



ESCOLA DE SARGENTOS DE LOGÍSTICA
CURSO DE FORMAÇÃO E GRADUAÇÃO DE SARGENTOS
CURSO DE MANUTENÇÃO DE COMUNICAÇÕES
PROJETO DE PESQUISA



ANA BEATRIZ DE OLIVEIRA FAVERO
LUCAS VINICIUS NOGUEIRA PACHECO
HILGNER LOPES PEREIRA
MANUELA AZEREDO DOS SANTOS
MAYGLANNE CRISTINA BARBOSA DA COSTA LIMA

2º SARGENTO LUIZ EDUARDO SILVA DA CONCEIÇÃO (ORIENTADOR)

UTILIZAÇÃO DOS RÁDIOS HF EM AMBIENTE OPERACIONAL DE SELVA

RIO DE JANEIRO

2022

ANA BEATRIZ DE OLIVEIRA FAVERO
LUCAS VINICIUS NOGUEIRA PACHECO
HILGNER LOPES PEREIRA
MANUELA AZEREDO DOS SANTOS
MAYGLANNE CRISTINA BARBOSA DA COSTA LIMA

UTILIZAÇÃO DOS RÁDIOS HF EM AMBIENTE OPERACIONAL DE SELVA

Projeto de Pesquisa apresentado à Escola de Sargentos de Logística - Es S Log como requisito parcial de conclusão do Curso de Formação e Graduação de Sargentos de Manutenção de Comunicações.

Orientador: 2º Sargento **Luiz** Eduardo **Silva** da Conceição.

RIO DE JANEIRO

2022

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

RELAÇÃO DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. JUSTIFICATIVA.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 OBJETIVO GERAL.....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	10
4.1 EMPREGO DO RÁDIO.....	10
4.2 FAIXAS HF, VHF E UHF.....	10
4.3 FAIXAS HF.....	11
4.4 OPERACIONALIDADE DO RÁDIO EM AMBIENTE DE SELVA.....	13
5. METODOLOGIA.....	14
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	15

RESUMO

O Exército como uma das instituições de maior credibilidade no País, está sempre buscando ampliar seus meios de combate e evoluir a sua tecnologia bélica para que suas operações possam ser concluídas com êxito da melhor forma possível. Devido à grande dificuldade de levar a tecnologia para a região norte do Brasil, atrapalha o desenvolvimento dessa região referente aos meios de comunicação. No ambiente de selva, aparelhos eletrônicos como GPS e até mesmo rádios, enfrentam desafios para o seu funcionamento por causa do clima e tempo do lugar, havendo a necessidade de procurar solucionar esses problemas enfrentados. Assim, as organizações militares podem trabalhar para encontrar meios que possibilitem o apoio às tropas que necessitam comunicar-se com melhor desempenho na região de selva para que consigam realizar suas operações e missões com maior facilidade e menor probabilidade de falhas. Para isso, é necessário estar buscando cada vez mais conhecimento sobre os rádios, com o objetivo de melhorar o alcance e a frequência de funcionamento dos equipamentos em ambientes úmidos de alta maritimidade, o melhor material a ser empregado nos mesmos, inovando a sua engenharia. As instituições militares já estão empregando tecnologias bem mais avançadas em seus equipamentos, e essa constante evolução de conhecimento técnico e científico está possibilitando o aprimoramento das ferramentas de comunicação. Desse modo, pode-se utilizar dispositivos evoluídos tecnologicamente que consigam operar com resultados positivos no ambiente de selva, como os rádios baseados na faixa HF.

Palavras-chaves: comunicação; rádios; selva; faixa HF.

ABSTRACT

The Army, as one of the most credible institutions in the country, is always for looking ways to amplify its combat power and update its military technologies so its operations can achieve success in the best way possible. Due to the enormous difficulty to transport technology to the North Region of Brazil, the development of this zone is affected regarding the communication means. In the jungle environment, electronic devices like GPSs and even radios, face challenges in their operation because of the climate in the region. And, so it's necessary to find solutions to stand up to these shortcomings. In this matter, the military organizations must work to find o create means to allow aid to the troops that need to communicate in their best performance so they can complete their operations with ease and with fewer mistakes. Thus, it's essential to explore more about radios, their best frequency in humid environments with high maritime, the optimal material to be utilized in those electronics, innovating its engineering. The military institutions are already employing new technologies in their equipment, and this constant evolution of technical and cientific knowledge is allowing the enhancement of tools of communication. In this way, it's possible to use technologically advanced tools so that have as a result the good operation of pieces in the jungle ambiance, such as radios that use the HF broadband.

Keywords: communication; radios, jungle; HF track.

RELAÇÃO DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Diferença entre HF, VHF e UHF (BRASIL, 1997).....	11
Tabela 2. Características das faixas de frequência (BRASIL, 1997).....	11
Figura 1. Alcance estimado do Equipamento HF (BRASIL, 1997).....	12

1. INTRODUÇÃO

Comunicações é a arma que dentre todas as demais, incluindo o quadro de material bélico e também o serviço de intendência, que mais se desenvolveu tecnologicamente nas últimas décadas, como pode ser observado com a chegada das comunicações globais e da internet na vida cotidiana. As armas, o quadro e o serviço são conjuntos de pessoal e meios organizados em unidades de acordo com as suas funcionalidades, que desenvolvem atividades específicas nas operações (BRASIL, 2014).

As Comunicações, a Arma do Comando, proporcionam as ligações necessárias entre os elementos da Força Terrestre, antes, durante e após as operações. Ademais, atua no controle do espectro eletromagnético, por meio das atividades de Guerra Eletrônica, para impedir ou dificultar as comunicações do inimigo, promover as próprias comunicações e obter informações. (BRASIL, 2014)

Dentre os fatores principais do elemento comunicações em apoio ao combate pode-se dizer que viabiliza rapidez, confiança e segurança na transmissão de informações de combate e de decisões do comando (BRASIL, 2014).

Para isso os seus sistemas devem possibilitar o comando e o controle, além de proporcionar ligações efetivas a todos os escalões desdobrados no Teatro de Operações/Área de Operações. Os meios de comunicações empregados, bem como a maneira de utilizá-los, precisam ajustar-se às diversas situações de combate. Cada escalão ou nível de comando dispõe de tropas e equipamentos orgânicos ou reunidos de forma modular necessários para instalar, explorar e manter as comunicações imprescindíveis ao cumprimento da missão (BRASIL, 2014).

As comunicações sempre terão de se adaptar ao ambiente operacional ao qual encontram-se empenhadas. O emprego do equipamento certo no ambiente certo é imprescindível para o sucesso das operações, todavia, em alguns ambientes operacionais, nem mesmo os meios tradicionais podem suprir os desafios exigidos. A selva amazônica é um ambiente operacional com características próprias e sendo assim, demanda que todo e qualquer equipamento que seja utilizado neste ambiente seja adaptativo ao meio. Por estar situado num grande vazio demográfico de proporções continentais, cercada de sua floresta tropical, não conta, muitas vezes, com possibilidades de se realizar um apoio de comunicações dos mais eficientes. (BARBOSA JÚNIOR, 2020).

E se tratando de Amazônia, com tamanha relevância, aumenta ainda mais, por ser prioridade para o Exército Brasileiro, na manutenção da soberania nacional. Uma região de valor incomensurável, de beleza exuberante e de difícil controle pela sua extensão e dificuldade de acessibilidade. (PERES, 2018).

Dentre os fenômenos de propagação de ondas de rádio em ambientes naturais que podem ocorrer na selva, o mais observado é o da absorção, que vale na perda de parte da energia da onda propagada para o meio, no caso, as árvores muito abundantes (BRASIL, 1997). Nesse caso, as propagações mais afetadas são aquelas que feitas por ondas espaciais, como as ondas da faixa de frequência VHF e UHF (BARBOSA JÚNIOR, 2020).

O interesse no uso da banda de Ondas Curtas (ou HF, do inglês High Frequency) em telecomunicação aumentou significativamente na última década, principalmente devido ao desenvolvimento de novos padrões para telecomunicação militar em HF, assim como com a expansão da radiodifusão digital na faixa HF (DINIZ, 2021).

2. JUSTIFICATIVA

A escolha do presente tema como objetivo de estudo justifica-se por ser um assunto de extrema importância, não apenas dentro do Exército Brasileiro, como também para populações urbanas que habitam esses ambientes de selva, com dificuldade de acesso as tecnologias presentes nas grandes metrópoles nacionais do país.

Várias partes da região amazônica, estão situadas a uma longa distância dos centros urbanos do Brasil. E devido a esse isolamento geográfico, ocasiona-se também um isolamento tecnológico, dos meios básicos, como telefonia e internet. Especificamente, o que causa essa dificuldade da propagação tecnológica na região, são as áreas de floresta amazônica, vegetação densa e os inúmeros rios pertencentes a floresta. Dificultando a instalação de fibras ópticas ou até mesmo torres de rádio. Neste contexto, ver-se a necessidade da utilização de sistemas de telecomunicação digital em HF (do inglês, *High Frequency*, ou Ondas Curtas do português), para que provenha serviços de comunicações na região de selva.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Mostrar como a arma de Comunicações utiliza a funcionalidade e o alcance dos rádios modelo HF para atuar em regiões de operacionalidade reduzida como a Selva Amazônica.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as características do rádio, quais são as vantagens de sua utilização;
- Mostrar as vantagens da utilização dos rádios que empregam as ondas curtas (high frequency);
- Apontar a relevância da preservação do território da Amazônia, seu papel para a manutenção da soberania nacional e a conservação de suas riquezas naturais;
- Explicar as vantagens e as desvantagens do uso de rádios HF em ambientes com especificidades que dificultam a transmissão como a Selva.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 EMPREGO DO RÁDIO

O rádio constitui o principal meio de comunicação de muitas unidades. É essencial entre pontos separados por grandes massas d'água, territórios ocupados pelo inimigo, terreno difícil de construir linhas, entre outros. A sua utilização pode ser feita para: direção de tiro, troca de informações, ligação entre unidades e entre comandos (BRASIL, 1997).

Nos sistemas de radiocomunicações, a energia de radiofrequência é gerada por um transmissor, que alimenta uma antena transmissora, através de uma linha de transmissão. A antena transmissora irradia essa energia no espaço em velocidade próxima da luz. A antena receptora absorve uma parte dessa energia e a transmite para o aparelho receptor, através de outra linha de transmissão. (BRASIL, 1997).

O conceito de polarização é importante quando for necessário decidir qual escolher qual tipo de antena será utilizada. Quanto a polarização, o manual recomenda que se utilize a polarização vertical para a faixa HF. Visto que as linhas de emissão eletromagnética são perpendiculares e dessa forma a onda se utiliza da propagação por ondas terrestres tendo, dessa forma, o mínimo de atenuação possível. Para obter um melhor enlace, deve-se utilizar tanto a antena receptora quanto a de transmissão devem possuir a mesma polarização (PINHEIRO, 2020).

4.2 FAIXAS HF, VHF E UHF

HF- Possui material mais barato. A utilidade das transmissões de ondas curtas na facilitação da comunicação de longa distância, porém ela é mais vulnerável, pois dispositivos eletrônicos podem criar interferência nas bandas de alta frequência. Os equipamentos na faixa de HF são utilizados para comunicações por voz e com baixa capacidade para transmissão de dados, permitindo apenas transmissão de pequenas mensagens de texto e de geolocalização. Os principais rádios utilizados pelo Exército Brasileiro nessa faixa de frequência atualmente são os MPR9600 E RF-7800H-MP da Harris;

VHF- Melhor propagação de sinal em local aberto e em longas distancias, devido formato da onda de rádio frequência de propagação mais curta. Em contra partida, em local fechado essa propagação já é mais restrita, ou seja, não funciona muito bem. A sua bateria tem uma longa vida útil e mais autonomia. Os equipamentos na faixa de VHF são utilizados para comunicações por voz e oferecem boas condições para transmissão de dados, permitindo transmissão de mensagens de texto, de geolocalização e de imagens. O Principal rádio utilizado pelo EB é o 7800V-HH da Harris;

UHF- Menor propagação de sinal em local aberto, porém quando se falar em local fechado, o alcance desse sinal é elevado. É indicado para grandes centros urbanos, prédios. Há menos chances de interferência porque existem menos transmissores operando em frequência que pode causar problemas. São utilizados para comunicações por voz e oferecem ótimas condições para transmissão de dados, permitindo transmissão de mensagens de texto, voz sobre IP (VoIP), geolocalização, imagens e de vídeos. Os principais rádios utilizados são o APX2000 da Motorola e 7800S-TR (SPR) da Harris.

Tabela 1 – Diferença entre HF, VHF e UHF.

DIFERENÇA ENTRE HF, VHF E UHF		
Frequência	Designação das faixas	Sigla
3 A 30MHz	Ondas decamétricas	HF (ALTA)
30 a 300MHz	Ondas Métricas	VHF (MUITO ALTA)
300 a 3000MHz	Ondas Decimétricas	UHF (ULTRA ALTA)

Fonte C 24-18 Emprego do Rádio em Campanha (BRASIL, 1997); modificado.

Tabela 2 – Características das faixas de frequência.

Faixa	ALCANCE		POTENCIA
	Terrestre (km)	Espacial(km)	Kw
HF	0 a 83	161 a 12.872	De 0,5 a 5
VHF	0 a 48	83 a 241	0,5 (máximo)
UHF	0 a 83	-	0,5(máximo)

Fonte C 24-18 Emprego do Rádio em Campanha (BRASIL, 1997); modificado.

4.3 AS FAIXAS HF

As faixas de HF contam com as frequências de 3 MHz a 30 MHz, também conhecidas como altas frequências e possuem comprimentos de onda entre 100 metros e 10 metros (BRAGA, 2012). As ondas em HF são sempre susceptíveis a reflexão na ionosfera, desse modo retornando para a Terra, por esse motivo é uma faixa utilizada para radiodifusão à longa distância. A qualidade da transmissão nessa porção do espectro depende muito diretamente das características da ionosfera (RIBEIRO, 2018).

A potência da antena dos rádios HF é medida através do Watts, como mostra a figura 1. O W (que significa Watt) é uma unidade de energia da SI (sistema internacional de unidades), ela mede a potência de sistemas mecânicos ou elétricos, onde a energia é produzida. Seu valor indica a quantidade de energia em joules (J) que é convertida em um segundo. Ou seja, quanto maior o Watt maior será o consumo de energia.

- 1 (um) W(watt) É equivalente a 1 joule (1 J / s).
- 1(um) Kw(quilowatt) É equivalente a Mil watts
- 1 (um) MW(megawatt) É equivalente a um milhão de Watts
- 1(um) GW(gigawatt) É equivalente a um bilhão de Watts

Figura 1 – Alcance estimado do Equipamento HF.

HF (ANTENA VERTICAL)			
PONTÊNCIA \ ÁREA	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		

Fonte C 24-18 Emprego do Rádio em Campanha (BRASIL, 1997)

Através da sondagem ionosférica determinou-se que existem 4 camadas distintas na ionosfera, classificadas em função da altura e de suas intensidades de ionização. Estas camadas são denominadas camadas D, E, F1 e F2. A camada F, que nos interessa nesse estudo, compreende as alturas entre 140 a 1000 km. Durante o dia divide-se nas camadas F1 (140 até 200 km) e F2 (200 até 1000 km), sendo esta a mais altamente ionizada e a mais utilizada nas radiocomunicações à longa distância. O grau de ionização apresentado por esta camada tem uma variação dia a dia. A intensidade de ionização atinge um máximo à tarde e vai decrescendo gradativamente através da noite. A elevação da densidade de íons pela manhã é muito rápida e, sendo baixa a recombinação, esta alta densidade de íons persiste (POOLE, 2002).

As radiodifusões em HF são popularmente conhecidas como “ondas curtas”. Como vantagem da radiodifusão em ondas curtas pode-se citar: o alcance em diversas áreas do planeta, onde a internet não chega, o baixo custo dos equipamentos em relação aos que utilizam as comunicações via satélite, a portabilidade e miniaturização desses equipamentos e a possibilidade de romper questões de censura governamentais (MARTINS, 2015).

4.4 OPERACIONALIDADE DO RÁDIO NO AMBIENTE DE SELVA

O emprego do equipamento certo no ambiente certo é imprescindível para o sucesso das operações, contudo, em alguns ambientes operacionais, nem mesmo os meios tradicionais podem suprir os desafios impostos. A selva amazônica é um ambiente operacional com

características próprias e sendo assim, demanda que todo e qualquer equipamento que seja utilizado neste ambiente seja adaptativo ao meio. Por estar situado num grande vazio demográfico de proporções continentais, cercada de sua floresta tropical, não conta, muitas vezes, com possibilidades de se realizar um apoio de comunicações dos mais eficientes (BARBOSA JUNIOR, 2020).

Dentre os fenômenos de propagação de ondas de rádio em ambientes naturais que podem ocorrer na selva, o mais observado é o da absorção, que consiste na perda de parte da energia da onda propagada para o meio, no caso, as árvores muito abundantes (BRASIL, 1997). Nesse caso, as propagações mais afetadas são aquelas que feitas por ondas espaciais, como as ondas da faixa de frequência VHF e UHF, normalmente utilizadas em equipamentos rádio no âmbito de Subunidades e Pelotões, em operações, quando não destacados. Porém, quando destacada, essa fração, pode necessitar entrar em contato com seu Escalão Superior e, dependendo de sua localização, precisará de equipamentos que modulem as suas ondas em Alta Frequência (HF) (BARBOSA JUNIOR, 2020).

A Alta Frequência é uma faixa que designa ondas de 3 a 30 MHz (ondas decamétricas) (BRASIL, 1997). A sua difusão pode ser espacial, no caso ionosférica e terrestre, podendo atingir 83 Km no primeiro e entre 161 e 12.872 Km no segundo, com uma antena omnidirecional (BRASIL, 1997).

Os mecanismos de propagação básicos em meios naturais podem ser divididos em dois componentes, quais sejam, onda terrestre e onda espacial. Onde está última pode ser destacada, a onda espacial é uma onda característica dos enlaces de Alta Frequência por ondas ionosféricas, que ocorrem por refrações sucessivas na ionosfera terrestre, sofrendo fortemente influenciada por sua atmosfera (BRASIL, 1997).

5. METODOLOGIA

Para a realização do trabalho, foram realizadas as seguintes etapas:

- Pesquisa Bibliográfica: foram realizadas pesquisas nos mais diversos websites, trabalhos de conclusão, artigos científicos e manuais do exército brasileiro, a partir disso foi realizado uma combinação de ideias retiradas dessas diversas fontes de consulta, buscando uma relação lógica entre elas, a fim de apresentar um trabalho com riqueza de informações.

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA JÚNIOR, Rogério Gomes. **Sistema tático de comunicações de BDA e/ou DE: estudo para melhoria das comunicações táticas na faixa HF em apoio às operações de brigada de infantaria de selva.** 2020.

BRAGA, N. **Telecom-I Radiocomunicações.** São Paulo, 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.102: Doutrina Militar Terrestre.** 1. ed. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Defesa. Estado-Maior do Exército. **C 24-18: Manual de Campanha: Emprego do Rádio em Campanha.** 4. ed. Brasília, DF, 1997.

DE OPERAÇÕES TERRESTRES, Brasil Exército Comando. **Companhia de Precursores Paraquedista.** 2022.

DINIZ, Rafael; FARIAS, Mylène CQ. **Enlaces de rádio de longa distância usando uma banda de HF.** arXiv e-prints , p. arXiv: 2106.12187, 2021.

MARTINS, R. M.. **Estudo das características ionosféricas para ondas curtas utilizando Rádio Definido por Software.** In: IX FEPEG - Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão, 2015, Montes Claros. A Humanização na ciência, tecnologia e inovação, 2015.

PERES, Thiago Ferraz de Barros. **As comunicações no 3º Pelotão Especial de Fronteira (PEF)–Vila Bittencourt por meio do sistema integrado de monitoramento de fronteiras (SISFRON): uma proposta futura no controle de ilícitos transfronteiriços na Amazônia.** 2018.

PINHEIRO, Luciano Damitz. **Análise do emprego de equipamentos rádio HF em ambiente urbano.** 2020.

POOLE, I. **Understanding Solar Indices.** 2002.

RIBEIRO, J. A. J. **Propagação das ondas eletromagnéticas: princípios e aplicações,** 2008.

MATÉRIAS ONLINE:

Diferença entre VHF e UHF? (<https://blog.elsys.com.br/diferenca-entre-uhf-e-vhf/>). Acesso em 19 de Maio, 2022.

Consumo de energia elétrica (<https://mundoeducacao.uol.com.br/matematica/consumo-energia-eletrica.htm#:~:text=Todo%20aparelho%20possui%20uma%20pot%C3%Aancia,o%20consumo%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20>). Acesso em 19 de Maio, 2022.

Qual é a diferença entre Watt e Watt-hora? (<https://solarview.zendesk.com/hc/pt-br/articles/360053022991-Qual-%C3%A9-a-diferen%C3%A7a-entre-Watt-e-Watt-hora->). Acesso em 19 de Maio, 2022.

Qual a diferença entre os Rádios UHF e VHF - TELEDIAS TELECOM(<https://www.youtube.com/watch?v=bWXkO44YdRc>). Acesso em 19 de Maio, 2022.

Qual a diferença entre VHF e UHF? (<https://blog.mundomax.com.br/eletronicos/qual-a-diferenca-entre-vhf-e-uhf/>). Acesso em 19 de Maio, 2022.

O que é um rádio amador HF? (<https://www.netinbag.com/pt/technology/what-is-an-hf-ham-radio.html>). Acesso em 19 de Maio, 2022.

“O que é um watt?” (<https://pt.solar-energia.net/electricidade/watt>). Acesso em 19 de Maio, 2022.