

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP INF GUILHERME SAUTHIER MONTEIRO

**O BATALHÃO DE INFANTARIA DE SELVA NAS OPERAÇÕES AEROMÓVEIS
EMPREGANDO MEIOS DE COMUNICAÇÃO DE LONGA DISTÂNCIA (HF),
POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES ATUAIS.**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP INF GUILHERME SAUTHIER MONTEIRO

**O BATALHÃO DE INFANTARIA DE SELVA NAS OPERAÇÕES AEROMÓVEIS
EMPREGANDO MEIOS DE COMUNICAÇÃO DE LONGA DISTÂNCIA (HF),
POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES ATUAIS.**

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: Cap Inf ALEX BRUNO SOUZA TEIXEIRA

Rio de Janeiro

2023

CAP INF GUILHERME SAUTHIER MONTEIRO

O BATALHÃO DE INFANTARIA DE SELVA NAS OPERAÇÕES AEROMÓVEIS EMPREGANDO MEIOS DE COMUNICAÇÃO DE LONGA DISTÂNCIA (HF), POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES ATUAIS.

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

Aprovado em 25 de setembro de 2023

Comissão de Avaliação:

ALEX BRUNO SOUZA TEIXEIRA– Cap
Especialista em Ciências Militares
Presidente/EsAO

TIAGO MAGALHÃES FRANÇA SILVA– Maj
Especialista em Ciências Militares
1º Membro/EsAO

VICTOR HUGO DE ALBUQUERQUE DA SILVA – Cap
Especialista em Ciências Militares
2º Membro/EsAO

AGRADECIMENTOS

A vida nos reserva um eterno aprendizado, dia fácil só existe no passado. O tempo é o melhor dos professores que temos em nossa passagem pela Terra. Sábios são aqueles que entendem o valor do amadurecimento e a gratidão pelas experiências vividas.

Antes de mais nada agradeço a Deus, nossa certeza de que tudo que fazemos em vida vale a pena por um ideal maior. É Ele quem nos dá forças para ultrapassar obstáculos intransponíveis aos olhos humanos.

À minha companheira Nivea pela compreensão em todas as situações, pela sintonia das decisões e pelo apreço, carinho e amor demonstrado em todos os bons e maus momentos. Nossa experiência foi única e engrandece ainda mais nosso relacionamento.

À minha família pelo apoio incondicional e pelos votos 100% positivistas que levantaram meu moral inúmeras vezes nesta caminhada. Devo tudo a vocês e sou eternamente grato por todo esforço despendido para a formação de 3 filhos com o mais alto grau de caráter enquanto cidadãos brasileiros.

Agradeço também aos meus camaradas que ao longo do ano dedicaram seus tempos para nossos encontros de estudo. Todos os encontros e reuniões contribuíram sobremaneira para a construção do conhecimento em diversas facetas deste aperfeiçoamento.

Agradeço ao meu orientador pelas intervenções oportunas e pelos direcionamentos acertados ao longo do ano em especial durante a preparação deste trabalho.

É sempre válido lembrar que nada somos sozinhos. Por conseguinte, sucesso algum pode ser alcançado sem que sejamos cercados e apoiados por pessoas genuinamente sinceras em seu desejo de contribuir com nossa caminhada. Muito obrigado a todos que fizeram parte desse processo de crescimento.

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a literatura no que tange a identificação das possibilidades e limitações atuais de um Batalhão de Infantaria de Selva (BIS), em um contexto de Operações Aeromóveis, empregando meios de comunicações de longa distância (HF), a fim de concluir sobre a viabilidade deste modal de comunicação em benefício ao seu Comando e Controle (C²). As capacidades dos equipamentos rádio HF foram recentemente aprimoradas com a aquisição de equipamentos modernos e com características especiais para uso militar. Sendo desta forma, um grande salto em termos de tecnologia, que passou a estar disponível para os BIS, aumentando exponencialmente suas capacidades operacionais em seu ambiente especial. Em paralelo, alguns modelos de aeronaves da Aviação do Exército (AvEx), seguiram neste caminho ao receberem sistemas de comunicações amplos e flexíveis com total compatibilidade aos da força de superfície. Neste cenário, este estudo apresenta as bases doutrinárias que sustentam a função de combate importantíssima C² intimamente ligado ao objetivo e a busca de identificar todas as mazelas impostas pelo ambiente operacional associadas às peculiaridades das camadas atmosféricas no que tange a interferência na obtenção de enlace rádio. Tudo isso analisando ainda a questão da Guerra Eletrônica (GE) como parte essencial do processo para um C² eficiente e seguro. A metodologia utilizada consiste na pesquisa bibliográfica fundamentada em trabalhos acadêmicos relacionados ao tema, manuais doutrinários, revistas, periódicos, artigos científicos, manuais técnicos e de operação e sites da internet. Além da investigação bibliográfica, constitui como instrumento de trabalho um questionário para militares envolvidos em operações na selva, aeromóveis ou ainda especialistas de comunicações para potencializar os conhecimentos em prol do objetivo traçado. Os resultados encontrados convergem para um grande potencial de crescimento operacional tendo em vista as tecnologias disponíveis e para uma manutenção do estado de constante atualização doutrinária da Força Terrestre. Conclui-se que existem grandes possibilidades de exploração destes meios de comunicações HF por um Batalhão de Infantaria de Selva em Operações Aeromóveis frente aos grandes obstáculos existentes.

Palavras-chave: Batalhão de Infantaria de Selva. Operações Aeromóveis. Comunicação de longa distância, Comando e Controle.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the literature regarding the identification of the current possibilities and limitations of a Jungle Infantry Battalion, in a context of Airmobile Operations, using high frequency (HF) communication means, in order to conclude on the viability of this mode of communication for the benefit of its Command and Control (C²). The capabilities of HF radio equipment have recently been improved with the acquisition of modern equipment with special characteristics for military use. In this way, a great leap in terms of technology, which became available to the BIS, exponentially increasing its operational capabilities in its special environment. In parallel, some models of Army Aviation aircraft followed this path by receiving broad and flexible communications systems with full compatibility with those of the surface force. In this scenario, this study presents the doctrinal bases that support the very important combat function C² closely linked to the objective and the search to identify all the ills imposed by the operational environment associated with the peculiarities of the atmospheric layers in terms of interference in obtaining a radio link. All this while still analyzing the issue of Electronic Warfare as an essential part of the process for an efficient and safe C². The methodology used consists of bibliographical research based on academic works related to the subject, doctrinal manuals, magazines, periodicals, scientific articles, technical and operational manuals and internet sites. In addition to bibliographic research, a questionnaire is used as a working tool for military personnel involved in operations in the jungle, airmobiles or even communications specialists to enhance knowledge in favor of the outlined objective. The results found show a great potential for operational growth in view of the available technologies and to maintain the state of constant doctrinal updating of the Land Force. It is concluded that there are great possibilities for exploiting these means of HF communications by a Jungle Infantry Battalion in Airmobile Operations in the face of the great existing obstacles.

Key words: Jungle Infantry Battalion. Airmobile Operations, High Frequency Communication, Command and Control.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1	PROBLEMA	8
1.1.1.	Antecedentes do problema	9
1.1.2.	Formulação do problema	10
1.2	OBJETIVOS	9
1.2.1.	Objetivo geral	10
1.2.2.	Objetivos específicos	10
1.3	QUESTÕES DE ESTUDO	10
1.4	JUSTIFICATIVAS	11
2.	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	AMBIENTE DE SELVA	12
2.2	OPERAÇÕES AEROMÓVEIS	14
2.3	O BATALHÃO DE INFANTARIA DE SELVA	15
2.3.1	O Batalhão de Infantaria de Selva nas Operações Aeromóveis	17
2.4	COMANDO E CONTROLE	17
2.5	GUERRA ELETRÔNICA	19
2.6	CAMADA IONOSFÉRICA E A PROPAGAÇÃO ELETROMAGNÉTICA	25
2.7	EQUIPAMENTOS RÁDIO DE ALTA FREQUÊNCIA	32
2.7.1	Compatibilidade dos equipamentos rádio HF	35
3.	METODOLOGIA	35
4.	RESULTADOS	36
5.	DISCUSSÃO	43
6.	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

As constantes mudanças do combate moderno trazem consigo evoluções tecnológicas cada vez mais intensas e peculiares, a duração e a intensidade dos conflitos se alteram com o passar do tempo, as concentrações dos embates mudam geograficamente e as Forças Armadas têm de se aprimorar constantemente e evoluir sua doutrina para manter-se garantindo a soberania nacional.

Dentro desse contexto se fazem presentes as Operações Aeromóveis (Op Amv), que são consideradas “operações complementares realizadas por forças de aviação (F Av) isoladas ou em combinação com forças de superfície (F Spf)” (BRASIL, 2022, p. 1-1). Estas, por sua vez, envolvem um alto valor em tecnologia embarcada nas aeronaves que possuem também poderosos meios de comunicação rádio, em especial os equipamentos rádio de alta frequência (HF), para realizar o comando e controle atinente à missão, além de coordenações com a Defesa para utilização do espaço aéreo e o enlace com os equipamentos rádio HF da F Spf.

As Op Amv, como operação complementar, se caracterizam por possuir “velocidade, para vencer rapidamente grandes distâncias e ultrapassar obstáculos do terreno; iniciativa; flexibilidade; oportunidade; modularidade; seletividade; sustentabilidade; agressividade; e relativa surpresa” (BRASIL, 2022, p. 1-1). Tais características se revestem de importância a partir do momento em que introduzimos este tipo de operação em um ambiente de selva coberto, em sua grande maioria, por uma cobertura vegetal densa com pouco ou nenhum acesso rodoviário.

Além de toda essa peculiaridade natural do ambiente amazônico, ressalta-se que nele o Brasil faz fronteira com outros sete países da América Latina conforme Ecoamazônia (2018). Isso torna a região estratégica para a soberania nacional e amplia a importância da vigilância constante e do adequado estado de prontidão das tropas do Exército Brasileiro (EB), por vezes o único representante do Estado em tal parcela do território nacional.

O EB, devidamente conhecedor da importância estratégica da região para o País, mantém diversos Batalhões de Infantaria de Selva posicionados na região amazônica além de posicionar Companhias e Pelotões Especiais de Fronteira na faixa de fronteira com os países vizinhos. Em especial uma Organização Militar (OM) chama atenção, o 1º Batalhão de Infantaria de Selva (Aeromóvel) - 1º BIS (Amv) - que possui aptidão para realizar Op Amv em ambiente de selva em combinação com o 4º Batalhão de Aviação do Exército (4º BAvEx) ambos localizados em Manaus, capital

do Amazonas, localizada em uma área geograficamente centralizada em relação a disposição da floresta amazônica.

Com todo este cenário ressalta-se a importância de uma abordagem sobre a atuação dos Batalhões de Infantaria de Selva em combinação com a F Av em Op Amv e da exploração das capacidades de comunicação, em especial, através dos equipamentos rádio HF que a Força Terrestre (F Ter) possui nas aeronaves da AvEx e em suas Organizações Militares que operam no ambiente amazônico.

1.1. PROBLEMA

A presente pesquisa busca evidenciar a dificuldade de se obter uma comunicação rádio eficiente e segura com o escalão enquadrante em um contexto de operação aeromóvel no ambiente de selva. Tal dificuldade se faz presente na literatura como uma limitação de uma Força Tarefa Aeromóvel (FT Amv), (BRASIL, 2007). Com isso, pode-se destacar a relevância da temática proposta pela possibilidade de otimizar as coordenações imperativas de uma missão no contexto de Op Amv e potencializar as capacidades de comando de controle de um BIS.

1.1.1. Antecedentes do Problema

É possível verificar, na literatura, a existência de trabalhos voltados para a busca de um entendimento apurado da camada ionosférica, reflexos da incidência dos raios solares e a resultante desse sistema complexo para a obtenção do enlace HF. Dentre os trabalhos verificados existe aquele que busca elucidar a estratificação da ionosfera através do estudo do enlace HF em comparação com sinais de GPS (AMENDOLA, 2003). Há também aquele que procurou identificar melhores frequências de utilização de HF em função de horários (BISPO, 2000).

Nesse contexto de estudo de propagação de ondas eletromagnéticas celestes, estudou-se o seu uso em operações na selva, com análise do interesse doutrinário acerca do assunto no Exército (DIAS, 2014). Considerando as dificuldades de estabelecer comunicações no ambiente operacional estudado viu-se a necessidade de explorar o estudo sobre a peculiaridade da região de selva e das

operações aeromóveis, bem como identificar as possibilidades e limitações do emprego deste modal de comunicação para uma tropa da região amazônica.

1.1.2. Formulação do Problema

É nesta conjuntura, que surge o problema do trabalho: quais são as possibilidades e limitações atuais do uso de meios de comunicação HF de um Batalhão de Infantaria de Selva em Operação Aeromóvel?

1.2. OBJETIVOS

A fim de concluir a respeito das possibilidades e limitações da utilização de meios de comunicação rádio HF por um BIS nas Op Amv, foi definido um objetivo geral para direcionar a pesquisa e a consequente formulação de objetivos específicos. Assim sendo, os objetivos foram definidos conforme se segue:

1.2.1. Objetivo Geral

Com o intuito de colaborar com o desenvolvimento da doutrina das Operações Aeromóveis, a presente pesquisa tem por objetivo geral analisar a literatura existente e identificar as possibilidades e limitações atuais do emprego dos meios de comunicação HF a fim de concluir sobre a melhor maneira de um BIS empregá-lo em Op Amv.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para possibilitar o alcance do objetivo geral da pesquisa e organizar o encadeamento lógico do raciocínio descritivo no presente trabalho foram elencados

os seguintes objetivos específicos: identificar as peculiaridades das operações aeromóveis em ambiente de selva; caracterizar as comunicações em ambiente de selva, identificar a sistemática de funcionamento de meios de comunicação HF; identificar os equipamentos rádio existentes atualmente no Exército Brasileiro; identificar a compatibilidade ou não dos equipamentos rádio existentes nos Batalhões de Infantaria de Selva e na Aviação do Exército (AvEx).

1.3. QUESTÕES DE ESTUDO

A fim de atingir os objetivos propostos neste trabalho e garantir o correto entendimento sobre as variantes do assunto, serão revisados alguns conceitos básicos. Faz-se necessário conceituar, de acordo com os manuais e a doutrina do EB, o ambiente de selva com características especiais além de conhecer, através de pesquisa em fontes abertas, as peculiaridades geográficas, climáticas e históricas regionais. Inserir uma operação complementar aeromóvel realizada pelos batalhões de infantaria de selva neste ambiente traz consigo condições específicas que devem ser observadas para o bom andamento da missão.

Além disso, apesar de todo esse contexto operacional, pessoal e material envolvido em terra, há também a projeção do poder de combate aos céus, muito acima da altura que a força de helicópteros irá se deslocar, como é o caso da propagação de ondas eletromagnéticas de alta frequência na camada atmosférica ionosfera. A abordagem desse complexo sistema natural presente no planeta Terra faz entender e perceber que há uma maneira de estabelecer enlaces rádio mesmo com as dificuldades que se apresentam.

1.4. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica pela necessidade de um estudo mais aprofundado sobre o emprego dos meios de comunicações HF por um BIS no contexto de operações aeromóveis pois se acredita que a sua exploração na plenitude possibilita melhores condições de comando e controle com eficiência e segurança. Nesse

contexto, busca-se auxiliar a confirmar uma capacidade do EB chamada consciência situacional, que é:

Ser capaz de proporcionar em todos os níveis de decisão, em tempo real, a compreensão, a interação do ambiente operacional e a percepção sobre a situação das tropas amigas e dos oponentes. É propiciada pela integração dos conhecimentos provenientes dos sistemas de informação, sistemas de armas e satélites, apoiados em infraestrutura de comunicações com o nível adequado de proteção (BRASIL, 2015, p.15).

Além disso, o trabalho justifica-se porque corrobora com o fortalecimento de um Objetivo Nacional de Defesa a constar:

Assegurar a capacidade de Defesa para o cumprimento das missões constitucionais das Forças Armadas. Refere-se a proporcionar às Forças Armadas as capacidades necessárias para realizar a vigilância, o controle e a defesa do território, das águas jurisdicionais e dos espaços aéreo e exterior brasileiros e prover a segurança das linhas de comunicação marítimas de interesse, por meio da dotação do setor de defesa de recursos orçamentários condizentes com a estatura político-estratégica do Brasil, com a devida regularidade e continuidade, e com o suporte das infraestruturas críticas, tais como transporte, energia e comunicação, entre outros. Leva em conta a necessidade de contínuo aperfeiçoamento das técnicas e da doutrina de emprego das Forças, de forma singular e conjunta, com foco na interoperabilidade; o adequado aparelhamento das Forças Armadas, empregando-se tecnologias modernas e equipamentos eficientes e em quantidade compatível com a magnitude das atribuições cometidas; e a dotação de recursos humanos adequados às peculiaridades da profissão militar, permanentemente qualificados, preparados e motivados (BRASIL, 2020b, p. 25).

Com o intuito de adquirir meios para atingir os objetivos e criar uma possível resolução para a problemática, a metodologia deste trabalho contempla uma pesquisa bibliográfica, coleta de dados, questionário, argumentação e discussão dos resultados encontrados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo serão buscados os embasamentos teóricos doutrinários existentes na literatura acerca do assunto levando em consideração o histórico, conceituações básicas, tecnologia existente, equipamentos disponíveis e as peculiaridades do ambiente estudado. Os focos de pesquisa são indispensáveis para consolidar uma base sólida de conhecimento sobre o assunto que posteriormente, aliados aos resultados encontrados em questionário, permitirão a identificação das possibilidades e limitações do emprego dos meios de comunicação HF por um BIS

em Op Amv.

2.1. AMBIENTE DE SELVA

Faz-se necessário iniciar o estudo identificando as peculiaridades dos conceitos envolvidos nas delimitações do assunto, de forma que haja um correto entendimento do problema identificado e quais são os objetivos a serem atingidos na pesquisa para identificar uma possível linha de ação para a melhor exploração possível dos meios de comunicações HF na situação em questão.

Diante disso, é de suma importância inicialmente caracterizar o ambiente operacional no qual este estudo se insere, para que se possa visualizar as características marcantes que o diferem dos demais ambientes e entender de que forma essas características poderão influenciar determinantemente a exploração rádio nas Op Amv. Dessa forma, pôde-se observar as peculiaridades do ambiente operacional amazônico citadas abaixo:

a. A extensa e densa floresta equatorial, a malha aquática de grandes proporções, a escassez de estradas, as elevadas temperaturas, os significativos índices de umidade do ar, a abundância de chuvas e os riscos de enfermidades tropicais constituem peculiaridades do ambiente amazônico.

b. A região é bem caracterizada, em termos fisiográficos, pela Planície Amazônica (calha dos Rios Solimões-Amazonas e afluentes) e pelas encostas dos planaltos Guianense, ao norte, e Sul-Amazônico, ao sul.

c. A floresta equatorial pode ser de “terra firme” fora do alcance das cheias e de “terras inundáveis” matas de várzea e igapó, alcançadas pelas enchentes.

d. As florestas podem ser primárias e secundárias, conforme as características da vegetação. As primárias, constituídas de árvores maiores que se entrelaçam em suas copas, mas deixam espaços entre si junto ao solo, são permeáveis ao movimento de tropa a pé. As secundárias, por sua vez, verdadeiro adensamento de vegetação de pequeno e médio porte (moitas, trepadeiras, espinheiros etc.), dificultam o movimento de tropa a pé.

e. Para evitar confusões sobre os vocábulos “selva” e “floresta”, atentar para o seguinte:

(1) O termo “selva”, pelo hábito, tem sido usado com o mesmo significado de “floresta” ou “mata”. Porém, na verdade, conforme as Instruções Provisórias IP 72-1 - Operações na Selva, em seu capítulo 1, parágrafo 1-2 e letra “a”: “Selvas são áreas de florestas equatoriais ou tropicais densas e de clima úmido ou superúmido. Situam-se em regiões de fraca densidade demográfica, com baixo desenvolvimento industrial, comercial e cultural, de precárias condições de vida, com acentuada escassez de transporte terrestre, ao longo de extensas áreas de planície, planalto ou montanha”. Portanto, a região da selva amazônica inclui não apenas a floresta, mas também os rios, as localidades, as regiões desmatadas e as serras.

(2) Como já é comum empregar-se a palavra “selva” para designar a

“floresta”, aproveitou-se, neste manual, o que já foi consagrado pelo uso. Isto explica expressões como “operações na selva” e “marcha através da selva” para tratar respectivamente das operações e dos deslocamentos pelo interior da floresta. Desta forma, quando se deseja enfatizar o aspecto “vegetação”, deve-se utilizar vocábulos como floresta ou mata.

f. Apresentam-se como peculiaridades da região amazônica a rarefação demográfica e a concentração da população ao longo dos rios, constituindo um grande ambiente ribeirinho com predominância das linhas de comunicações fluviais.

g. Essas linhas de comunicações fluviais são a sustentação de todas as ações humanas na Amazônia e o principal fator de influência na distribuição da população.

h. A região amazônica está sujeita a inundações, fenômeno que ocorre na estação das chuvas e por ocasião do degelo nos Andes, modificando significativamente os cursos de água e originando igapós e chavascais. As marés também podem afetar as áreas ribeirinhas próximas da costa marítima.

i. A navegabilidade dos rios amazônicos é ampliada na época das cheias, mas, na vazante, pode haver dificuldade para o emprego de embarcações de maior calado. Apesar disso, o transporte fluvial é predominante na área, complementado pelo aéreo e rodoviário.

j. As chuvas frequentes reduzem a capacidade das rodovias não pavimentadas. Quando associadas à neblina, restringem enormemente o emprego de aeronaves.

l. As elevadas temperaturas e a acentuada umidade relativa do ar têm influência direta sobre o material e o combatente, exigindo deste a aclimação necessária.

m. Doenças tropicais, como a malária, a leishmaniose, a febre amarela, cólera, entre outras, constituem preocupação especial, exigindo medidas preventivas por parte da tropa, especialmente em áreas consideradas endêmicas (BRASIL, 1997b, p. 1-1 a 1-3).

Com isso, pode-se perceber que o ambiente foco deste estudo impõe severas condicionantes para a realização de operações militares em geral, também dificulta bastante a preparação de meios de apoio em solo, mobilidade dos postos de comando, preservação e operação dos meios de comunicações de qualquer natureza.

2.2 OPERAÇÕES AEROMÓVEIS

Ainda em sentido amplo para entendimento do contexto aplicado ao trabalho, as operações aeromóveis, são operações complementares que podem ser executadas por tropa de qualquer natureza em conjunto com a F Av (BRASIL, 2022).

Desta maneira, tem-se que uma operação aeromóvel é em seu conceito geral:

Aquela realizada por força de helicópteros ou força aeromóvel (tropa embarcada em aeronaves de asa rotativa), visando ao cumprimento de missões de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico, em benefício

de determinado elemento da F Ter (BRASIL, 2017, p. 4-1).

Ainda de acordo com (BRASIL, 2017) as Op Amv contribuem para a conquista de objetivos profundos, assegurando uma vantagem tática para as forças terrestres, apoiam missões de reconhecimento, vigilância e segurança por exemplo. Dentre as suas características pode-se destacar a complexidade das coordenações e a velocidade para vencer rapidamente grandes distâncias e obstáculos. Desta forma, ambas peculiaridades podem ser citadas como importantes para esta pesquisa.

A F Av, valendo-se dos equipamentos rádio instalados em seus helicópteros, possibilita uma ampliação da capacidade de comando e controle, em especial, relacionada aos princípios de amplitude, rapidez e flexibilidade. A utilização das aeronaves como postos de retransmissão de comunicações possibilita um ganho em profundidade nas comunicações da F Spf além de agilizar as ligações necessárias (BRASIL, 2022, p. 2-27).

Nesse contexto pode-se destacar algumas possibilidades advindas da combinação da F Spf com a F Av:

- a) prover plataforma aérea de comando, controle e comunicações;
- b) prover dados e apoiar a produção de informações à inteligência por intermédio de imageamento aéreo;
- c) otimizar a capacidade de C² ao disponibilizar mobilidade aérea e possibilitar sua presença, tempestivamente, em toda a profundidade do teatro de operações/área de operações (TO/A Op); e
- d) atuar na identificação, localização e designação de alvos (BRASIL, 2022, p. 2-27).

Com isso, observa-se a importância das operações aeromóveis como forma de atuação que, combinando F Spf com F Av, potencializa o poder de combate das tropas de qualquer natureza. Percebe-se também, que a sua capacidade de atuação em profundidade faz com que a exploração dos meios de comunicações rádio sejam de extrema importância para a consciência situacional e do comando e controle. Pelas distâncias, flexibilidade e emprego centralizado ou descentralizado das frações a comunicação rádio HF cresce de importância.

2.3 O BATALHÃO DE INFANTARIA DE SELVA

Os Batalhões de Infantaria de Selva possuem uma importância destacada no

âmbito do Exército Brasileiro pela relevância estratégica da região amazônica brasileira e eles estão preparados para cumprir inúmeras missões de acordo com a necessidade da Nação. Cabe destacar as características e algumas peculiaridades de um BIS em função do ambiente operacional que estão inseridos.

Segundo (BRASIL, 1997b), o BIS é a unidade tática básica de uma brigada de infantaria de selva e está apto a atuar combinando o fogo, o movimento e o combate aproximado através da selva. Sua premissa básica é o combate a pé, mas de acordo com a situação, pode ser apoiado pelo escalão superior com meios aéreos pois possui adestramento adequado para tal. Além disso, possui capacidade de operar continuamente em região de selva e com grande descentralização de suas frações.

Nesse sentido, destaca-se algumas possibilidades encontradas em um BIS, sendo elas:

Participar de operações aeromóveis, aeroterrestres e ribeirinhas, desde que apoiado pelo escalão superior em meios aéreos e fluviais.
Realizar deslocamentos através da floresta, explorando a surpresa ao máximo.
Empregar as suas companhias descentralizadamente.
Receber reforços em meios de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico, ampliando a sua capacidade de durar na ação e operar isoladamente, podendo executar, em escala limitada, operações independentes (BRASIL, 1997b, p. 1-4).

Da mesma forma, pode-se observar algumas limitações impostas a um BIS em decorrência principalmente da sua região de atuação:

Limitada mobilidade veicular.
Dependência de apoio de meios aéreos para operar eficazmente numa área de grandes dimensões.
Dependência acentuada dos meios de comunicações.
Redução da capacidade operativa em caso de surtos de doenças tropicais (BRASIL, 1997b, p. 1-5).

Dentro desse contexto, para a manutenção de um BIS em operações os comandantes enfrentam grandes desafios pois devem ser consideradas as grandes distâncias, as dificuldades de coordenações e controle por conta das dificuldades de se estabelecer uma comunicação eficiente. Há ainda a possibilidade de que a perda de contato temporário ou definitivo com suas frações subordinadas aconteça ressaltando-se a importância do planejamento para que esta fração mantenha-se em operação e ciente dos seus objetivos (BRASIL, 1997b).

O comandante de um batalhão de infantaria de selva, junto ao seu estado-maior, deve considerar diversos fatores para a realização de um adequado planejamento de operações fruto da influência dos condicionantes impostos pelo ambiente operacional. Estes fatores são elencados abaixo:

- (1) Dificuldade para se obter informações precisas e oportunas;
- (2) Perda de eficiência das comunicações trazendo sérias restrições à capacidade de coordenação e controle;
- (3) Descentralização das ações;
- (4) Escassez de recursos locais;
- (5) Grandes distâncias e o apoio logístico;
- (6) Emprego do habitante local;
- (7) Transporte de pessoal e material;
- (8) Evacuação e hospitalização;
- (9) Manutenção do material;
- (10) Sepultamentos;
- (11) Repletamentos;
- (12) Áreas de risco de endemias tropicais;
- (13) Importância das localidades;
- (14) Precariedade das estradas;
- (15) Influência das estações da seca e das chuvas sobre as vias de circulação, particularmente rios e estradas (BRASIL, 1997b, p. 1-6 e 1-7).

Pelas capacidades de atuação de um BIS e pelo seu ambiente operacional, verifica-se que é uma OM que depende do correto estabelecimento de ligações de comunicações entre as suas frações com o comando e deste com o escalão superior para o cumprimento de sua missão. Os imponderáveis das operações exigem um comando e controle oportuno em tempo para a tomada de decisões e mais uma vez pode-se relacionar a manutenção do contato à importância do enlace através dos rádios HF.

2.3.1 O Batalhão de Infantaria de Selva nas Operações Aeromóveis

Segundo (BRASIL, 1997b), quando se trata de uma operação aeromóvel, o batalhão de infantaria de selva precisa contar com meios aéreos, normalmente os helicópteros da Aviação do Exército. Outros fatores também devem ser considerados como a disponibilidade das aeronaves, a existência ou não de zonas de pouso de helicóptero (ZPH), do apoio logístico específico de aviação e também das condições meteorológicas previstas para os períodos previstos para o combate. Além disso, ainda conforme (BRASIL, 1997b), os objetivos definidos para este tipo de operação podem conduzir ao emprego centralizado ou fracionado do batalhão, sob coordenação deste.

O presente trabalho aborda as operações aeromóveis em um entendimento geral pela combinação da F Av e F Spf. Nesse contexto, faz-se necessário elucidar quais são as operações que o batalhão de infantaria de selva é capaz de executar: assalto aeromóvel, reconhecimento aeromóvel, segurança aeromóvel, infiltração aeromóvel, incursão aeromóvel e exfiltração aeromóvel, ligações de comando, suprimento aeromóvel (BRASIL, 1997b).

2.4 COMANDO E CONTROLE

Em relação ao comando e controle de uma operação nível batalhão, o comandante é o responsável por estabelecer e manter as comunicações de sua unidade. Para isso, ele conta com o assessoramento de um Oficial de Comunicações (O Com), que realiza o planejamento e a execução desse apoio empregando os meios disponíveis na unidade judiciosamente com harmonia para o cumprimento da missão. (BRASIL, 2018).

Corroborando com o parágrafo anterior, em relação às ligações necessárias, conforme (BRASIL, 2018) as necessidades são determinadas pelo comandante e estão condicionadas ao ambiente operacional, aos elementos envolvidos na missão dentre outros fatores. As ligações são efetivadas através do emprego dos meios de ligação e permitem: o exercício do comando e controle da sua unidade, a integração ao sistema de comando e controle do escalão superior bem como a conexão com elementos subordinados, vizinhos, apoiados, e demais agentes. Pode-se destacar que a responsabilidade das ligações se dá através da observação de princípios que podem ser ilustrados na figura a seguir.

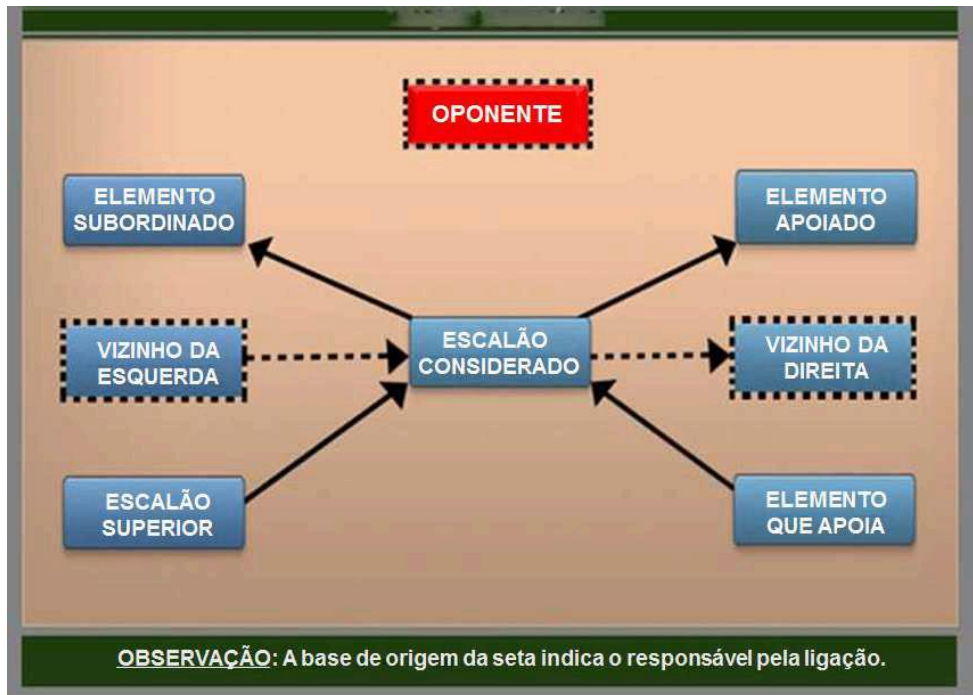


FIGURA 1 - Responsabilidade pelas ligações
 Fonte: Brasil (2018, p. 4-2)

Tais ligações entre elementos da F Ter devem ser planejadas, instaladas, exploradas, mantidas e protegidas pelos seus operadores podendo ser empregados diversos meios de comunicações de acordo com a necessidade da operação (BRASIL, 2018). Dentre as possibilidades de meio físico, mensageiro, acústicos, visuais destaca-se o meio rádio neste estudo, em especial os equipamentos rádio de longo alcance através de ondas ionosféricas.

Ainda de acordo com (BRASIL, 2018), o meio rádio é estruturado a partir de um equipamento transceptor (transmissor-receptor) e antena que propaga ondas eletromagnéticas até que outro equipamento compatível receba tal interação. Este meio permite uma grande flexibilidade e rapidez de instalação, o que facilita o emprego através da radiocomunicação (equipamentos transmitem e recebem sinais eletromagnéticos) em operações com grandes movimentações como é o caso das operações aeromóveis no sentido geral.

2.5 GUERRA ELETRÔNICA

Cabe ressaltar que a irradiação das ondas eletromagnéticas podem ser interceptadas por forças oponentes, portanto medidas de proteção eletrônica devem

ser consideradas como fundamentais na segurança das informações que tramitam pelo espectro eletromagnético (Ept Eltmg). Tal situação se apresenta com clareza conforme abaixo:

As possibilidades das ações de guerra eletrônica tornam os equipamentos rádio vulneráveis às ações de interceptação, monitoramento e interferência, demandando medidas de proteção adequadas, uma vez que se tornam fontes de informações de grande valor para o oponente, no que diz respeito à localização de postos e unidades, análise de tráfego e conhecimento do conteúdo das informações, sejam em claro, sejam criptografadas (BRASIL, 2018, p. 4-4).

Com base nisso, ao abordar as comunicações feitas pelo rádio, deve-se ter em mente as conseqüentes atividades de guerra eletrônica (GE) que podem ser tipificadas em, conforme (BRASIL, 2020): medidas de apoio de guerra eletrônica (MAGE), medidas de ataque eletrônico (MAE) e medidas de proteção eletrônica (MPE). Para este estudo dá-se ênfase nas MPE.

As MAGE são o ramo da GE, de natureza passiva (sem emissão de energia no Ept Eltmg), que objetivam a obtenção e análise de dados, a partir das emissões eletromagnéticas de interesse, oriundas do oponente.

As MAE caracterizam o ramo da GE, de natureza ativa (com emissão de energia no EM), que visa a destruir, a neutralizar ou a degradar a capacidade de combate do oponente, negando-lhe o uso eficiente do Ept Eltmg por intermédio da radiação, reirradiação, reflexão, alteração ou absorção intencional de energia eletromagnética ou, ainda, pela destruição física dos sistemas eletrônicos do oponente por meio de ações ofensivas específicas e especializadas.

As MPE descrevem o ramo da GE, de natureza defensiva, que busca assegurar a utilização eficaz e segura das próprias emissões eletromagnéticas, a despeito da existência de ações ofensivas de GE empreendidas pelo oponente e/ou pelas forças amigas ou, ainda, de fontes de interferência não intencionais. Tais ações são executadas por toda a tropa, independentemente do escalão, e coordenadas pelo Oficial de Comunicações (BRASIL, 2020a, p. 1-3 e 1-4).

As ações de guerra eletrônica nas operações aeromóveis terão seu grau de eficácia variante em função de alguns fatores como os meios de GE instalados nas aeronaves da AvEx, assim como os conduzidos pela tropa do BIS, as distâncias envolvidas na operação, a centralização ou descentralização das frações entre outros. O elemento da Aviação do Exército deve garantir que o material de GE embarcado na aeronave seja homologado para emprego aeronáutico e planejar o emprego para autoproteção das aeronaves (BRASIL, 2020).

Inserindo este tipo de operação no ambiente operacional de selva os desafios para a GE aumentam e a grande descentralização das operações se concretiza, as

distâncias aumentam entre as peças de manobra fazendo com que as ações de GE não consigam ser totalmente padronizadas. Os meios eletrônicos neste ambiente devem dispor de melhor resistência e proteção contra a umidade elevada e também devem contar com maior suplementação de fontes de alimentação para atuação isolada por tempos maiores. (BRASIL, 2020).

De acordo com (BRASIL, 2014), as MPE de comunicações são parte da GE com ações voltadas para assegurar o efetivo uso do espectro eletromagnético pelas forças amigas a despeito das ações de GE inimigas. São divididas de acordo com a sua finalidade, podendo ser Anti-MAGE e Anti-MAE, e quanto aos meios utilizados, dividindo-se em PROCEDIMENTOS e TECNOLOGIAS conforme citação abaixo:

Os PROCEDIMENTOS de MPE são comportamentos, atitudes, ações realizadas para aumentar a confiabilidade e a segurança das emissões, impedir, retardar ou dificultar o emprego das MAGE e MAE pelo oponente, por meio da execução de manobras, artifícios e da correta exploração dos recursos de comunicações.

Por outro lado, as TECNOLOGIAS de MPE são recursos de proteção eletrônica, projetados, especificamente, para este fim ou não, existentes nos sistemas de emprego militar, das forças amigas que os resguardam de ações de MAGE e MAE inimigas, dependendo, invariavelmente, das características de cada equipamento.

As tecnologias de MPE também são divididas, em termos da característica do sistema a ser protegido, em COMMUNICATIONS SECURITY (COMSEC) e TRANSMISSIONS SECURITY (TRANSEC), termos originários do idioma inglês, que significam, respectivamente, segurança das comunicações e segurança das transmissões.

As COMSEC incluem medidas de segurança criptográfica que visam à proteção do conteúdo transmitido, a fim de evitar acessos não autorizados, ou seja, objetiva-se garantir que a mensagem não seja decifrada em caso de interceptação por parte do oponente.

As TRANSEC consistem na aplicação de tecnologias destinadas a proteger as transmissões contra interceptações por parte do oponente, incluindo técnicas de espalhamento espectral como salto de frequência e transmissão por salvas, assim como controle automático de potência e modulação adaptativa (BRASIL, 2014, p. 1-3 e 1-4).

Os procedimentos de MPE de comunicações devem ser conhecidos pelos envolvidos em quaisquer tipos de operações, em especial nas operações aeromóveis em ambiente de selva, pelo uso frequente dos meios de radiocomunicação e por todas as características das vulnerabilidades deste tipo de exploração do espectro eletromagnético.

Nesse contexto, excluídos alguns itens, pode-se destacar os principais procedimentos relacionados diretamente com as operações aeromóveis em um ambiente de selva, de acordo com a sua classificação em (BRASIL, 2014):

Mudança de frequência – Anti-MAE – a frequência deve ser trocada toda vez

que for identificada uma ação de bloqueio por parte da GE inimiga e deve ser executada utilizando-se de mensagem preestabelecida.

Mudança de indicativo – Anti-MAGE – a mudança de indicativo dificulta a análise da GE inimiga e pode gerar ilusão de novos postos-rádio ativos na rede. Ela é potencializada quando se altera o indicativo em horários diferentes da troca de frequência por exemplo.

Autenticação do posto – Anti-MAGE (despistamento) – é uma ação eficaz quando existe a suspeita de ação de GE inimiga enviando mensagens falsas na rede. Ao solicitar a autenticação desta mensagem possivelmente ela não será autenticada corretamente confirmando as suspeitas. Devem ser autenticadas mensagens solicitando informações sensíveis como posições de unidades no terreno, efetivos, nome, situação, dentre outras. A autenticação pode ser dispensada quando a rede opera exclusivamente com equipamentos dotados de tecnologia criptográfica.

Mudança de posição – Anti-MAGE e Anti-MAE – a mudança de posição do posto-rádio dificulta as ações de GE inimiga uma vez que altera no cenário operativo as projeções dos alcances de transmissão. Relacionando com as operações aeromóveis esse procedimento é quase que uma constante quando se consideram os meios rádios embarcados nas aeronaves devido ao grande movimento das mesmas.

Antenas direcionais - Anti-MAGE e Anti-MAE – a utilização de antenas direcionais paralelas à direção inimiga dificultará ou impedirá sua ação nas comunicações amigas como se observa na figura abaixo:

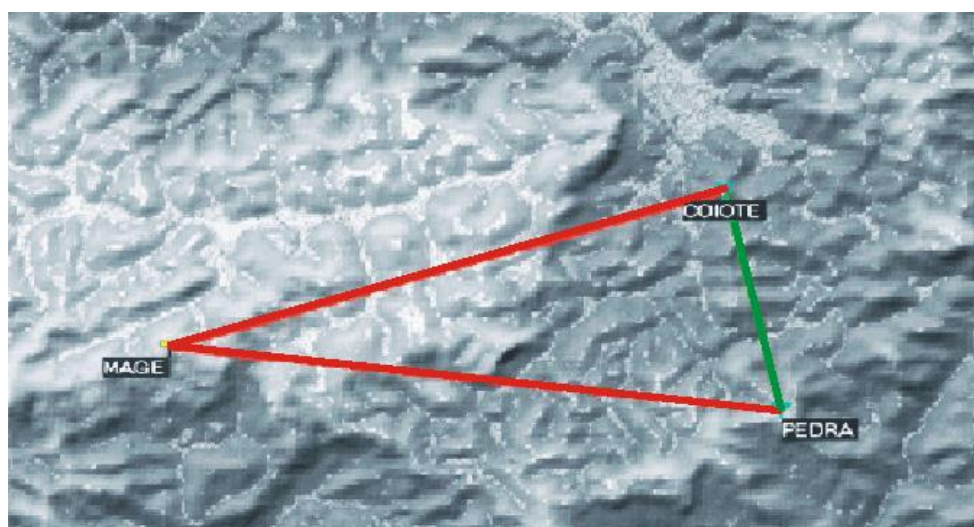


FIGURA 2 - Rede-rádio composta por dois postos-rádio (PEDRA e COIOTE)
Fonte: Brasil (2014, p. 2-3)

Mensagem preestabelecida – Anti-MAGE – são muito eficazes na proteção temporária das mensagens uma vez que de imediato a GE inimiga não conseguiria decifrar a mensagem que está sendo transmitida. O ponto negativo deste procedimento é que exige um bom adestramento dos operadores e existe a possibilidade de erros no processamento e interpretação das mensagens por parte das tropas amigas.

Código de nomes – Anti-MAGE – assim como o anterior, visa dificultar a análise de conteúdo o que difere é que cada palavra corresponde a um código diferente o que aumenta a flexibilidade das informações, mas também potencializa o erro de interpretação das mensagens.

Controle de potência - Anti-MAGE e Anti-MAE – consiste em utilizar a mínima potência necessária para as ligações entre postos-rádio o que dificulta a obtenção e interceptação da onda de rádio pela GE inimiga. Trata-se de um procedimento que pode ser realizado manualmente pelo operador do equipamento rádio ou o próprio equipamento tem capacidade de fazer este ajuste automaticamente, passando a ser considerado uma tecnologia de MPE.

Mudança de polarização - Anti-MAGE e Anti-MAE – as antenas de transmissão e recepção devem estar na mesma polarização (vertical ou horizontal) pois quando não estão gera-se uma grande perda de sinal. Da mesma forma o agente de GE inimiga que não estiver na mesma polarização terá a sua ação prejudicada por conta dessa perda. Uma antena inclinada comporta-se semelhante a uma antena com polarização horizontal.

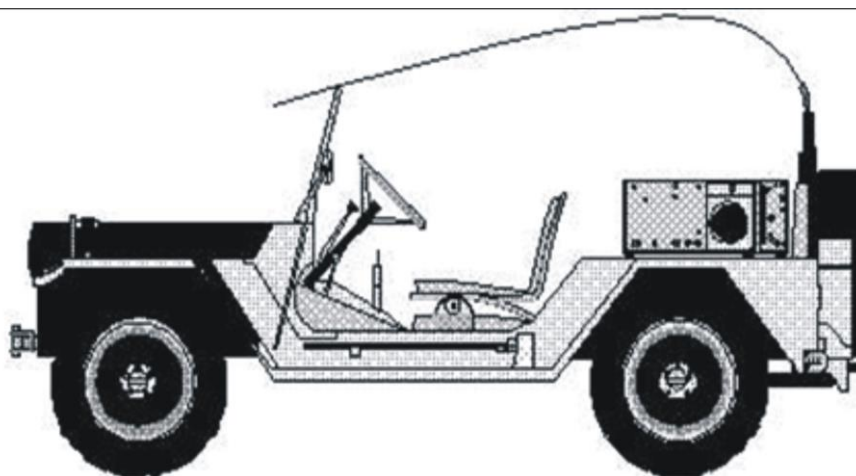


FIGURA 3 - Antena omini vertical
Fonte: Brasil (2014, p. 2-6)

É importante salientar que quando uma antena tem sua polarização modificada conforme o exemplo acima (vertical para horizontal) esta torna-se direcional e deve ser azimutada em direção ao posto-rádio com o qual se quer estabelecer o enlace.

Agora, ainda de acordo com (BRASIL, 2014), observam-se as principais tecnologias de MPE disponíveis nos sistemas de emprego militar a serem abordadas abaixo:

Antibloqueio (salto de frequência) – Anti-MAGE e Anti-MAE – é uma tecnologia avançada de difícil programação pelos especialistas, mas fácil utilização pelos operadores de rádio. Possibilita ao equipamento variar a frequência instantaneamente entre uma faixa de frequência pré-determinada, impedindo assim a interceptação da GE inimiga. Exemplos de equipamentos do EB que possui tal tecnologia: EB11 MPR9600-MP (Falcon II), RF7800V-P/V (Falcon III), PRC910, ERC 620.

Criptofonia – Anti-MAGE – capacidade do equipamento rádio de embaralhar o sinal antes de transmiti-lo, acarretando num aumento potencial na dificuldade de qualquer sistema MAGE em identificar o conteúdo da mensagem que foi transmitida pois somente os postos-rádio configurados com a chave criptográfica poderão ouvir a mensagem. Necessária programação do rádio e habilitação de tal funcionalidade através do operador. Exemplos de equipamentos do EB que possui tal tecnologia: EB11 MPR9600-MP (Falcon II), EB11 RF7800V-P/V (Falcon III) e Rádio Pessoal RF7800S-TR.

Controle automático de potência (CAP ou APC) – Anti-MAGE e Anti-MAE – tecnologia que permite ao rádio ajustar automaticamente a sua potência de transmissão a fim de estabelecer o enlace. Em caso de MAE inimiga o rádio identifica e aumenta também de forma automática a potência para conseguir estabelecer o enlace desejado. Exemplos de equipamentos do EB que possui tal tecnologia: EB11 MPR9600-MP (Falcon II) e EB11 RF7800V-P/V (Falcon III).

Criptografia – Anti-MAGE – consiste na técnica de converter mensagem da sua forma original para outra ininteligível de maneira que somente o rádio receptor configurado com a mesma configuração capaz de decifrar a mensagem. Técnica realizada por meio de computadores com chaves criptográficas simétricas e assimétricas. A criptografia simétrica utiliza-se da mesma senha empregada para codificar e decodificar a mensagem, o que faz desse sistema mais vulnerável. Já a criptografia assimétrica aumenta o nível de segurança pois a senha de codificação

da mensagem é diferente da senha de decodificação, dificultando ainda mais o acesso inimigo a dois códigos diferentes. Exemplos de equipamentos do EB que possui tal tecnologia: MPR9600-MP (Falcon II), EB11 RF7800V- -P/V (Falcon III) e Rádio Pessoal RF7800S-TR realizam a criptografia de dados e voz automaticamente.

Transmissão por salvas (burst) – Anti-MAGE – realiza a compressão de mensagens antes da transmissão e após isso transmite em um pequeno pacote de curtíssima duração, podendo ser transmitidos vários pacotes de acordo com o tamanho da mensagem. Exemplos de equipamentos do EB que possui tal tecnologia: MPR9600-MP (Falcon II), EB11 RF7800V- -P/V (Falcon III).

Transmissão digital de voz – Anti-MAGE – é uma tecnologia para melhorar o canal de comunicações aumentando a confiabilidade e reduzindo os ruídos de uma comunicação. Alguns equipamentos do EB possibilitam transmissão digital de voz, exemplo dos conjuntos-rádio EB11 MPR9600-MP (Falcon II), EB11 RF7800V-P/V (Falcon III) e o Sistema Tetra.

2.6 CAMADA IONOSFÉRICA E A PROPAGAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Conforme visto anteriormente pôde-se situar o leitor no ambiente operacional de selva, conhecer as características de uma operação aeromóvel em sentido amplo, aplicar a atuação de um BIS no contexto de operação aeromóvel em ambiente de selva, discutir questões doutrinárias acerca do emprego de rádios em operações também aplicadas ao ambiente e contexto operacional. Agora, como parte indispensável para o bom entendimento do foco deste trabalho deve-se conhecer as peculiaridades da exploração rádio através de ondas ionosféricas.

Antes de introduzir os preceitos doutrinários existentes nos manuais do EB acerca deste assunto faz-se necessário um entendimento geral da ionosfera que é, de acordo com Editora conceitos.com (2018), a camada mais externa da atmosfera que rodeia o Planeta Terra. Trata-se da camada mais próxima ao sol e nela ocorre um processo de ionização devido aos efeitos incidência da radiação solar. Diante disso, ocorre uma ionização com a separação das moléculas e os elétrons se dispersam flutuando de maneira livre e independente.

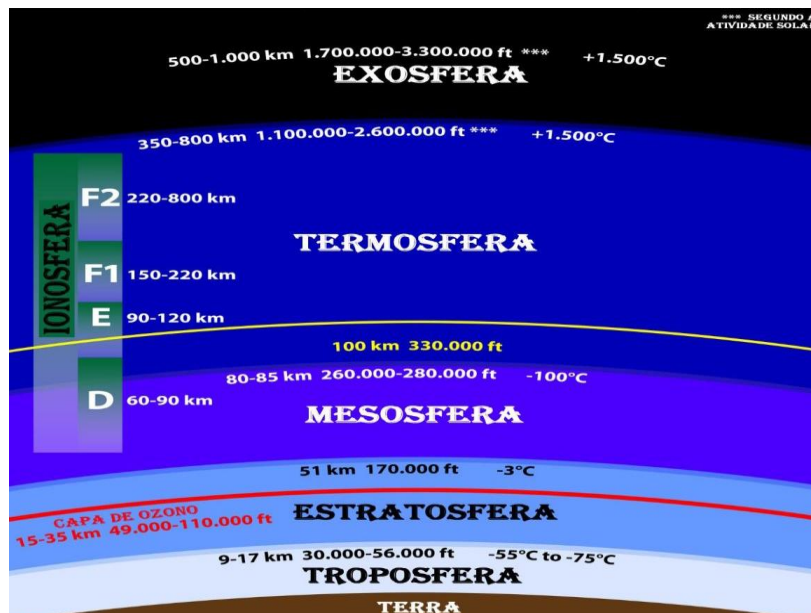


FIGURA 4 - Camadas atmosféricas

Fonte: <https://conceitos.com/ionosfera/>

De acordo com Amendola (2003), a ionosfera tem um importante papel na propagação de ondas radioelétricas. Essa camada tem capacidade de influenciar as ondas por conta daqueles elétrons que ficam livres e foram citados no parágrafo anterior. Sua extensão está entre 60 e 1000km, apesar destes limites não serem uma definição absoluta. A camada ionosférica comporta-se diferente em função da posição da Terra em relação ao Sol como pode-se notar abaixo:

Constatou-se experimentalmente que à noite os sinais transmitidos na banda de 300 kHz a 3 MHz (ondas médias) são refletidos, mas durante o dia este mecanismo de propagação sofre forte atenuação. Contudo, aumentando a frequência, a propagação ionosférica diurna torna-se possível, produzindo sinais fortes a distâncias de milhares de km. Aumentando-se a frequência, verificou-se que há um valor máximo a partir do qual as reflexões deixam de existir, isto é, as ondas atravessam a ionosfera e afastam-se da Terra, para o espaço exterior. Concluiu-se então que, embora a onda de superfície (difratada pela superfície terrestre) seja fortemente atenuada, existe uma banda de frequências, aproximadamente entre 3 e 30 MHz (faixa de HF), na qual pode ocorrer transmissão entre locais muito distantes da superfície terrestre, devido às “reflexões” em uma alta camada da atmosfera, que caracteriza a ionosfera (AMENDOLA, 2003, p. 25).

Pode-se notar que o conhecimento sobre a existência da camada ionosférica não é suficiente para um planejamento e execução de enlace rádio HF que atenda as necessidades das operações. Refletir sobre o comportamento variável desta camada e de que forma isso influencia a propagação de HF permite ao operador explorar este meio de comunicação em melhores condições. A ionosfera subdivide-se em camadas de acordo com a concentração de elétrons livres presentes, que

sofre constante mudança pelo fato de serem influenciados diretamente pela irradiação solar conforme Amendola (2003). Ele também ilustrou estas camadas em função da densidade eletrônica e a altura em relação à superfície terrestre conforme figura abaixo:

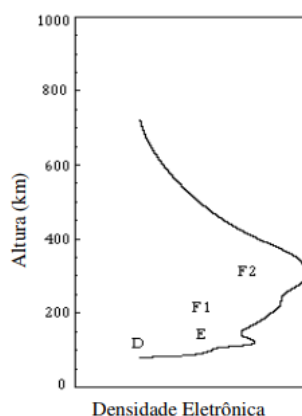


FIGURA 5 - Densidade eletrônica em função da altura
Fonte: Amendola (2003, p. 28)

Segundo Raisa (2021), os níveis de ionização que influenciam as ondas de rádio variam de acordo com as camadas ou regiões da ionosfera. As principais regiões são detalhadas a seguir:

Região D: quando uma onda do céu deixa a superfície da Terra e sobe, a primeira região de interesse que atinge na ionosfera é chamada de região D. Essa região atenua os sinais à medida que eles passam. O nível de atenuação depende da frequência. As frequências baixas são mais atenuadas do que as mais altas.

Região E: uma vez que os sinais tenham passado pela região D, eles alcançam a região E. Embora ainda haja uma pequena atenuação dos sinais, essa região reflete, ou mais corretamente refrata os sinais, às vezes o suficiente para devolvê-los à terra. O nível de refração reduz com a frequência e, portanto, os sinais de frequência mais alta podem passar por esta região e para a próxima região. A região E é de grande importância para a propagação de HF na extremidade inferior do espectro de HF e até mesmo no espectro de MF.

Região F: A região ou camada F é aquela que permite a propagação de HF para fornecer comunicações em todo o mundo. Os sinais que conseguirem passar pelas regiões D e E chegarão à região F. Novamente, isso atua para refratar os sinais e eles podem ser devolvidos à Terra. Durante o dia, essa região costuma se dividir em duas, conhecidas como regiões F1 e F2 (RAISA, 2021).

As camadas ionosféricas podem ser ilustradas de maneira geral e didática conforme a figura abaixo.

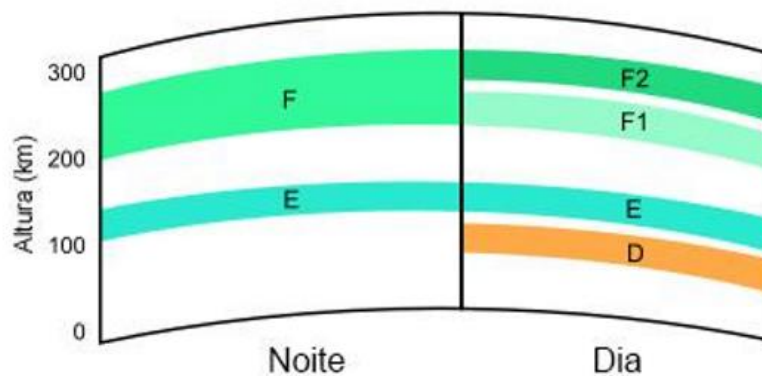


FIGURA 6 – Camadas ionosféricas existentes durante o dia e noite

Fonte: <https://www.ondascurtas.com/cursos/propagacao/a-terra-e-a-sua-ionosfera/>

Ainda com relação à propagação de onda na faixa HF Amendola (2003) afirma que o mecanismo de propagação dominante na faixa HF é a refração ionosférica cujas ondas são desviadas pela camada atmosférica permitindo que as mesmas retornem à superfície da terra, concretizando assim a ligação de longa distância. Próximo ao equipamento transmissor existe também a presença da onda de superfície que propaga e vai sendo atenuada em função da distância percorrida. Entre o limite de alcance da onda de superfície e a região de retorno à terra da onda celeste existe uma “zona de silêncio” pois não há sinal eletromagnético útil nesta região. Esta zona pode ser considerada uma limitação importante para a exploração rádio continuada em operações.

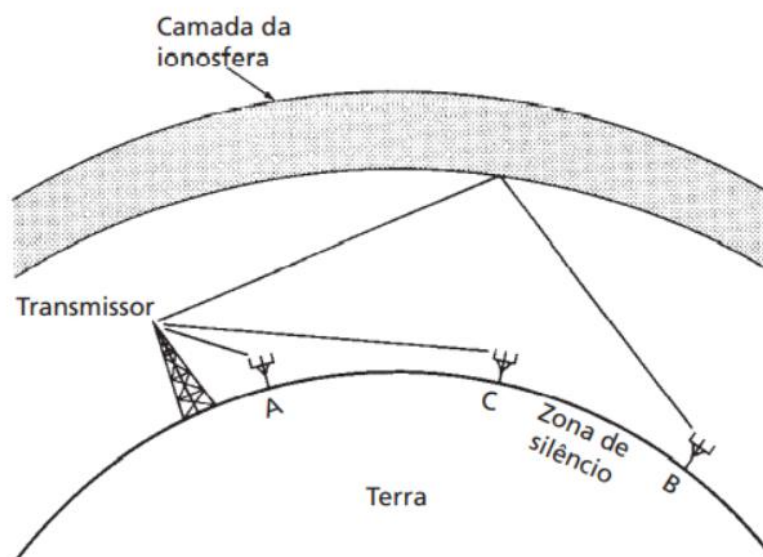


FIGURA 7 – Padrão de transmissão de ondas celestes

Fonte: <https://hangarmma.com.br/glossary/glossary-categories/a-onda-portadora/>

Ainda sobre o entendimento da propagação das ondas de rádio deve-se compreender a influência do ambiente ao redor e entre os elementos do enlace para

poder, de posse desse conhecimento, estabelecer uma comunicação com a qualidade e a confiabilidade requerida para a missão. Nesse contexto, “o estabelecimento de um enlace rádio é função dos seguintes parâmetros: potência efetivamente irradiada, sensibilidade dos receptores, relação sinal-ruído mínima de recepção e atenuação.” (BRASIL, 1997a, p. 4-1).

A potência irradiada é a multiplicação da potência do transmissor com o ganho da antena na direção desejada. Sensibilidade do receptor é a menor amplitude do sinal recebido que fornece condição aceitável de saída e mais importante do que ela é a relação sinal-ruído de recepção que conjuga sinais recebidos desejáveis (ondas emitidas pelo emissor) com sinais recebidos não desejáveis (interferências propositais ou não). Conforme o sinal se afasta da antena transmissora é atenuado pela distância das antenas, frequência, tipo de solo, obstáculos, vegetação e a atmosfera. Duas tabelas retiradas da fonte ilustram alcances estimados de propagação HF, VHF e UHF, porém como pode-se observar não se tem dados acerca da propagação HF em área de florestas especificamente (BRASIL, 1997a).

POTÁREA	URBANA	RURAL	FLORESTA	OBSERVAÇÃO
1 A 5 W	1 A 3 KM	1 A 10 KM	10 M A 1 KM	Vegetação fechada, relevo acidentado e elevado, número de edificações reduzem o alcance rádio em utilização.
50 W	5 A 10 KM	Não especificado	100 M A 3 KM	

QUADRO 1 - Alcance estimativo de propagação VHF e UHF
Fonte: Brasil (1997a, p. 4-2)

POTÁREA	URBANA	RURAL	OBSERVAÇÃO
1 A 5 W	1 A 3 KM	1 A 10 KM	Propagação em onda terrestre. Ocorre ainda propagação via ionosfera com alcance de cerca de 4000 km
50 W	1 A 5 KM	5 A 20 KM	
400 W	Cerca de uma centena de km		

QUADRO 2 - Alcance estimativo de propagação HF (antena vertical)
Fonte: Brasil (1997a, p. 4-3)

As ondas eletromagnéticas que são propagadas a partir de um equipamento transmissor até chegar no receptor são propagadas através de dois mecanismos básicos naturais que são: onda terrestre e onda espacial (BRASIL, 1997a). A onda terrestre é característica dos enlaces táticos para distâncias de algumas dezenas de

quilômetros, pode ser dividida em quatro componentes: de superfície, direta, refletida e troposférica.

A onda de superfície sofre mais com a influência do solo e todos elementos presentes nele (construções, vegetação, obstáculos, dentre outros) do que influência dos fenômenos atmosféricos, tornando-o estável quanto a flutuações do sinal. A onda direta é como uma “linha” ligando as antenas transmissoras e receptoras, sofrendo a influência da refração e da obstrução por elevações. Normalmente o alcance pode ser estendido aumentando-se a altura das antenas e a potência dos equipamentos.

A onda pode ser considerada também refletida na terra quando atinge um ponto de reflexão no solo antes de atingir a antena receptora. A quantidade de energia refletida será de acordo com as características no ponto de reflexão.

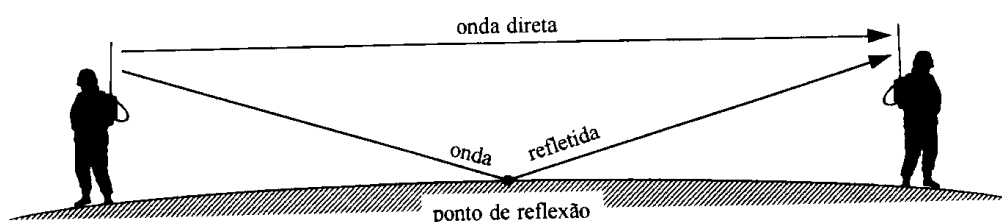


FIGURA 8 - Propagação por onda terrestre
Fonte: Brasil (1997a, p. 4-4)

As ondas troposféricas são dependentes da presença de fatores como poeira, partículas, gotas d'água (nuvens) para que ocorra, portanto não serão revisadas neste estudo.

Conforme (BRASIL, 1997a), a onda espacial é característica dos enlaces em HF por ondas ionosféricas. A propagação dessa onda é fortemente influenciada pelas características atmosféricas, enquanto que sofre pouca influência das condições de terreno. O comportamento da ionosfera e suas camadas dependem da incidência solar, portanto sofrem grandes influências em pequenos espaços de tempo (ex. dia e noite) além de se alterar em função das estações do ano (região equatorial sofre menos mudanças neste quesito). Os principais fatores que influenciam a propagação de ondas ionosféricas são a frequência utilizada, o ângulo de elevação da antena, a potência de transmissão e a atividade solar.

Áreas de floresta, com mata densa, característica do ambiente operacional deste estudo, são abordadas em (BRASIL 1997a) e verifica-se que os enlaces táticos em VHF e UHF sofrem com a atenuação causada pela vegetação. Já nos enlaces HF, o ruído pode atingir valores que desagradam o sinal recebido. Segundo consta

no manual, as faixas de frequência entre 8 e 15Mhz são adequadas para o enlace através do mecanismo de propagação denominado “onda lateral”. No qual a onda atinge a copa das árvores e acompanha a vegetação mais alta como um “guia” possibilitando alcances na ordem de 10 (dez) quilômetros com potências menores que 100w.

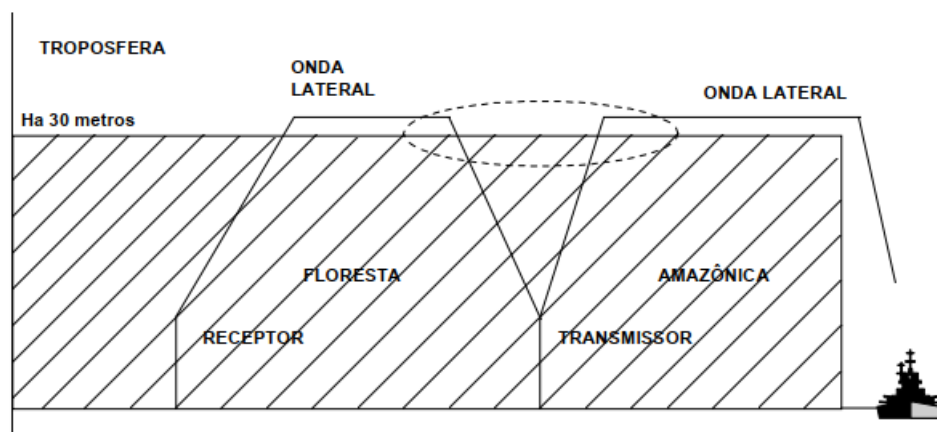


FIGURA 9 - Propagação da onda lateral
Fonte: Brasil (1997a, p. 4-19)

Uma alternativa interessante para o emprego de frequências mais elevadas dentro da faixa HF (até 30Mhz) é a instalação de antenas verticais com altura acima da copa das árvores com a condicionante que a antena receptora também esteja nesta condição (acima da copa das árvores) sendo bastante útil para a ligação terra-ar com as aeronaves da Av Ex. Já nos enlaces com distâncias maiores a solução encontrada é a onda ionosférica podendo ser bastante útil em operações aeromóveis, neste caso, recomenda-se fazer o contato de uma clareira por conta de atenuações que podem ser causadas pela vegetação alta ao redor do transmissor.

2.7 EQUIPAMENTOS RÁDIO DE ALTA FREQUÊNCIA

O mundo está cada vez evoluindo mais rápido, a capacidade do ser humano e dos países em desenvolver novas tecnologias está cada vez mais acelerado em relação ao século passado e essa rapidez de desenvolvimento está intrínseca aos melhoramentos dos meios militares. Cabe às forças armadas manter-se sempre atualizadas, adquirindo e evoluindo sua doutrina para operar materiais de emprego militar (MEM) de 1ª linha.

No mundo digitalizado em que se vive, os meios de comunicação através da

internet são globais e instantâneos, através dos smartphones, na palma da mão, pode-se estabelecer o contato com uma pessoa que está do outro lado do mundo, a muitos milhares de quilômetros de distância. Porém, esta facilidade de hoje é possibilitada por empresas tecnológicas privadas com seus interesses particulares e isso não permite que as Forças Armadas do Brasil se apoiem nessas plataformas totalmente por conta de interesses e relações entre países.

Nesse contexto, no início da década passada, mais precisamente no ano de 2011, a HARRIS, empresa estadunidense com sede na Flórida, foi a vencedora de um longo processo de testes para aquisição de novos equipamentos de radiocomunicações do Ministério da Defesa (MD) brasileiro. A empresa venceu a concorrência e recebeu a encomenda de equipamentos rádio da família Falcon II (HF) e Falcon III (VHF) além disso todo serviço de treinamento e suporte técnico também foi fornecido na época (ROCHESTER 2011).

Neste capítulo, será buscado a identificação dos equipamentos rádio militares de alta frequência que estão distribuídos aos batalhões de infantaria de selva, em especial os da série Falcon II, bem como os existentes nas aeronaves da aviação do exército, em especial aos modelos que compõem a frota do 4º BAvEx, para obtenção de um melhor panorama em termos de material disponível atualmente e que compreendem o assunto deste trabalho.

Inicialmente será feita a identificação e caracterização de um rádio, Harris HF MPR-9600. Conforme o manual de operações do equipamento, trata-se de um rádio HF tático avançado, que opera na faixa de frequência de 1,6 MHz à 29,99999 MHz com potência de transmissão de 1, 5 e 20 watts com todas as funções controladas de um terminal remoto. Possui ainda como características principais voltadas a este estudo: Estabelecimento Automático de Enlace (ALE); capacidade de criptografia Citadel® inclusa; salto de frequência (HOP) entre outras especificações técnicas e militares como vedação para imersão de até 90 centímetros dentro da água (HARRIS, 2012).



FIGURA 10 - Transceptor Harris HF MPR-9600 (Falcon II)

Fonte: <https://www.l3harris.com/all-capabilities/falcon-radio-product-line>

Este rádio está presente nos Batalhões de Infantaria de Selva e são concentrados em seus respectivos pelotões de comunicações. Nas condições atuais de exigência dos equipamentos para uma exploração rádio mais efetiva, segura e confiável eles se enquadram como excelentes opções para o emprego de um BIS nas operações aeromóveis em ambiente de selva e serão considerados para fins de compatibilização e questionamentos como o rádio das forças de superfície.

Existem outros equipamentos rádio que operam na faixa de frequência HF e estão distribuídos às OM, especialmente as de selva, porém tais rádios como alguns modelos Yaesu, Icom ou Vertex estão caindo em desuso pelo seu tempo de existência e também por não serem rádios com características militares, mas sim rádios civis utilizados para fins militares, que não apresentam tecnologias de proteção eletrônica não sendo objetos de estudo.

Voltando as vistas para alto, tem-se os equipamentos rádio que estão embarcados nas aeronaves da Aviação do Exército. Serão identificados os existentes nos modelos Helicóptero de Manobra Pantera K2 (HM-1) e Helicóptero de Manobra Jaguar (HM-4) por serem modelos que compõem a frota do 4º BAvEx e consequentemente operam no ambiente de selva. O Helicóptero de Manobra Black-Hawk (HM-2), também presente na frota do BAvEx, não possui rádio com capacidade HF em operação.

O rádio que equipa o HM-1 e o HM-4 são iguais, portanto possuem as mesmas características. Trata-se de rádios do sistema HF-9000 da Rockwell Collins, localizada na cidade de Cedar Rapids, estado de Iowa nos Estados Unidos da América. De acordo com seu manual de operação, este equipamento possui

capacidade de enlace HF, operando de 2 a 29,9999 MHz, tem potência de transmissão de 10 a 200 watts (de acordo com exemplar instalado em cada aeronave), possui ainda capacidade de estabelecimento automático de enlace (ALE), criptografia de mensagens e voz, salto de frequência (HOP) entre outras especificações técnicas (COLLINS, 2004).



FIGURA 11 - Componentes do Sistema de Rádio HF-9000 presente nas aeronaves HM-1 e HM-4
 Fonte: Collins (2004, p. IX)

2.7.1 Compatibilidade dos equipamentos rádio HF

Com base na apresentação das características isoladas dos equipamentos abordados por este estudo, nota-se a semelhança e compatibilidade de ambos em algumas funções importantes para a confiabilidade das comunicações em operações. Tal compatibilização pode ser identificada através do quadro comparativo apresentado abaixo.

Característica	MPR-9600 (Falcon II)	HF-9000	Compatibilidade
Frequência de operação	1,6 a 29,9999 MHz	2 a 29,9999 MHz	Sim
Estabelecimento automático de enlace (ALE)	Sim	Sim	Sim

Criptografia de voz e dados	Sim	Sim	Sim
Salto de frequência (HOP)	Sim	Sim	Sim

QUADRO 3 – Compatibilidade de funções equipamentos rádio das forças de aviação e superfície

Fonte: O autor

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho executou algumas etapas julgadas essenciais para a análise do tema em questão. A abordagem metodológica faz-se necessária para determinar a estrutura utilizada pelo estudo e o trajeto a ser seguido no decorrer da pesquisa, direcionando os raciocínios do leitor para, de maneira lógica, apreciar o resultado.

Segundo Tartuce (2006), a metodologia científica é uma articulação entre ciência e método. Considerando a origem da palavra tem-se que a metodologia advém do grego *methodos*, que significa “caminho para chegar ao fim”. Entende-se que, a metodologia consiste em uma série de procedimentos e etapas a serem seguidos para a boa execução de uma pesquisa. Pesquisa esta que deve ser norteada de forma a atingir os objetivos elencados pela metodologia: a pesquisa pode ser considerada a principal prática da metodologia científica, devidamente orientada pela problemática elencada.

De acordo com Lakatos e Marconi (2007, p.44),

A pesquisa bibliográfica permite compreender que, se de um lado a resolução de um problema pode ser obtida através dela, por outro, tanto a pesquisa de laboratório quanto à de campo (documentação direta) exigem, como premissa, o levantamento do estudo da questão que se propõe a analisar e solucionar. A pesquisa bibliográfica pode, portanto, ser considerada também como o primeiro passo de toda pesquisa científica.

Corroborando com isso, a metodologia adotada neste estudo inicialmente foi a pesquisa bibliográfica que, de acordo com Fonseca (2002, p.32), “[...] é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites”. Este tipo de atividade contribui para obtenção de informações consagradas sobre o tema

estudado, além de propiciar uma visão holística do assunto com identificação de diversos condicionantes existentes no assunto abordado.

A pesquisa buscou uma literatura existente no conjunto dos diversos tipos de manuais existentes nas Forças Armadas, buscou através deles identificar as características dos fundamentos que delimitam o estudo. Buscou também tais informações em fontes abertas cujos trabalhos utilizados auxiliam no entendimento do sistema atmosférico dinâmico que envolve as ondas de rádio celestes principalmente. Tudo isso visando a obtenção de base de conhecimento para o atingimento do objetivo geral com a identificação das possibilidades e limitações atuais do emprego do meio rádio HF pelo BIS em Op Amv em um ambiente especial.

Com base nisso e considerando que a literatura é o ponto de partida da elaboração de trabalhos acadêmicos, foi feita uma revisão de literatura, com diversos manuais e artigos científicos relacionados com o assunto desta pesquisa. Foram utilizados manuais que remontam a doutrina terrestre, sites conhecidos além de autores importantes, como Amendola (2003) e Bispo (2000).

Na sequência, elaborou-se um questionário para militares que, de 2015 até o presente ano, atuaram em operações na selva, serviram em OM de selva, compuseram tropa com o apoio da aviação do exército ou são especialistas de comunicações para verificar a opinião sobre o assunto estudado e para que se chegasse a resultados baseados em experiências reais. Nesse sentido, a aplicação do questionário visou a análise mais prática do assunto visando a corroborar com as conclusões do estudo.

Por meio do método de pesquisa bibliográfica adotado e com a consulta em informações já publicadas sobre o assunto em conjunto com o estudo na prática do assunto através do questionário, será possível realizar uma apreciação crítica ao final do trabalho. RESULTADOS

No decorrer do trabalho foi realizada uma pesquisa com militares que já serviram em OM de selva de 2015 a 2023 e que tenham participado de operações neste ambiente operacional e/ou operações aeromóveis. Contribuíram também com o presente estudo militares da arma de comunicações, especialistas na função de combate comando e controle. Participaram da atividade através de respostas um total de 36 (trinta e seis) militares.

O gráfico abaixo ilustra o resultado da pesquisa, evidenciando que 75% dos

militares responderam que sim, serviram em OM de selva ou são especialistas de comunicações no recorte temporal analisado, enquanto que 25% não atendeu aos requisitos estabelecidos na identificação do público executante. Porém, cabe ressaltar que todos os participantes, militares de carreira, já tiveram contato com os assuntos tratados neste estudo.

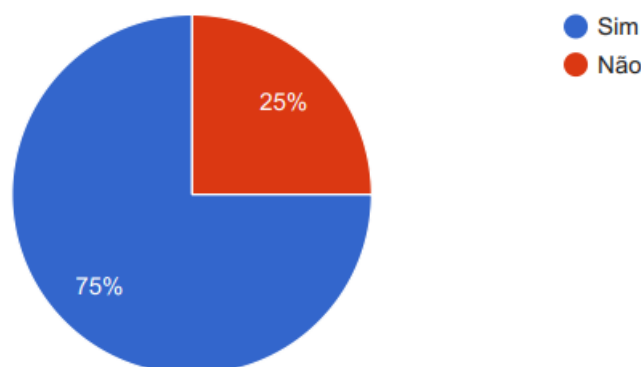


GRÁFICO 1 – Militares que serviram em OM de selva ou são especialistas de comunicações

Fonte: O autor (2023)

Este número aumenta quando se trata da participação em operações na selva e/ou operações aeromóveis e acaba englobando mais militares, mesmo aqueles que não serviram em OM de selva ou são de comunicações cerca de 86% já participaram de operações semelhantes ao objeto de estudo deste trabalho conforme gráfico que se segue.

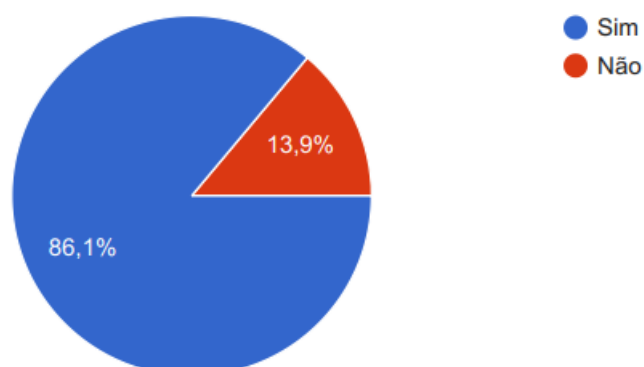


GRÁFICO 2 – Militares que participaram de alguma operação na selva e/ou operação aeromóvel

Fonte: O autor (2023)

Em seguida, buscou-se a informação se os militares que responderam o formulário tinham o conhecimento da existência ou não de um planejamento de emprego de meios de comunicação rádio no contexto da operação. Visando um entendimento sobre a importância dada previamente à manutenção do enlace rádio

ao longo do período da operação e também identificar qual faixa de frequência foi mais utilizada. Mais de 80% respondeu que sim, havia um planejamento, 2,8% que não havia um planejamento e quase 17% desconhecia a existência de um planejamento específico para o emprego dos meios de comunicações.

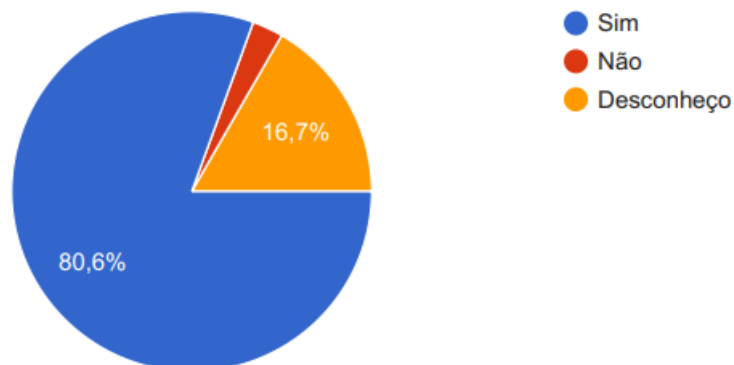


GRÁFICO 3 – Militares que serviram em OM de selva ou são especialistas de comunicações

Fonte: O autor (2023)

Com o intuito de delimitar melhor os questionamentos, o pesquisador perguntou se os militares já haviam participado de alguma operação envolvendo os rádios de alta frequência Harris Falcon II, presente em diversas OM de selva ou os rádios HF que estão presentes nas aeronaves da AvEx.

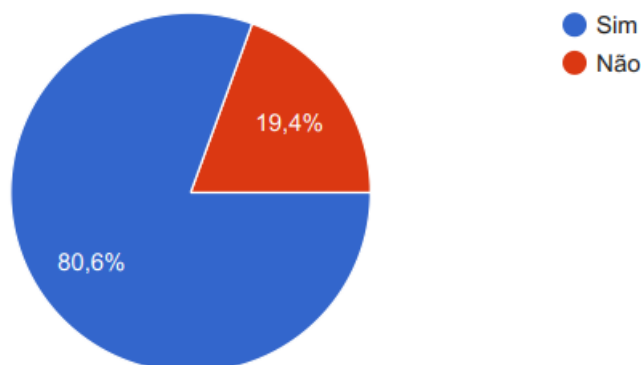


GRÁFICO 4 – Participação em operação com a utilização do rádio HF Falcon II ou rádios HF das aeronaves da Aviação do Exército.

Fonte: O autor (2023)

Atrelado a este questionamento anterior, houveram outros dois que abordaram se o resultado atingido com o emprego dos equipamentos rádio foram satisfatórios e, se não foram, qual seria o motivo. Neste caso o pesquisador vislumbrou identificar a situação atual do emprego deste meio de comunicação, obtendo o a proporção de 54,8% para resultado esperado e 45,2% para resultado insatisfatório.

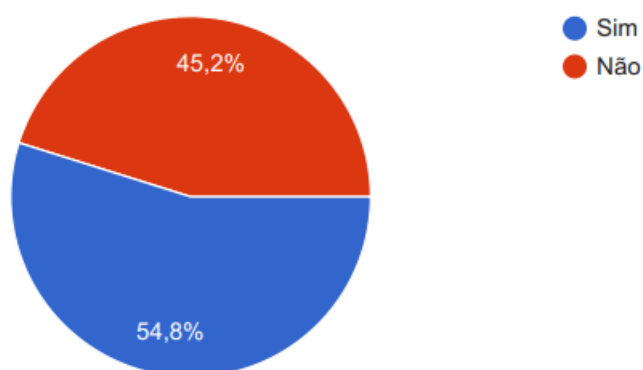


GRÁFICO 5 – Resultado adequado do emprego do rádio HF Falcon II ou rádios HF das aeronaves da Aviação do Exército durante a participação em operação.

Fonte: O autor (2023)

Em relação a este cenário de quase metade das respostas terem apresentado um desempenho insatisfatório da operação do rádio foi perguntado sobre o possível motivo para este resultado abaixo do ideal de acordo com as opções disponibilizadas para escolha e as respostas foram as seguintes:

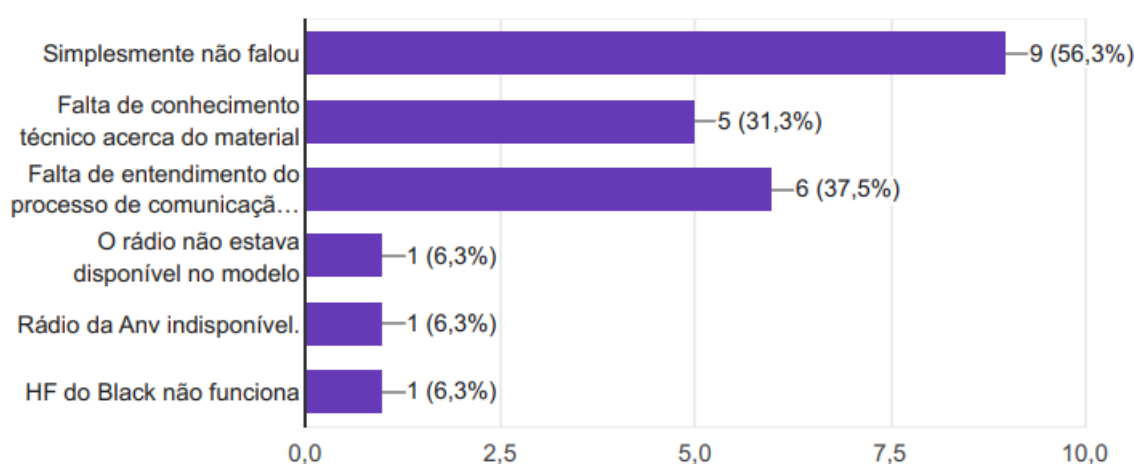


GRÁFICO 6 – Motivos pelo qual houve resultado abaixo do esperado no emprego do rádio HF Falcon II ou rádios HF das aeronaves da Aviação do Exército durante a participação em operação.

Fonte: O autor (2023)

No que tange à expectativa dos militares em relação ao emprego dos rádios de comunicação HF foram feitos alguns questionamentos que buscaram identificar se há, na opinião dos militares, a convicção de que o mecanismo de comunicação objeto do estudo seria capaz de atender a alguns cenários que ocorrem nas operações de um batalhão de infantaria de selva no contexto de operações aeromóveis. Inicialmente foi perguntado se eles acreditam que este meio de comunicação pode ser útil em operações na selva em especial aquelas com apoio da Aviação do Exército e todos responderam que sim, podem ser úteis.

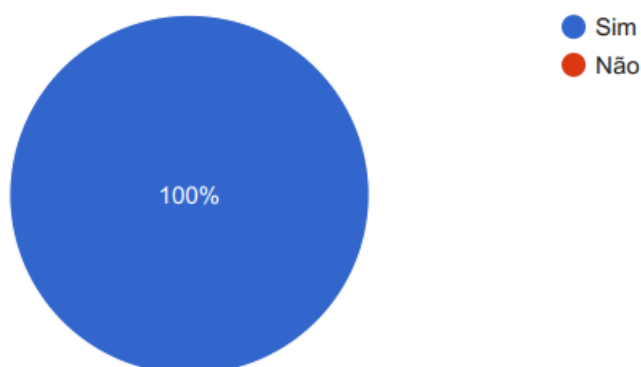


GRÁFICO 7 – Rádios HF bem configurados e com planejamento adequado podem ser úteis em operações na selva em especial com apoio da Aviação do Exército
Fonte: O autor (2023)

Neste mesmo contexto, levantou-se a questão de uma situação em que uma fração estivesse isolada no terreno (podendo ser por uma situação planejada ou pela conduta durante a operação) se ela conseguiria se comunicar com o escalão superior através da comunicação rádio HF.

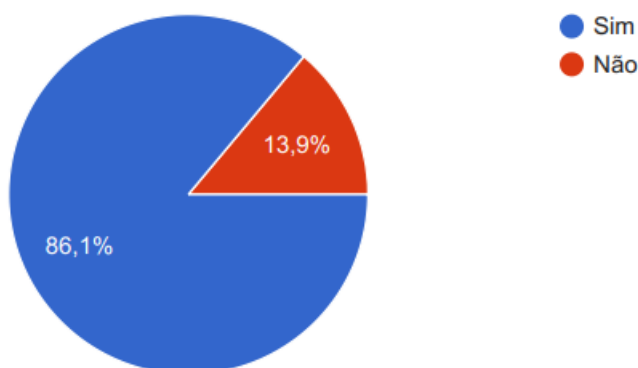


GRÁFICO 8 – Possibilidade de comunicação em segurança de uma fração isolada em ambiente de selva com seu escalão superior
Fonte: O autor (2023)

Logo na sequência foi feito o questionamento se os militares acreditam que a comunicação rádio através das ondas celestes poderiam contribuir ou não para a função de combate comando e controle em seus diversos níveis. Sendo a resposta positiva escolhida por quase a totalidade dos participantes.

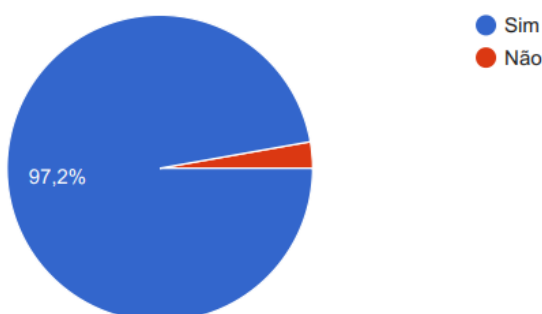


GRÁFICO 9 – Contribuição da comunicação rádio HF para o comando e controle dos comandantes em seus diversos níveis de uma operação aeromóvel em ambiente de selva

Fonte: O autor (2023)

Com relação as capacidades existentes nos equipamentos rádio presentes em OM de selva e nas aeronaves da aviação do exército, foi perguntado se elas oferecem um adequado nível de segurança com pensamento no combate atual em que a Guerra Eletrônica se reveste de suma importância.

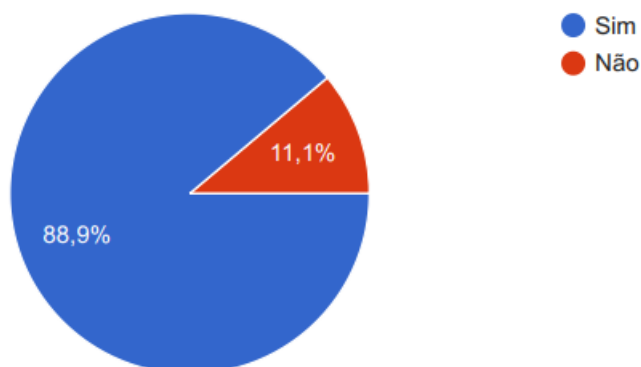


GRÁFICO 10 – Rádios HF existentes nas OM de selva e nas aeronaves da Aviação do Exército oferecem segurança adequada para as operações militares atuais, com ênfase em Guerra Eletrônica.

Fonte: O autor (2023)

Ainda durante os questionamentos foi perguntado se os militares acreditam que os rádios HF disponíveis para as operações são bem utilizados em termos de quantidade e qualidade.

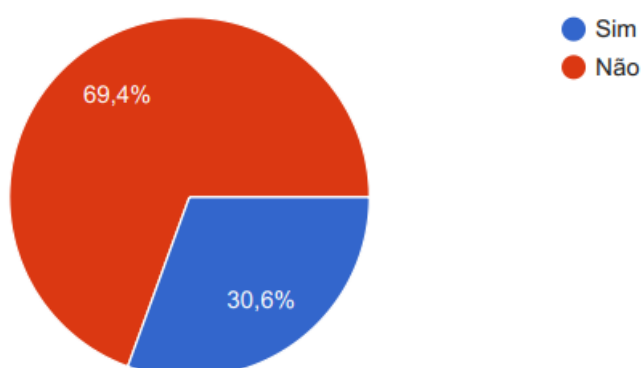


GRÁFICO 11 – Existência de boa utilização em termos quantitativos e qualitativos dos rádios HF Falcon II e/ou rádios HF das aeronaves da AvEx.

Fonte: O autor (2023)

Ainda durante o questionário, disponibilizou-se a oportunidade para os militares elencarem, com as suas palavras e de acordo com os seus conhecimentos

e as suas experiências, quais são as principais possibilidades e as limitações da utilização dos meios de comunicação HF em operações aeromóveis no ambiente de selva. Onde buscou-se colher da maneira mais personalizada possível essas características visando fundamentar o atingimento dos objetivos deste estudo.

Dentre as possibilidades identificadas pelos militares cabe destacar que 9 (nove) deles citaram a capacidade de realizar o enlace rádio em longas distâncias como forma complementar de transmissão que outras faixas de frequência não atendem. Logo em seguida, com 8 (oito) respostas, foi destacada a importância para a execução do comando e controle através da comunicação das frações empregadas com o escalão superior. Ainda foram citadas nas respostas com menos destaque as possibilidades de transferência de dados, coordenações das aeronaves com as tropas de superfícies em solo, utilização das capacidades de criptografia e modo ALE existente em alguns rádios do EB, utilização do site VOACAP para planejamento da melhor faixa de frequência para o período da operação e hora do dia e por fim a utilização dos meios para possíveis emergências da ordem de saúde com necessidade de evacuação imediata.

Já em relação às limitações encontradas pode-se destacar como a mais citada com 11 (onze) registros o desconhecimento técnico acerca do material, do processo de comunicação através de ondas ionosféricas e da operação dos equipamentos por parte dos operadores. Como segundo item mais lembrado como limitação encontra-se a instalação correta da antena dipolo apontada 5 (cinco) vezes. Merecem destaque também as características do ambiente (vegetação densa e necessidades de ambientes abertos) e a disponibilidade dos rádios, em especial o rádio HF da Anv HM-2 Black-Hawk que está desabilitado e sem previsão de ser disponibilizado que foram citados em 4 (quatro) respostas. Outros pontos levantados foram falhas no planejamento, volume dos equipamentos rádio para serem conduzidos através da selva e a existência da zona de silêncio existente neste modal.

Por fim, o último questionamento da pesquisa foi direcionado para identificar possíveis considerações acerca da utilização dos meios de comunicação HF em operações aeromóveis na selva com base nas experiências vivenciadas pelos militares participantes da pesquisa. Cabe destacar o provável baixo conhecimento e adestramento dos militares da Aviação do Exército e dos militares em geral no planejamento e operação dos equipamentos rádio HF existentes no EB. Por conta disso, a consideração mais utilizada como encerramento do questionário foi a de

que se tenham mais instruções e com melhor qualidade acerca do material alvo de estudo deste trabalho para que o BIS possa explorá-lo da melhor forma em operações aeromóveis no ambiente de selva.

4. DISCUSSÃO

Levando em consideração a pesquisa realizada, através da revisão de literatura e dos resultados obtidos no questionário aplicado a diversos militares é viável afirmar que a utilização de meios de comunicações de alta frequência não é explorada em sua plenitude, ou seja, não estão sendo empregadas todas as suas capacidades tanto em termos quantitativos, pela simples baixa utilização, como em termos qualitativos pela sua exploração deficiente em vistas aos resultados obtidos.

Na amostra obtida, foi possível constatar que a maioria dos militares que responderam o questionário tiveram experiências em operações em ambiente de selva, da mesma forma quase 90% dos entrevistados afirmaram que realizaram operações neste ambiente com a utilização de meios de comunicações HF para a aplicação do C² e destaca-se que mais da metade informou que os resultados obtidos não foram adequados.

Em consonância a este fato, faz-se necessário considerar que a relativa dependência do comportamento adequado das camadas da atmosfera são um fator complicador para a utilização deste modal de comunicações através de ondas ionosféricas. O estabelecimento de enlace rádio por meio de ondas atmosféricas tem seu grau de dificuldade, porém isto é conhecido e, conforme vimos nos capítulos anteriores, pode ser superado através de um bom planejamento.

Outro fator importante que cabe destaque é o de que, por ocasião do insucesso no estabelecimento do enlace rádio, os motivos pelos quais a comunicação não foi alcançada foram desconhecidos ou pela falta de conhecimento técnico do material ou ainda pela falta de entendimento acerca do modal de comunicação através de ondas ionosféricas em seu sentido amplo e geral.

Ainda conforme o questionário aplicado, pôde-se identificar que os militares possuem convicção de que a comunicação através de rádios HF tem capacidade de colaborar decisivamente com a função de combate C², aumentando assim a

possibilidade de ação de comando e intervenções oportunas durante as conduções das operações militares em ambiente de selva frente às quaisquer situações de combate que se apresentem respeitando ainda medidas de proteção eletrônica.

Conforme visto na revisão da literatura os equipamentos destacados neste estudo possuem boas capacidades e total compatibilidade entre si. Suas características, como o estabelecimento automático de enlace, capacidade de criptografia, salto de frequência entre outras especificações técnicas e militares como vedação, durabilidade e rusticidade são necessárias aos materiais de emprego militar de comunicação. Tais características foram reforçadas no questionário quando quase 90% dos militares atestaram que os equipamentos disponíveis nas OM de selva e aeronaves da AvEx reúnem condições necessárias para realizar uma comunicação segura e confiável no contexto de operações militares.

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar a literatura existente e identificar as possibilidades e limitações atuais do emprego dos meios de comunicação HF a fim de concluir sobre a melhor maneira de um BIS empregá-lo em Op Amv.

Inicialmente, a revisão da literatura realizada buscou caracterizar o ambiente de inserção do estudo. O ambiente de selva por sua vez evidenciou que as dificuldades de um BIS em realizar o C² através das comunicações eficientes em quaisquer tipos de operações, incluindo as aeromóveis, são desafiadoras o que reforçou a importância deste estudo e a importância do apoio de aeronaves para a atuação eficiente e em tempo hábil de uma OM de selva em toda extensão territorial da região amazônica.

Em seguida, observaram-se quais eram as capacidades de um BIS em cumprir operações na selva e como ele se enquadra e realiza a sua participação em operações aeromóveis em conjunto com as forças de helicópteros em especial as do 4º BAvEx. Além disso, foram expostas algumas das características principais que fazem das operações aeromóveis uma importante operação complementar

realizada pela Força Terrestre. Por conseguinte houve a identificação do tamanho do desafio encontrado nas condicionantes deste trabalho.

Por conta da atual importância nos conflitos, foram observados alguns princípios fundamentais de guerra eletrônica. Desta forma, pôde-se analisar o quão os rádios HF, focos deste estudo, estão enquadrados e atendendo aos preceitos de proteção eletrônica através das suas capacidades e conclui-se que eles trazem capacidades adequadas neste quesito no contexto de operações militares em especial as operações aeromóveis em ambiente de selva.

Como escopo deste trabalho foram estudadas as camadas atmosféricas buscando identificar em especial o comportamento da ionosfera. O que se pôde notar é que sua natureza é de extrema mutação contínua com relação direta aos níveis de incidência da irradiação solar sobre a ionosfera podendo ser um fator determinante para a execução do enlace rádio. Para tal condicionante foi observado que existem condições propícias e ferramentas que podem auxiliar na previsão de suas mudanças e predição dos planejamentos das operações.

Por fim, com base em todos os aspectos abordados nesta pesquisa é possível afirmar com propriedade que o BIS tem capacidade de operar na selva no contexto de operações aeromóveis utilizando-se dos equipamentos rádio HF (Falcon II) para obter uma comunicação a longas distâncias, com segurança eletrônica, possibilitando um eficiente e oportuno C² em todos os níveis. Cabe ressaltar que algumas limitações existirão em função das abruptas mudanças climáticas (relativamente comuns na região amazônica), e também por conta da necessidade de se buscar uma posição favorável dentro da selva que possibilite uma irradiação suficiente para a concretização do enlace.

Embora o presente trabalho não tenha o objetivo de esgotar o assunto, nota-se que o emprego de meios de comunicações HF é de suma importância para um Batalhão de Infantaria de Selva estar plenamente capacitado para cumprir missões aeromóveis. Trata-se, portanto, de um assunto relevante para as operações militares, cabendo a continuidade de estudos que possibilitem o aprimoramento deste modal de comunicação e o acompanhamento das evoluções tecnológicas que possam complementar ou até mesmo substituir tal alternativa para C² a longas distâncias.

REFERÊNCIAS

- AMENDOLA, Giuseppe Vitorio. **Análise do comportamento da ionosfera a partir de medidas em HF**. Rio de Janeiro: 2003.
- BISPO, M. N.. **Análise do Canal Ionosférico de Rádio-Propagação na Faixa de HF**. Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro: 2000.
- BRASIL. Comando de Operações Terrestres. **EB70-CI-11.403 Medidas de Proteção Eletrônica**. 1.ed. Brasília: 2014.
- _____. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.218 Operações Aeromóveis**. 2. ed. Brasília: 2022.
- _____. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.223 Operações**. 5.ed. Brasília: 2017.
- _____. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.241 As Comunicações na Força Terrestre**. 1.ed. Brasília: 2018.
- _____. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.246 As comunicações nas operações**. 1.ed. Brasília: 2020a.
- _____. Estado-maior do Exército. **C 24-18 Emprego do rádio em campanha**. 2.ed. Brasília: 1997a.
- _____. Estado-maior do Exército. **C 72-20 O Batalhão de Infantaria de Selva**. 1.ed. Brasília: 1997b.
- _____. Estado-maior do Exército. **EB20-C-07.001: Catálogo de Capacidades do Exército 2015 - 2035**. Brasília, DF, 2015.
- _____. Ministério da Defesa. **MD33-M-02 Manual de abreviaturas, siglas, símbolos e convenções cartográficas das Forças Armadas**. 4.ed. Brasília: 2021.
- _____. Ministério da Defesa. **MD35-G-01 Glossário das Forças Armadas**. 5. ed. Brasília: 2015.
- _____. Ministério da Defesa. **Política de Defesa Nacional e Estratégia Nacional de Defesa 2020-2023**. Brasília: 2020b.
- COLLINS. Rockwell. **HF-9000 High-Frequency Communications System**. Cedar Rapids: 2004.
- DXCB. **Lição 2 – A Terra e a sua ionosfera**. Disponível em:

<https://www.ondascurtas.com/cursos/propagacao/a-terra-e-a-sua-ionosfera/>. Acesso em: 09 de março de 2023.

ECOAMAZÔNIA. **Divisas e Fronteiras da Amazônia**. 2018. Disponível em: <https://www.ecoamazonia.org.br/2018/02/divisas-fronteiras-amazonia/>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

EDITORIA CONCEITOS.COM. **Conceito de Ionosfera**. 2018. Disponível em: <https://conceitos.com/ionosfera/>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

HARRIS. **MPR-9600 Rádio HF Tático Avançado: Manual de Operação**. New York: 2012.

LAKATOS, Maria Eva. MARCONI, Maria de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. 8ed. São Paulo. Revista e Ampliada. Atlas, 2017.

RAISA. **Propagação HF: Rádio propagação ionosférica**. 2021. Disponível em: <https://www.raisa.com.br/propagacao-hf-radio-propagacao-ionosferica>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.

ROCHESTER. **HARRIS recebe encomenda de 14 milhões de dólares de radiocomunicações do Ministro da Defesa do Brasil**. Nova Iorque: 2011. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/135/harris-recebe-encomenda-de-14-milhoes-de-dolares-de-radiocomunicacoes-do-ministro-da-defesa-do-brasil/>. Acesso em: 09 de março de 2023.

TARTUCE, Terezinha Jesus Afonso. **Métodos de Pesquisa**. Fortaleza: Unice – Ensino Superior, 2006. (Apostila).