precisão desse sistema GNSS para as posições dentro da vegetação tiveram a acurácia horizontal média de cerca de 3,5 m em floresta de folhas largas e de cerca de 2m em floresta de coníferas. Confirmando assim que, quanto mais sistemas GNSS os aparelhos celulares foram capazes de captar, mais preciso será. Atualmente, somente os celulares mais recentes possuem a capacidade de trabalhar com o sistema BeiDou.

Em trabalho feito por Fauzi et al (2015), foi realizado experimentos de precisão dentro da floresta tropical da Malásia com o aparelho celular Sony Xperia C3. Com base no resultado, apesar da cobertura limitada da visibilidade do céu, o *smartphone* foi suficientemente adequado para aumentar o propósito de posicionamento com a maioria dos erros dentro de 5 a 15 metros. Esse estudo, visto do presente ano, 2022, mostra que um celular de tecnologia ultrapassada, podia fornecer uma precisão boa dentro da vegetação.

A tecnologia de um Sony Xperia C3 de sistema operacional Android 4.4.2 KitKat, de frequência GNSS única e com apenas dois sistemas GNSS (GLONASS e GPS), atualmente, não é vendida no mercado e não possui mais atualizações de seu sistema operacional por ser obsoleta; logo, os celulares que estão em funcionamento até a presente data da pesquisa possuem a precisão, no mínimo, similar a essa.

Em pesquisa de Purfürst (2022) foi testado a precisão de *smartphones* em floresta alemã. O estudo comparou a precisão do posicionamento GNSS estático dos aparelhos sob condições florestais de quatro *smartphones* multiconstelção e multifrequência e de seis *smartphones* multiconstelção de frequência única e um receptor geodésico. Como resultado, em média, os celulares multifrequência atingiram uma maior precisão de posicionamento.

Os fatores que foram identificados pelo estudo e que afetam a precisão do posicionamento dos *smartphones* são: os tipos de floresta estudada, corroboradas por



Feng et al (2021, p. 9) e Weaver et al (2015, p. 8); a presença ou não de copa de árvores densas; o teor de água das folhas da mata e a densidade da madeira; a topografia da região, particularmente as curvas de nível, corroborada por Danskin et al (2009, p. 9); condições atmosféricas locais; estações do ano; e, intensidade do vento. Dentre as consequências desses fatores, a mais comum, segundo o autor, é o efeito multicaminho, evidenciado também nos estudos de Brach et al (2019, p. 11) e Akbulut et al (2017, p. 9) em floresta de pinus nos EUA com dispositivo geodésico.

#### 2.4 AMEAÇAS PROPORCIONADAS PELA UTILIZAÇÃO DE SMARTPHONES

Foi pesquisado na plataforma do Military Review sobre as utilizações de *smartphones* para a orientação militar e não foi encontrado nada a respeito. Pelo contrário. O exército dos Estados Unidos está restringindo cada vez mais a utilização de celulares georreferenciados de seus ambientes operacionais.

Em pesquisa realizada por D' Amato (2021, p.8) os soldados, atualmente, se tornaram muito dependentes de meios GNSS e permitem que suas habilidades de leitura de mapas se percam. Caso eles percam essas tecnologias nos campos de batalha, eles estão fadados ao fracasso. Neste estudo, assim como no de Waxler (2019, p. 18) é ressaltado a importância do tradicional estudo de orientação através carta e bússola.

A utilização de smartphones acaba sendo uma ameaça. Segundo estudos de Ward (2018, p. 2), a utilização de dispositivos inteligentes para realizar atividade física estão expondo bases militares, tornando-as alvos de ameaça. Os militares, ao fazerem atividade física, percorrem seu perímetro e expõem seus progressos em suas redes sociais. Ao fazer isso, eles tornam a informação reservada em caráter público. Os líderes militares dos EUA expressaram preocupação após revelações recentes de que os dados coletados e transmitidos por dispositivos pessoais de condicionamento físico representam riscos potenciais de segurança para militares e instalações em todo o mundo.

A geoinformação é estudada também para a aquisição de alvos. Em matéria de Allen (2020, p. 1) para encontrar o inimigo utiliza-se de aparelhos de coletas de informações que podem identificar qualquer coisa, desde uma assinatura visual até

uma radiofrequência, na direção possível em que o inimigo se encontra até encontrar a localização do inimigo.

“À medida que o número de dispositivos em rede e a frequência com que as pessoas os usam para transmitir informações intencionalmente ou não continuam a aumentar, a utilidade dos fluxos de dados cibernéticos existentes para identificar a localização de qualquer coisa, seja um consumidor ou um veículo blindado de combate, também continuará a aumentar. “(ALLEN, 2020, p. 28, tradução nossa)

Em contrapartida, as ameaças podem utilizar esse rastreamento a seu favor. Em estudo de Rasak (2021, p. 55-56), é exposto que não-combatentes aproveitam cada vez mais as mídias sociais para informar sobre a localização, disposição e composição de forças, status da infraestrutura e detalhamento de atividades recentes em andamento, representando risco para atividades militares amigas. Estados-nação e grupos adversários já demonstraram a capacidade e a intenção de mitigar e explorar esse fenômeno. É possível também que um adversário infle artificialmente ou fabrique uma tendência, ou “evento” que indique a um analista pouco atento que há uma ameaça emergente nas proximidades.

Logo, por não ser um material propriamente militar, é um instrumento que possibilita o fácil rastreamento, tornando o militar um alvo fácil para as missões voltadas ao combate. A mistura de informações de cunho operacional a um instrumento pessoal incide num grande risco de vazamento de dados, tornando seu uso para missões de caráter restrito à ultrassecreto inviáveis.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

O objeto formal deste estudo destinou-se a identificar os requisitos mínimos que os celulares devem ter para se adequar a doutrina militar terrestre em orientação. Para atingir tal intuito foi identificado, primeiramente as influências das variáveis dependente e independente do estudo. Como variável independente podemos citar

as dificuldades de orientação que a selva proporciona. Como variável dependente, podemos citar as capacidades que os telefones podem ter de fornecer maior precisão aos usuários que navegam nesse meio. Quais são as vantagens fornecidas pelos aparelhos que melhor assessoram os militares quanto a missão de se deslocar orientado por dentro deste bioma?

### 3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Visando gerar resultados de aplicação prática para a doutrina militar terrestre, a pesquisa é de natureza qualitativa-exploratória, com foco nas variáveis qualitativas citadas acima. Desta forma, o presente trabalho visa avaliar se é possível reunir alguns requisitos mínimos que os celulares devem ter para bem atender as pequenas frações que se orientam através selva e, conseqüentemente, estudar os *smartphones* para a navegação neste ambiente operacional.

Primeiramente, foi feito uma revisão de literatura em banco de dados confiáveis para identificar utilização de celulares com foco em orientação através de georreferenciamento.

Para esta revisão foi verificado matérias já publicadas em livros, artigos científicos com datas posteriores ao ano de 2014, pois foi neste ano que foi publicado o manual de Campanha de Geoinformação (2014), um marco oficial da literatura do Exército Brasileiro em geoinformação. A partir dos conhecimentos colhidos dos bancos de dados foi enviado questionários a diversos militares que serviram ou servem no CMA e CMN que necessitaram se orientar através selva e, para isso, se utilizaram de um *smartphone*.

Comparando o resultado dos conhecimentos extraídos em bancos de dados científicos, com a informação empírica obtida das tropas de selva, foi avaliado através de método dedutivo o grau de confiabilidade da utilização de *smartphones* na Floresta Amazônica e quais os requisitos mínimos do ambiente e do aparelho devem ser atendidos para seu bom funcionamento.

O questionário foi montado em uma plataforma da Google Forms com perguntas voltadas a necessidade de ferramentas que os usuários de celulares devem ter, suas vantagens e desvantagens. A pesquisa foi realizada no período de 02 a 20 de maio de 2022. Os resultados foram filtrados visando estritamente a variável

dependente: as ferramentas que o celular possui que pode influenciar no desempenho do militar através selva. Por exemplo, caso um militar mencione que a desvantagem de usar um celular na selva é o grande risco de ele cair na água, essa informação será desconsiderada, pois, essa situação é prevista na nossa variável independente: o bioma abundante em cursos d'água.

### 3.3 AMOSTRA

A amostra de aparelhos celulares foi identificada através de um questionário enviado via plataforma Formulário Google que buscou um perfil de militares (oficiais e sargentos) que tiveram necessidade de se orientar através selva e utilizaram seu telefone pessoal. Foi analisado a tecnologia do celular empregado e o feedback que o militar informou na plataforma. Esta pesquisa contou com um grande lapso temporal de smartphones utilizado pelos militares com diversos sistemas. Assim, a evolução dos aparelhos mostrou quais foram as principais mudanças que tiveram nas novas tecnologias que foram determinantes para melhoria de precisão.

Quanto aos aplicativos de geoinformação utilizados por esses militares, foram considerados apenas os registros dos indivíduos que utilizaram o celular para se orientar através selva entre 2020 e 2022. Essa delimitação foi julgada necessária para fins de comparação das facilidades mais bem aceitas pelas últimas versões dos aplicativos.

### 3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA

Foram revisados artigos científicos, instruções provisórias e manuais que forneçam mais informações sobre uso da geoinformação nas esferas civis e militares, nacionais e internacionais. Para isso, foi pesquisado em literatura científica nas bases de dados EB conhecer, Scielo, ResearchGate e Militar Review e, dentro dessas plataformas, foram utilizadas palavras-chave tanto no idioma português quanto no inglês: geolocalização, geoinformação, "geolocation", aplicativos, "App", "smartphone", selva, navegação, "navegation", GNSS e orientação.

O critério de seleção dos artigos encontrados em fonte de dados já citadas seguiram as seguintes etapas: seleção dos artigos através da relevância do título e

ano de publicação; análise do resumo para ver se o tema tem relevância com esta monografia; verificação da aplicabilidade do conhecimento à doutrina militar terrestre; verificação da possibilidade de réplica dos conceitos em ambiente de selva.

Os critérios de inclusão a essa monografia foram os seguintes: obras que abordem a geolocalização como instrumento de navegação ou meio para a chegada em um objetivo; normas de utilização de geoinformação no Exército Brasileiro ou de nações amigas; utilização de aplicativos de celular para aumento da operacionalidade da Força Terrestre brasileira ou estrangeira; formas de utilizar cartas topográficas em aplicativos celulares; e, publicações de trabalhos entre os anos 2014 e 2022.

Os critérios de exclusão foram os seguintes: a utilização da geoinformação que não seja em prol dos serviços de navegação ou para fins de chegar a um objetivo no terreno; utilização de aplicativos de celular que não se correlacionem com as atividades úteis para o Exército Brasileiro; publicações mais antigas que o ano 2014.

O ano de 2014 foi utilizado como linha temporal para seleção de artigos tendo em vista que a geoinformação é uma tecnologia que está em constante inovação e 2014 é o ano de publicação do manual EB20-MC-10.209 (2014). Logo, este manual será utilizado como referência da publicação mais antiga deste trabalho a respeito dessa tecnologia, não podendo ter outros documentos mais antigos que ele nessa monografia.

Após a revisão da literatura e a verificação do que mais pertinente se usa nas esferas civis e militares, nacionais e internacionais foram identificados o número de 65 artigos com base nas palavras-chave já mencionadas. Após a leitura de seus resumos, foram identificados 19 artigos científicos relevantes para esse trabalho de conclusão de curso.

### 3.5 INSTRUMENTOS

De posse das informações obtidas pela revisão da literatura, foi elaborado um questionário, conforme anexo A, sendo disseminado âmbito Força Terrestre através da plataforma Formulário Google para os militares que se encontram no universo da amostra responderem. A disseminação desse questionário foi através de compartilhamento do link através do canal WhatsApp dentre os quais 65 (sessenta e cinco) militares o responderam.

A intenção foi, além de comparar com o que de mais moderno se utiliza no Exército Brasileiro, relacionar como essa tecnologia vem sendo utilizada em forças armadas estrangeiras e civis, para fins de conclusão de como esta tendência tecnológica pode auxiliar tropas para navegações e de maneira segura.

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados qualitativos obtidos por meio do questionário foram confrontados quanto a possibilidade de sistematizar a utilização das ferramentas mencionadas como requisitos mínimos que os telefones celulares devem ter. As análises feitas pós questionário foram concluídas a luz do embasamento em artigos científicos encontrados na revisão da literatura sendo os resultados lançados no capítulo 4 e suas análises no capítulo 5.

## 4. RESULTADOS

Após a conclusão do período destinado à resposta do questionário, exposto no Anexo A desse trabalho, foram coletadas 65 (sessenta e cinco) respostas das amostras de militares que servem ou serviram em ambiente de selva desde 2014.

Como resposta a pergunta sobre os locais em que os militares serviram durante o período de 2014 a 2022, foi respondido pelo público o total de 51 (cinquenta e uma) passagens em OM do Comando Militar da Amazônia (CMA) e 22 (vinte e duas) passagens em OM do Comando Militar do Norte (CMN) entre 2014 e 2022 conforme tabela abaixo:

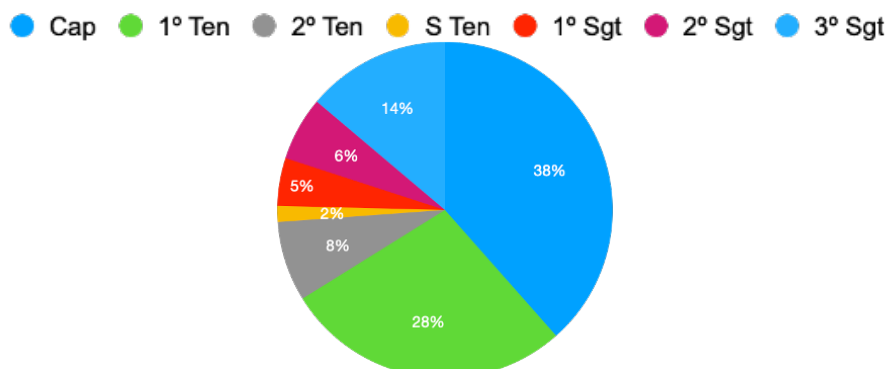
Comando Militar de Área	OM	Número de passagens
CMA	1º BIS (Amv)	13
	3º BIS	3
	CFAC/4º BIS	7
	CFRN/5º BIS	3
	CFRO/6º BIS	3
	CFRR/ 7º BIS	2

CMA	CFSol / 8° BIS	3
	17° BIS	2
	C Fron Juruá/ 61° BIS	6
	12° Esqd C Mec	1
	12° GAAe SI	1
	5° BEC	1
	1° Pel Com SI	1
	3ª Cia F Esp	1
	CIGS	2
	21ª Cia E Cnst	1
	22° Pel PE	1
	<b>SOMA</b>	<b>51</b>
CMN	2° BIS	1
	CFAP/34° BIS	5
	50° BIS	5
	51° BIS	3
	52° BIS	4
	53° BIS	2
	Pq R Mnt/8	1
	CRO/8	1
	<b>SOMA</b>	<b>22</b>
<b>SOMA TOTAL</b>	<b>73</b>	

**Quadro 1** - Quantidade de passagens dos militares pelas OM em região de selva.

Fonte: O autor

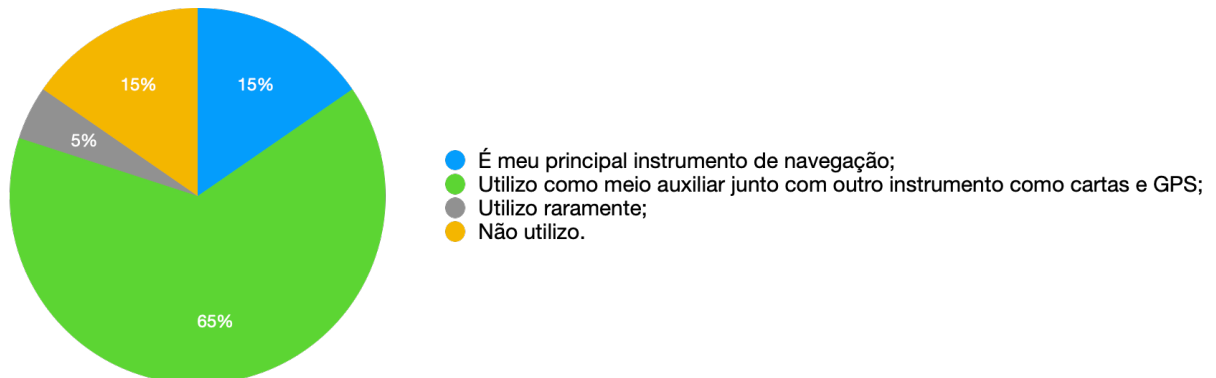
O universo de militares que responderam à pesquisa, conforme Gráfico 1, encontra-se atualmente nos postos e graduações abaixo:



**Gráfico 1** – Universo de postos e graduações dos participantes da pesquisa.

Fonte: O autor

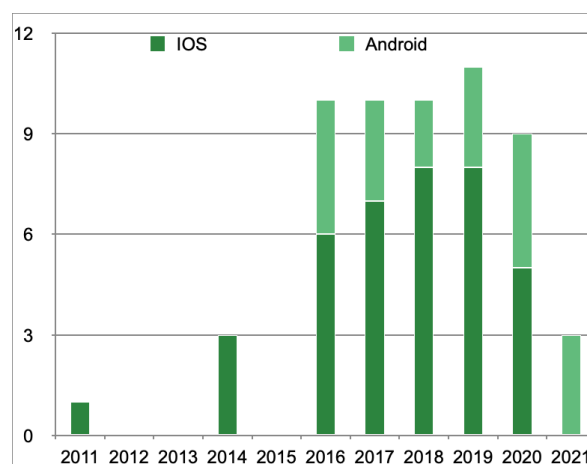
Quanto o uso de *smartphone* e a intensidade para fins de orientação dentro da Floresta Amazônica, o efetivo total da amostra respondeu conforme o gráfico abaixo:



**Gráfico 2** – Formas de utilização do *smartphone* para orientação na Floresta Amazônica.

Fonte: O autor

Em relação a quantidade de telefones citados em pesquisa, foram mencionados 57 (cinquenta e sete) *smartphones* fabricados no período de 2011 a 2021. Verificou-se também que a maioria dos aparelhos foram fabricados no ano de 2019, tendo destaque para o iPhone XR e XS, fabricados em 2018, que juntos somaram ao todo 8 (oito) telefones mais utilizados pelos militares.

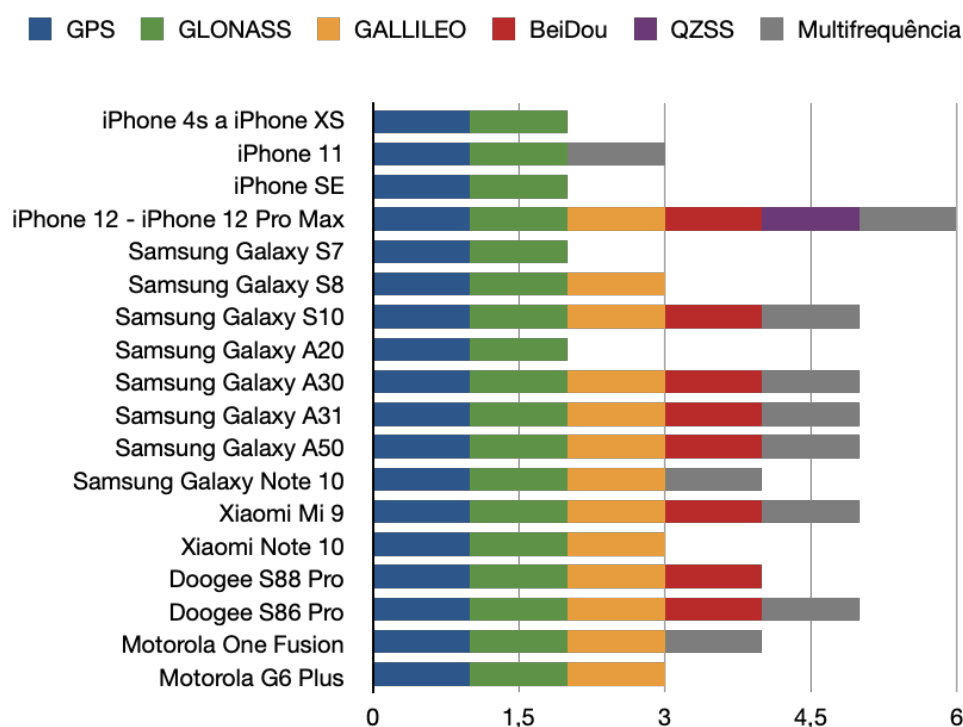


**Gráfico 3** – Ano de fabricação dos celulares utilizados para a navegação.



Fonte: O autor

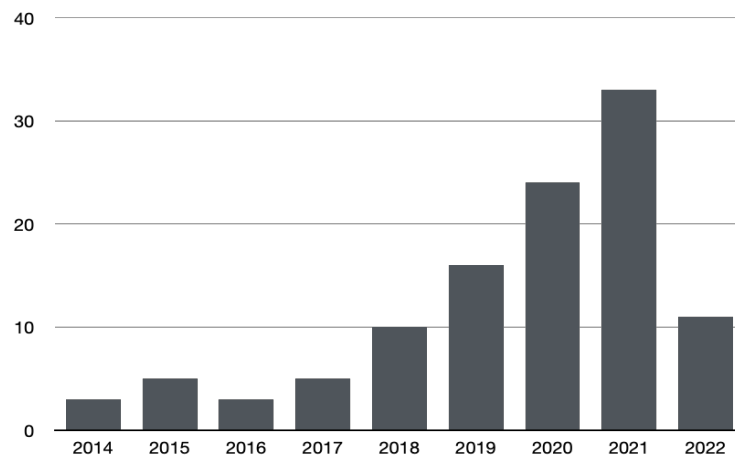
Em relação a tecnologia do aparelho, foi incluído em gráfico a seguir as tecnologias GNSS que eles são capazes de detectar e, por último, se eles podem operar em frequências além das bandas L1, L1(GLONASS), E1 e B1.



**Gráfico 4** – Tecnologias GNSS dos *smartphones* do universo da pesquisa.

Fonte: O autor

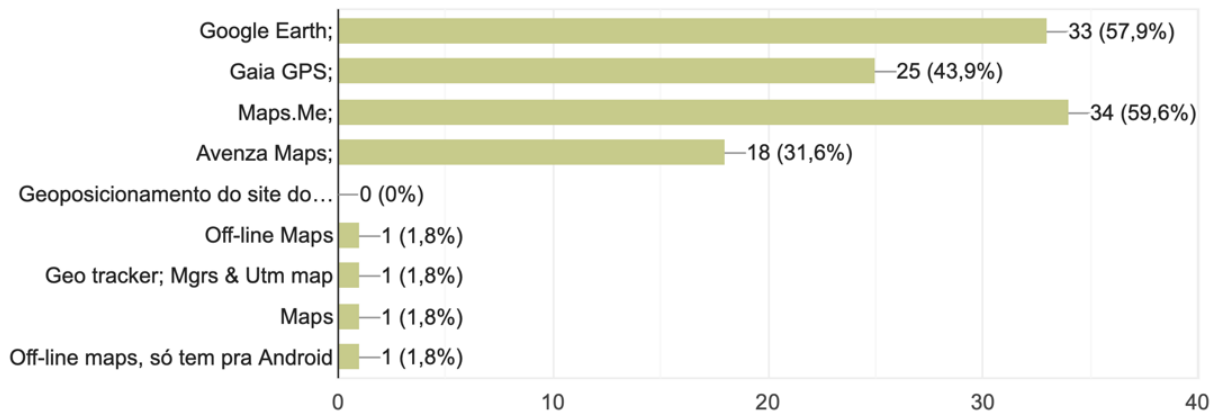
Avaliando o período de utilização dos *smartphones* entre os anos de 2014 e 2022, verificou-se um aumento contínuo entre os anos de 2014 e a 2022 conforme gráfico abaixo. Ressalta-se que, como a pesquisa foi interrompida ainda no 1º semestre de 2022, em 15 de maio de 2022, a menor intensidade de emprego do aparelho neste ano, por dedução, seria maior até o final do ano.



**Gráfico 5** – Período que foram utilizados celulares para a navegação.

Fonte: O autor.

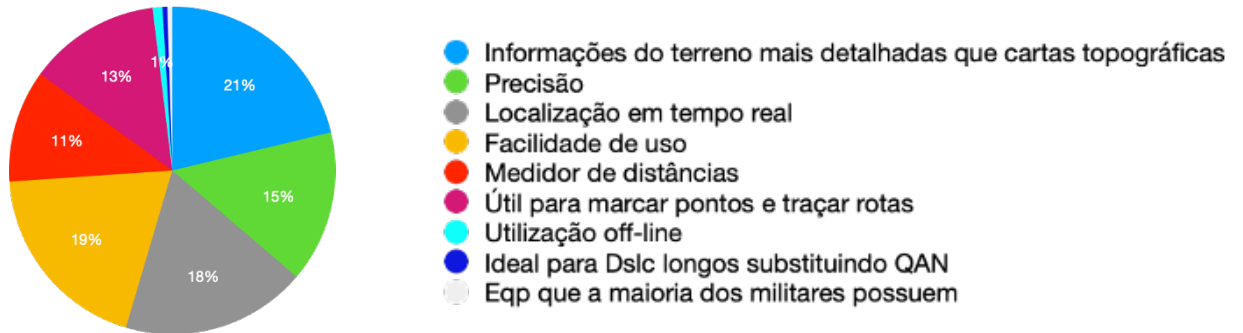
Dentre os aplicativos de geoposicionamento usados pelos militares que orientaram-se empregando o *smartphone*, segue abaixo o nome deles e quantas vezes foram citados, com o destaque para o Maps Me.



**Gráfico 6** – Aplicativos de georreferenciamento usados para navegação

Fonte: O autor

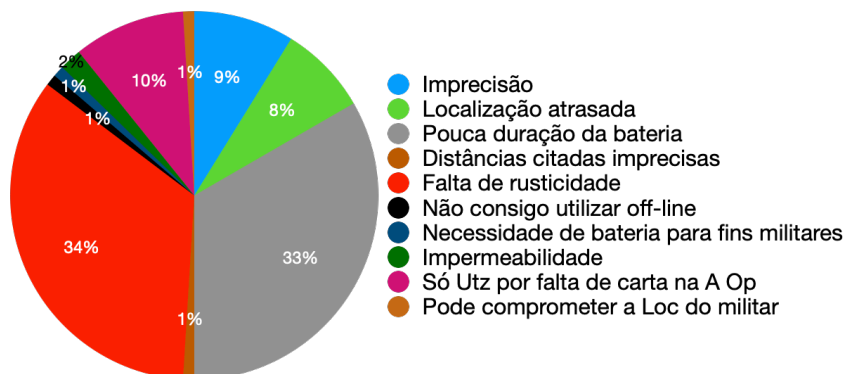
Quanta ao pedido de elencar, no máximo, três vantagens da utilização de *smartphones* para navegação, foram respondidas 59 (cinquenta e nove) respostas com a quantidade total em porcentagem conforme gráfico a seguir:



**Gráfico 7** – Vantagens de se utilizar o *smartphone* para navegação.

Fonte: O autor

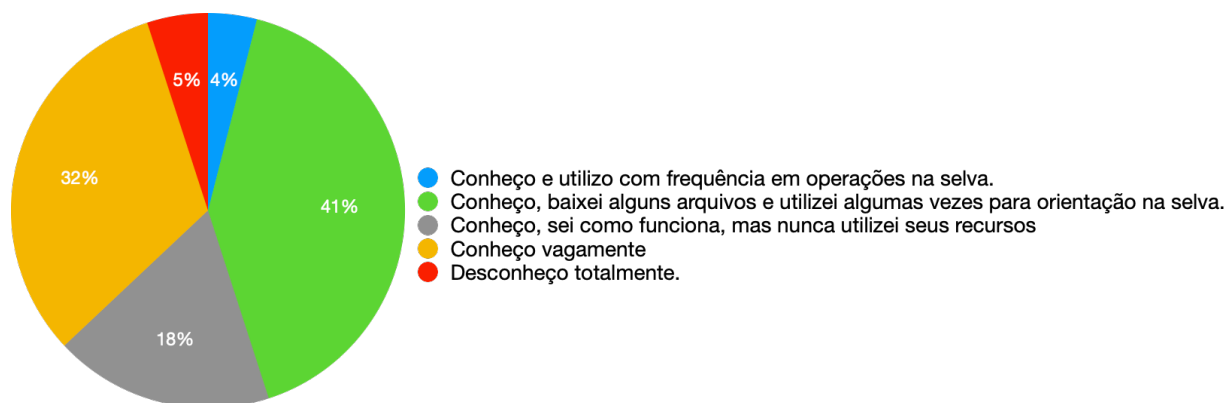
Quanta ao pedido de elencar, no máximo, três desvantagens da utilização de *smartphones* para navegação, foram respondidas 63 (sessenta e três) respostas com a quantidade total em porcentagem conforme gráfico a seguir:



**Gráfico 8** - Desvantagens de se utilizar o *smartphone* para navegação.

Fonte: O autor

Em relação ao grau de experiência do público-alvo quanto ao conhecimento da plataforma BDGEX do Exército Brasileiro e sua intensidade de utilização, foram feitas cinco perguntas das quais os indivíduos da amostra responderam desta forma:



**Gráfico 9** – Conhecimento geral a respeito do BDGEx

Fonte: O autor

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quanto a empregabilidade do *smartphone* para fins de orientação em ambiente amazônico, dos 65 (sessenta e cinco) que responderam à pesquisa, apenas dez (15%) informaram que não utilizam ou utilizaram o telefone celular para fins de instrumento de navegação, conforme Gráfico 2. A grande maioria, 65%, o utiliza como meio auxiliar de navegação junto com outro instrumento topográfico como cartas topográficas e GPS. Isso mostra que, apesar de o *smartphone* não ser o principal meio de orientação em ambiente de selva, ele vem sendo empregado de maneira significativa como instrumento complementar.

Dentre as gerações de telefones utilizados, conforme Gráfico 3, a maioria do efetivo da amostra usa celulares fabricados a partir do ano 2019 (28,07%). O celular mais antigo citado em pesquisa foi o celular Apple Iphone 4S de 2011, o qual utilizava apenas a tecnologia de GPS Assistido e GLONASS, conforme site da empresa (2022).

Do universo de 57 *smartphones* da amostra, apenas 21 (36,84%), conforme Gráfico 4, possuem a tecnologia de multifrequência de dados, o que, de acordo com Purfürst (2022), melhora muito a precisão das informações apesar das adversidades das condições ambientais florestais. Essa diferença de tecnologia que os telefones possuem, influenciaram de forma significativa nos votos de imprecisão como desvantagem (9%) e precisão como vantagem (15%); porém, não foram fatores determinantes para a utilização, ou não dos *smartphones* como meio de navegação.

A hipótese levantada nesse estudo é que, como as distâncias a serem percorridas são longas e os objetivos, geralmente, são definidos em áreas ou pontos nítidos no terreno, a precisão do telefone celular é insignificante se for avaliada a longa distância a ser percorrida no terreno em detrimento de precisão em unidade de distância de 0 a 10 metros.

Do universo de militares que responderam à pesquisa, percebe-se que a utilização dos celulares vem aumentando no decorrer dos anos, conforme Gráfico 5. No universo de militares que não utilizam o celular para navegar, há três capitães, dois 3º Sgt, um 2º Ten e três 1º Ten. A partir desse resultado, a pesquisa mostrou que o ano de formação do militar não é significativo para a utilização desse instrumento.

Uma hipótese para o aumento da utilização de celulares para georreferenciação pode ser pela melhoria desta tecnologia em ritmo acelerado que vem ocorrendo nos últimos anos. Por exemplo, comparando a versão mais antiga de *smartphone* citada na pesquisa, o iPhone 4S de 2011, com a versão mais recente de telefones apontada, iPhone 12 Pro Max, o primeiro telefone utilizava apenas os sistemas GPS Assistido e GLONASS com apenas uma frequência; porém, o segundo, além de utilizar cinco sistemas operacionais (GPS, GLONASS, Galileo, QZSS e BeiDou) possui chip GNSS multifrequência, segundos dados técnicos da empresa (2022).

Suponha-se que um militar, no ano de 2014, deseja-se utilizar um instrumento eletrônico para se orientar através selva: a tecnologia da telefonia celular estava em igualdade ou aquém da tecnologia de um GPS Garmin E-trex 10 que existia em uma OM de Selva na época, além da bateria do dispositivo Garmin ter a durabilidade muito superior ao *smartphone*. Hoje em dia, se comparar a tecnologia de um Xiaomi Mi 8 com um possível dispositivo GNSS, Garmin E-trex 30, que poderá ter nessa mesma OM, o Mi 8 terá a mesma capacidade multifrequencia desse aparelho, porém, com receptores de sistemas GNSS superior, pois ele é capaz de operar com GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo e o Garmin E-trex 30 apenas com o GNSS e o GLONASS segundo a ficha técnica da empresa (2022).

Dentre o universo de participantes, conforme Gráfico 7, um grande efetivo citou que as maiores vantagens da utilização da telefonia celular são: informações do terreno mais detalhadas que cartas topográficas (21%), facilidade de uso (19%) e localização em tempo real (18%). A utilização de aplicativos de geoinformação trazem grande relevância a esses dados devido à possibilidade de visualizar aspectos

altimétricos e planimétricos em tempo real, ou pela anexação de alguma carta de região. Por exemplo, dentre os três aplicativos mais citados, conforme Gráfico 6 tem-se o Maps.Me (59,6%), o Google Earth (57,9%) e o Gaia GPS (43,9%). Nos três é possível inserir cartas topográficas de regiões sendo que, o Gaia GPS, só é possível na versão paga. \

Mesmo sem cartas, no Maps.Me e Google Earth é possível verificar detalhadamente o terreno através de fotografia aérea. Já o Gaia GPS, não é possível visualizar fotografia aérea na versão gratuita, mas é possível ver as curvas de níveis do terreno. O aplicativo Avenza Maps não possui imagens de fotografia aérea ou curvas de níveis, sendo necessário inserir uma carta ou mapa do terreno, para assim utilizar o aplicativo.

Todos esses aplicativos utilizam o Datum WGS 84 para fins de representação geográfica, ou seja, caso o militar empregue outros instrumentos topográficos como GPS e cartas topográficas para fins de navegação, ele deve, primeiramente, padronizar o sistema Datum em todos os materiais que ele irá utilizar.

Foi levantado por um participante, como uma vantagem, a ideia de que os *smartphones* são ideais para deslocamentos longos, substituindo os Quadros Auxiliares de Navegação (QAN).

O QAN conforme Caderno de Instrução EB70-CI-11.450 (2021), na página B-10, dispõem, nada mais é de que uma medida de coordenação e controle que os militares responsáveis pela navegação de um grupamento utilizam para não se perderem durante os segmentos de deslocamentos necessários a chegada em um determinado objetivo. Os aplicativos de geoinformação, quando lançados os pontos georreferenciados no sistema, calculam automaticamente os itens contidos no QAN como distância da passada, distância restante, azimute entre um ponto e outro, facilitando ou substituindo a confecção desse quadro.

Como principais desvantagens, conforme Gráfico 8, às três mais selecionadas, foram: a pouca duração da bateria (34%), a falta de rusticidade do aparelho (35%) e a impossibilidade de utilizá-lo off-line (10%). Tendo em vista esse instrumento não ser apropriado para missões militares, principalmente de média e longa duração, sem acesso à eletricidade, torna-se insustentável a utilização de aplicativos de georreferenciamento por várias horas. Somando-se a isso, é um aparelho de tela sensível ao toque, ou seja, a umidade afeta sua manipulação, tanto pelo suor quanto pela chuva.

O celular, além de ser um instrumento próprio do indivíduo, não foi fabricado com a rusticidade condizente de materiais de emprego militar, ou seja, além do seu alto valor para a renda mensal do militar, ele é muito sensível à imersão em água e a impactos, podendo inutilizar o aparelho facilmente.

Quanto a impossibilidade de o utilizar off-line, isso aplica-se apenas alguns aplicativos, por exemplo, o Maps.Me, depois que se baixa os arquivos das cartas, é possível utilizá-lo off-line. Foi mencionado também que a utilização de *smartphones* para a navegação pode expor a tropa a eventuais perigos como o rastreamento de sinais e a localização do instrumento. Essa desvantagem também já foi citada por Ward (2018, p. 2) em relação às tropas estado-unidenses e de fato, deve ser um aspecto muito bem estudado ao considerar o *smartphone* como um instrumento topográfico.

Em relação ao Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), conforme Gráfico 9, poucos militares o desconhecem (5%) sendo que 32% o conhecem vagamente. Sabendo operar adequadamente os arquivos que são fornecidos pelo BDGEx, o militar terá uma excelente ferramenta para deslocar-se no interior da selva.

Tendo em vista que diversas áreas da floresta amazônica não possuem cartas topográficas físicas em OM diversas, basta o militar acessar essa base de dados e extrair as informações necessárias para o cumprimento de sua missão sem a necessidade da utilização de uma cadeia hierárquica para obter os arquivos. De posse desses arquivos, o militar, facilmente, consegue incluí-los em aplicativos de geoposicionamento como o Google Earth, Avenza Maps e Maps.Me e utilizar o celular como um meio auxiliar de navegação.

## 6. CONCLUSÃO

Como mencionado na IP 72-20 (1997) a selva é um lugar cuja vegetação dificulta muito a progressão e a orientação em seu interior. Além das dificuldades físicas impostas pelo ambiente para deslocamento, a mata traz empecilhos para a transmissão de sinais de geoposicionamento, como mencionado em revisão de literatura.

Os fatores identificados que afetam decisivamente a precisão do posicionamento dos *smartphones* são: os tipos de floresta estudada, precisamente a

densidade da mata; a presença ou não de copas de árvores densas; a densidade da madeira aliada ao teor de água das folhas da mata; a compartimentação do terreno; e, as condições atmosféricas durante as operações.

Como sugestão à utilização desse instrumento na floresta amazônica, recomenda-se que haja, durante o itinerário ou como objetivo final, pontos ou passagens em áreas elevadas com vegetação menos densa, para fins de melhoria da recepção do sinal e melhoria da consciência espacial na mata.

Apesar, das adversidades impostas pelo terreno, a diferença de precisão dos dispositivos citados pelos estudos não evidenciaram ser fator significativamente negativo para a escolha dos *smartphones* destinados à orientação; pois, a imprecisão dos dados em poucos metros, comparado com deslocamentos grandes realizados nesse terreno, são insignificantes pela vantagem que ele fornece em mostrar a posição do combatente em tempo real. Isso tende a ficar cada vez melhor, pois a tecnologia GNSS embutida nos aparelhos vem evoluindo cada vez mais em precisão.

Foi visto em estudos também que o padrão mínimo de tecnologia GNSS utilizada em *smartphones*, que hoje em dia não estão obsoletos, fornece uma precisão boa em ambientes florestais. Porém, quanto melhor for os fatores “quantidade de sistemas GNSS em que o aparelho é capaz de operar”, “maior quantidade de constelações operadas”, “aparelho multifrequência GNSS ou não”, melhor será a sua precisão e confiabilidade para se utilizar em ambiente operacional amazônico.

Por não ser um material propriamente militar, carece de medidas de contrainteligência, não sendo recomendado para missões de combate. Como a rusticidade não é um dos objetivos de produção dos aparelhos inteligentes, torna-o um objeto delicado para operações; além de possuir pouco tempo útil sem necessitar de carregamento elétrico. Dependendo da temporalidade da operação, o uso de carregadores externos se torna essencial para o prosseguimento da missão.

Por fim, apesar da utilidade do sistema cartográfico do BDGEX para as operações em ambiente de selva, ele é pouco conhecido pelos militares da Força Terrestre. Como sugestão, seria de extrema valia a melhor divulgação dessa ferramenta, principalmente, nos bancos escolares. Quanto a empregabilidade do *smartphone* em conjunto com outros instrumentos topográficos, é fundamental a padronização dos sistemas de unidades de medidas e o Datum dos meios.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKBULUT, Ramazan et al. **Effects of forest thinning on static horizontal position accuracy collected with a mapping-grade GNSS receiver**. MCFNS. Vol 9, Issue 1, p. 14-21. Mar, 2017.

ALLEN, T. S. **Finding the Enemy on the Data-Swept Battlefield of 2035**. Military Review, edição: novembro-dezembro. 2020.

APPLE. **iPhone 4S - Especificações técnicas**. Disponível em: <[https://support.apple.com/kb/sp643?locale=pt\\_BR](https://support.apple.com/kb/sp643?locale=pt_BR)>. Acesso em 15 de maio de 2022.

APPLE. **Compare iPhone models**. Disponível em: <<https://www.apple.com/iphone/compare/?modelList=iphoneSE,iphone11,iphone12promax>>. Acesso em 15 de maio de 2022.

BRACH, Michal. **Impacts of forests spatial structure on variation of the multipath phenomenon of navigation satellite signals**. In: Folia For, Raszyn, Polônia, n. 61, p. 3–21. Jan, 2019.

BRACH, Michal. **Rapid Static Positioning Using a Four System GNSS Receivers in the Forest Environment**. In: MDPI, Warsaw, Polônia. Jan, 2022.

BRASIL. Exército. C 21-26: **Leitura de Cartas e Fotografias Aéreas**. 2. ed. Brasília, DF, 1980.

BRASIL. Exército. C 21-74: **Instrução Individual para o Combate Companhia**. 2. ed. Brasília, DF, 1986.

BRASIL. Exército. EB20-MC-10.209: **Geoinformação**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Exército. EB60-ME-14.068: **Topografia de Campanha – Vol 1**. 1. ed. Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Exército. EB70-CI-11.450: **Caderno de Instrução de Patrulhas**. 4. ed. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Exército. IP 21-80: **Sobrevivência na Selva**. 2. ed. Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Exército. IP 72-1: **Operações na Selva**. 1. ed. Brasília, DF, 1997a.

BRASIL. Exército. IP 72-20: **O Batalhão de Infantaria de Selva**. 1. ed. Brasília, DF, 1997b.

D'AMATO, J. K. **School of Sand. Desert Lesson**. NCO Journal, Dez 2021.

GARMIN. **Etrex® 10**. Disponível em: <<https://buy.garmin.com/pt-BR/BR/p/87768#specs>>. Acesso em 15 de maio de 2022.

GARMIN. **Etrex® 30**. Disponível em: <<https://buy.garmin.com/pt-BR/BR/p/518048/pn/010-01508-10>>. Acesso em 15 de maio de 2022.

GTA Levantamentos. **Como funcionam os receptores GNSS**. Disponível em: <<https://www.gtalevantamentos.com.br/artigo-como-funcionam-os-receptores-gnss/>>. Acesso em 15 de abril de 2022

FAUZI, M. F. et al. **The Performance of Tropical Forest Tree Positioning using Smartphone**. Nov 2015. Disponível em <<https://www.researchgate.net/publication/303702085>>. Acesso em 15 de abril de 2022.

FENG, Tong et al. **Effects of Canopy and Multi-Epoch Observations on Single-Point Positioning Errors of a GNSS in Coniferous and Broadleaved Forests**. In: Remote Sens, Beijing, China, n. 13, 2325. 2021

GONG, Xuewen et al. **Precise Onboard Real-Time Orbit Determination with a Low-Cost Single-Frequency GPS/BDS Receiver**. In: Remote Sens, Wuhan, China, n. 11, 1391. 2019.

LANGLEY, R. B.; TEUNISSEN, P. J. G.; MONTENBRUCK, O. **Introduction to GNSS**. In: TEUNISSEN, P. J. G.; MONTENBRUCK, O. (Ed.) Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems. Springer, Berlin, p. 3-24. 2017.

LI, Guangcai; GENG, Jianghui. **Characteristics of raw multi-GNSS measurement error from Google Android smart devices**. In: GPS Solut, n. 24, p. 90. 2019.

MOTOROLA. **Compare os modelos**. Disponível em: <<https://www.motorola.com.br/compare>>. Acesso em 15 de maio de 2022.

NETTO, O. C. M. **Capacidades Emergentes de Geoinformação no Exército Brasileiro**. Military Review, trimestral, 2018.

PURFÜST, Thomas. **Evaluation of Static Autonomous GNSS Positioning Accuracy Using Single-, Dual-, and Tri-Frequency Smartphones in Forest Canopy Environments**. In: Sensors, Freiburg, Alemanha, n. 22,1289. Fev, 2022

RASAK, M. J. **Event Barraging and the Death of Tactical Level Open-Source Intelligence**. Military Review, edição: janeiro-fevereiro. 2021

SILVA, C. M. et al. **Posicionamento multi-GNSS**. Revista Brasileira de Cartografia, vol. 72, n. Especial 50 anos, p. 1200-1224. 2020

TOMASTÍK, Júlian et al. **Horizontal accuracy and applicability of smartphone GNSS positioning in forests**. In: Forestry, Zvolen, Slovakia, n. 90, p.187–198. Ago 2016.

UZODINM, V. N.; Nwafor, Uchechukwu. **Degradation of GNSS Accuracy by Multipath and Tree Canopy Distortions in a School Environment: A Recent Study**. In: Chall. Issues Environ. Earth Sci., n. 4, p. 68–77. 2021

WARD, Dayton. **Fit to Be Spied: Fitness Trackers and OPSEC Risks**. NCO Journal, Mar 2018.

WAXLER, Michael. **The Electromagnetic Spectrum. The Future of Warfare**. NCO Journal, Abr 2019.

WEAVER, S. A. et al. **How a GNSS Receiver Is Held May Affect Static Horizontal Position Accuracy**. In: PLoS ONE, Los Angeles, Estados Unidos n. 10, e0124696. 2015.

YAN, Fei; HU, Xueqi; XU, Lidan; WU, Y. J. **Construction and Accuracy Analysis of a BDS/GPS-Integrated Positioning Algorithm for Forests**. In: J. Theory Appl. For. Eng. Croácia, n. 42, p. 321–335. 2021.

## ANEXO A - QUESTIONÁRIO

Esta pesquisa é parte integrante do aperfeiçoamento em Ciências Militares do Cap Inf CARLOS HENRIQUE ANCHIETA DOMINGOS. O estudo tem por objetivo ressaltar as principais vantagens/desvantagens de se utilizar smartphones para facilitar a navegação através selva mesmo com as dificuldades impostas por esse ambiente operacional. As informações servirão de subsídio para analisar quais as principais funcionalidades que deverão ser analisadas desses instrumentos e julgá-los quanto a confiabilidade para fins militares.

1. Participantes: 1. Of, S Ten e Sgt que serviram em ambiente de selva no período de 2014 a 2022 / 2. Envolvimento na pesquisa: ao participar deste estudo o Sr. permitirá que o pesquisador utilize os dados coletados para a confecção de seu TCC. O Sr tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo. Sempre que quiser poderá solicitar mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador (21) 97591-1678. / 3. Sobre o questionário: não é identificado. / 4. Riscos e desconforto: a participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade. / 5. Confidencialidade: todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o(a) orientador(a) terão conhecimento dos dados. / 6. Benefícios: aprimoramento da doutrina de Operações na Selva do Exército Brasileiro:

- Concordo em responder o questionário;
- Não concordo em responder o questionário.

2. Posto/ Graduação:

- Cel
- Ten Cel
- Maj
- Cap

- 1º Ten
- 2º Ten
- Asp Of
- S Ten
- 1º Sgt
- 2º Sgt
- 3º Sgt

3. Em qual(is) OM da Amazônia o Sr serve/serviuiu no período de 2014 a 2022?

---

4. Em qual(is) OM da Amazônia o Sr serve/serviuiu no período de 2014 a 2022:

- 2014
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022

5. Qual(is) modelo(s) e versão(ões) de smartphone utilizada(s)?

---

6. Quanto a utilização de smartphones para orientação em ambiente amazônico:

- É meu principal instrumento de navegação;
- Utilizo como meio auxiliar junto com outro instrumento como cartas e GPS;
- Utilizo raramente;
- Não utilizo.

7. Quais aplicativos o Sr já usou para navegação através selva:

- Google Earth;
- Gaia GPS;

- Maps.Me
- Avenza Maps
- Wikiloc
- Outros: \_\_\_\_\_

8. Cite até 03 (três) vantagens da utilização de smartphones para navegação:

- Informações do terreno mais detalhadas que cartas topográficas;
- Precisão;
- Localização em tempo real;
- Facilidade de uso;
- Medidor de distâncias;
- Útil para marcar pontos e traçar rotas;
- Outros: \_\_\_\_\_

9. Cite até 03 (três) desvantagens da utilização de smartphones para navegação:

- Imprecisão;
- Localização retardada;
- Pouca duração da bateria;
- Distâncias citadas imprecisas;
- Falta de rusticidade;
- Não consigo utilizar off-line;
- Outros: \_\_\_\_\_

10. Quanto ao Banco de Dados Geográficos do Exército:

- Conheço e utilizo com frequência em operações na selva;
- Conheço, baixei alguns arquivos e utilizei algumas vezes para orientação na selva;
- Conheço, sei como funciona, mas nunca utilizei seus recursos;
- Conheço vagamente;
- Desconheço totalmente.