



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP COM MARCOS PAULO SENA DA SILVA**

**SEGURANÇA DAS COMUNICAÇÕES:**  
ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DE MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA  
DO EQUIPAMENTO RÁDIO RF-7800-V FALCON III HARRIS E SUA  
UTILIZAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DE COMUNICAÇÕES

**Rio de Janeiro**

**2021**



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP COM MARCOS PAULO SENA DA SILVA**

**SEGURANÇA DAS COMUNICAÇÕES:**

**ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DE MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA DO EQUIPAMENTO RÁDIO RF-7800-V FALCON III HARRIS E SUA UTILIZAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DE COMUNICAÇÕES**

Trabalho acadêmico apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito para a especialização em Ciências Militares com ênfase em Gestão Operacional.

**Rio de Janeiro**

**2021**



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

**DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Autor: **Cap Com MARCOS PAULO SENA DA SILVA**

Título: **ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS DE MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA DO EQUIPAMENTO RÁDIO RF-7800-V FALCON III HARRIS E SUA UTILIZAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DE COMUNICAÇÕES.**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção do grau especialização em Ciências Militares, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ CONCEITO: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>
<b>CARLOS ANDRÉ DOS SANTOS MEIRELLES DE ANDRADE – Maj</b> Cmt Curso e Presidente da Comissão	
<b>WAGNER FARIAS FIGUEIREDO – Cap</b> 1º Membro	
<b>ROGÉRIO GOMES BARBOSA JÚNIOR – Cap 2º</b> Membro e Orientador	

**MARCOS PAULO SENA DA SILVA – Cap**  
Aluno

## RESUMO

Os conflitos modernos foram se apropriando dos meios eletrônicos disponíveis, de acordo com a evolução tecnológica, para as necessidades de Comando e Controle do combate, visando comunicações seguras, negando ao inimigo informações de interesse no âmbito da Operação. No Brasil, verificando-se a necessidade de modernizar seu meio de comunicação, foram adquiridos, pelo Ministério da Defesa, diversos equipamentos da Empresa Harris, dentre eles, o rádio RF-7800-V Falcon III. Projetado para maximizar as capacidades táticas enquanto reduz a complexidade e carga do combate, o rádio Falcon III é um material moderno e com várias tecnologias de medida de proteção eletrônica (MPE) embarcadas. As MPE são a parte da Guerra Eletrônica (GE) cujas ações visam garantir o uso efetivo do espectro eletromagnético, em relação às ações de GE do inimigo. O estudo pretende identificar as MPE presentes no rádio RF-7800-V Falcon III e relacionar com as MPE preconizadas nos manuais do Exército Brasileiro. Será realizado um questionário com os militares de comunicações, especialistas nesse tipo de material, para verificar o nível de utilização das tecnologias de MPE do rádio pela tropa. Espera-se, ao final do estudo, identificar as tecnologias de MPE que estão sendo utilizadas pelas OM Com bem como oportunidades de melhoria na utilização do rádio Falcon III portátil.

Palavras-chave: Segurança das Comunicações, Medidas de Proteção Eletrônica, Rádio Falcon III.

## **ABSTRACT**

The modern conflicts were appropriating of the available electronic means, according to the technological evolution, for the necessities of Command and Control of the combat, aim at communication's security, denying the enemy information of interest in the scope of the Operation. In Brazil, in view of the need to modernize its means of communication, several pieces of equipment from the Harris Company were acquired by the Ministry of Defense, including the RF-7800-V Falcon III radio. Designed to maximize tactical capabilities while reducing the complexity and burden of combat, the Falcon III radio is a modern material with several embedded electronic protection measurement (EPM) technologies. The MPE are part of Electronic Warfare (EW) whose actions aim to ensure the effective use of the electromagnetic spectrum, in relation to the enemy's EW actions. The study intends to identify the EPM present in Falcon III and relate with the EPM used in the manuals of the Brazilian Army. A questionnaire will be conducted with the communications military, specialists in this type of material, to verify the level of use of radio EPM technologies by the troops. It is expected, at the end of the study, to identify the EPM technologies that are being used by OM Com as well as opportunities for improvement in the use of the Falcon III portable radio.

Keywords: Communications Security, Electronic Protection Measures, Falcon III Radio.

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	06
1.1	PROBLEMA .....	07
1.1.1	<b>Antecedentes do Problema</b> .....	07
1.1.2	<b>Formulação do Problema</b> .....	07
1.2	OBJETIVOS .....	07
1.2.1	<b>Objetivo geral</b> .....	07
1.2.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	07
1.3	QUESTÕES DE ESTUDO .....	08
1.4	METODOLOGIA .....	08
1.4.1	<b>Objeto formal de estudo</b> .....	08
1.4.2	<b>Amostra</b> .....	09
1.4.3	<b>Delineamento da pesquisa</b> .....	09
1.4.4	<b>Revisão da literatura</b> .....	09
1.4.5	<b>Procedimentos metodológicos</b> .....	10
1.4.6	<b>Instrumentos</b> .....	10
1.4.7	<b>Análise dos dados</b> .....	10
1.5	JUSTIFICATIVAS .....	11
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
2.1	RÁDIO VHF NO EXÉRCITO BRASILEIRO .....	12
2.2	A SEGURANÇA NA EXPLORAÇÃO RÁDIO .....	13
2.3	MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO EXÉRCITO BRASILEIRO .....	16
2.3.1	<b>As MPE nos sistemas de comunicações (MPE Com)</b> .....	17
2.3.2	<b>Principais procedimentos de MPE</b> .....	18
2.3.3	<b>Principais tecnologias de MPE</b> .....	21
2.4	O RÁDIO HARRIS FALCON III RF-7800V .....	23
2.4.1	<b>Descrição do equipamento RF-7800V-HH Falcon III</b> .....	24
2.4.2	<b>Tecnologias MPE do rádio Harris Falcon III</b> .....	25
2.4.2.1	Segurança das comunicações .....	25
2.4.2.2	Segurança das transmissões .....	25
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	28
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES</b> .....	36
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
	<b>APÊNDICE A – Questionário sobre as Organizações Militares em que os Capitães Alunos do Curso de Comunicações do CAO/21</b> .....	40

## 1. INTRODUÇÃO

Com o avanço exponencial dos meios tecnológicos nas últimas décadas, os conflitos modernos passaram a depender, cada vez mais, dos meios eletrônicos, para obtenção e difusão de dados, e para exercer o comando e controle (C<sup>2</sup>) sobre as tropas em operações.

Os modernos equipamentos rádio desenvolvidos passaram a contar, cada vez mais, com tecnologias voltadas para a garantia da utilização do espectro eletromagnético, sem interferência inimiga, as chamadas medidas de proteção eletrônica. Com isso é negado ao inimigo acesso a dados importantes que poderiam pôr em risco o operador e a missão.

No âmbito do Exército Brasileiro (EB), a Arma de Comunicações, conforme definição encontrada no *site* oficial do EB, tem como missão proporcionar as ligações necessárias aos escalões superiores, para que estes possam exercer o comando e controle das operações, além de atuar no controle do espectro eletromagnético, por meio das atividades de Guerra Eletrônica (GE), para impedir ou dificultar as comunicações do inimigo, facilitar as próprias comunicações e obter informações. (BRASIL, 2021b)

Nesta esteira, o Ministério da Defesa adquiriu equipamentos da família Harris para as Forças Armadas, dotados de elevada tecnologia, conforme noticiou o *site* defesanet:

ROCHESTER, Nova York, 1 de março de 2011 – A HARRIS, fabricante tradicional de sistemas e de tecnologia de comunicações recebeu uma encomenda de 14 milhões de dólares do Brasil para fornecer rádios táticos das famílias Falcon II e Falcon III para as forças armadas brasileiras. [...] O transceptor RF-7800V tem a capacidade de transmitir/receber dados de alta velocidade até a taxa de 192kbps, na faixa de frequências de 30 MHz a 108MHz, com 50 Watts de potência, tornando-o o mais avançado transceptor militar em VHF. Serão fornecidos também cursos de treinamento e serviços de manutenção. [...] A família Falcon de sistemas de rádios táticos definidos por software compreende rádios portáteis, rádios de mochila e rádios veiculares. A série Falcon III foi concebida para o atendimento aos requisitos da rede integrada de rádios táticos (JTRS - *Joint Tactical Radio Systems*), bem como para as operações em redes centralizadas. (DEFESANET, 2011)

Com essa aquisição, o Exército passou a contar com um material de ponta para cumprir suas missões, contando com tecnologias de transmissão de dados e voz, além de segurança de conteúdo e de transmissão, proporcionando um enorme ganho no sistema de comando e controle nos diversos escalões da Força Terrestre.

## 1.1 PROBLEMA

### 1.1.1 Antecedentes do problema

A aquisição de rádios da família Falcon, na afirmação do Comandante do Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército Brasileiro, general de Brigada Antonino dos Santos Guerra Neto, foi idealizada com o intuito de fornecer um serviço superior em fonia e em transmissão de dados, fundamentais para o bom desempenho das diversas missões do Exército Brasileiro. (DEFESANET, 2011)

As Organizações Militares de Comunicações (OM Com), são a tropa especializada em comunicações no âmbito da Força. Nesse contexto, o estudo buscou identificar se há dificuldade na utilização do referido material de emprego militar dentro da arma do Comunicações.

### 1.1.2 Formulação do problema

Com base nesta premissa, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: As tecnologias de MPE existentes no equipamento rádio RF-7800V-HH Falcon III são utilizadas em sua plenitude pelas OM Com do Exército Brasileiro?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem com objetivo geral realizar uma análise das tecnologias de medida de proteção eletrônica (MPE) presentes no rádio RF-7800V-HH Harris Falcon III, relacionando-as com o nível de utilização dessas tecnologias pelas tropas de Comunicações com o que é preconizado pela Doutrina da Força Terrestre (F Ter), como forma de aproveitar ao máximo todas as possibilidades das tecnologias presentes no rádio, em prol da segurança das comunicações e do Comando e Controle (C<sup>2</sup>) da F Ter.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Com a análise das MPE do rádio RF-7800V-HH Harris Falcon III e dos manuais em vigor no Exército, pretende-se:

- Verificar o nível de utilização das MPE do Equipamento rádio RF-7800V-HH Harris Falcon III pela tropa de Comunicações, baseado nas tecnologias de Medida de Proteção Eletrônica preconizadas nos manuais em vigor, em especial as MPE

constantes no Caderno de Instrução EB70-CI-11.403 – Medidas de Proteção Eletrônica.

- Identificar possíveis problemas relacionados a utilização do equipamento rádio RF-7800V-HH Harris Falcon III, com ênfase na aplicabilidade das tecnologias embarcadas no material relacionadas a MPE, com a finalidade de aprimorar as comunicações na F Ter.

### 1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

a) Como é o emprego do rádio VHF para as comunicações táticas dentro do Exército Brasileiro?

b) Qual a importância de realizar uma exploração rádio segura?

c) Quais medidas de proteção eletrônicas estão presentes nos manuais em vigor no Exército Brasileiro?

d) Quais as tecnologias de proteção eletrônica o rádio Harris Falcon III RF/7800V-HH possui?

### 1.4 METODOLOGIA

#### 1.4.1 Objeto formal de estudo

O objetivo formal deste trabalho foi realizar uma análise das tecnologias de MPE do rádio Harris Falcon III portátil, para posteriormente verificar seu efetivo emprego pelas Organizações Militares nível Unidade e Subunidade de Comunicações do Exército Brasileiro.

O nível de adestramento no Falcon III portátil foi verificado através da utilização das tecnologias de MPE do equipamento rádio, por militares de Comunicações, em Operações.

Para delimitação do tempo e espaço, foram consideradas todas as operações em que os militares participantes do estudo atuaram, entre 2011 e 2020. Esse período compreende a realização eventos de grande vulto ocorridos no país, com participação ativa do Exército Brasileiro, como Rio +20 em 2012, visita do Papa Francisco durante a Jornada Mundial da Juventude 2013, Copa das Confederações FIFA 2013, Copa do Mundo de Futebol 2014, Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016, Operação Acolhida (em vigor desde 2018), Operação Verde Brasil (2019) e Verde Brasil II (2020), além da Operação COVID-19 (2020 até os dias atuais). Assim há uma maior

probabilidade da utilização do equipamento por todos os militares da amostra do estudo.

#### **1.4.2 Amostra**

A amostra é composta pelos Capitães alunos que preencherem simultaneamente os seguintes critérios: ter servido em OM Com, nível Unidade/Subunidade, detentoras do RF-7800V-HHFalcon III e ter trabalhado, direta ou indiretamente, com o referido rádio.

#### **1.4.3 Delineamento da pesquisa**

Foi realizado um levantamento de informações relacionadas às tecnologias de MPE do equipamento rádio Falcon III nas Operações militares vivenciadas pela amostragem, aproveitando-se da experiência profissional dos militares participantes do estudo.

O tipo de pesquisa se deu através da análise qualitativa dos dados obtidos através de questionários específicos do emprego das tecnologias de proteção eletrônicas existentes no rádio Harros Falcon III.

Com esses levantamentos, pretendeu-se obter um panorama atual sobre a utilização das tecnologias de MPE disponíveis no rádio RF7800V-HH Harris Falcon III objetivando uma melhora das comunicações nas Operações da F Ter, através de uma pesquisa aplicada à utilização do equipamento rádio portátil Falcon III.

A partir do método indutivo, o estudo pretendeu verificar se os quartéis de Comunicações, especialistas em rádio no âmbito do Exército, possuem dificuldades na aplicação das tecnologias de MPE presentes no rádio Falcon III durante as Operações, em caso de confirmação, pode-se então inferir que as demais Organização Militar do Exército que operam o Falcon III apresentam as mesmas dificuldades.

#### **1.4.4 Revisão da literatura**

Para os assuntos relacionados ao rádio Harris Falcon III, foram utilizadas fontes de dados primárias, para identificar os tipos de Medidas e Proteção Eletrônica existentes no referido material, além de manuais e notas de aula do Exército Brasileiro.

Os Manuais e cadernos de instrução foram elencados pelos conteúdos que abordam o tema Medidas de Proteção Eletrônica na Doutrina Militar Terrestre.

#### **1.4.5 Procedimentos metodológicos**

A amplitude do universo de pesquisa foi estimada a partir do total de OM operacionais da Arma de Comunicações do Exército Brasileiro.

Após o preenchimento inicial, foi separada a amostragem através dos seguintes critérios de inclusão: ter servido em OM Com detentoras do rádio Falcon III e ter trabalhado, direta ou indiretamente, com o referido material.

Os critérios de exclusão são os seguintes: Militares que serviram em OM Com que não detinham em sua carga o RF-7800V-HH ou militares que não tiveram contato com o material rádio Falcon III. A população, composta pelos Capitães alunos da Arma de Comunicações da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), matriculados na fase presencial do ano de 2021, foi submetida a um questionário.

#### **1.4.6 Instrumentos**

O questionário foi elaborado com a finalidade de verificar a utilização das tecnologias de MPE do rádio Harris Falcon III, pelos militares de Comunicações, os quais possuem experiência em função de chefia, como Comandantes de Pelotão (Pel) e/ou Subunidade (SU) ao longo da carreira e são especialistas em comunicações militares.

#### **1.4.7 Análise dos dados**

Foi realizando um levantamento atual das Organizações Militares de Comunicações do Exército Brasileiro nível Unidade e Subunidade, além da aplicação de um questionário sobre a utilização do Harris RF-7800V Falcon III, especificamente verificando a utilização das tecnologias de MPE existentes no equipamento rádio.

Essas informações visam identificar possíveis problemas relacionados a utilização do equipamento rádio RF-7800V-HH Harris Falcon III, com ênfase na aplicabilidade das tecnologias embarcadas no material relacionadas a MPE, com a finalidade de aprimorar as comunicações na F Ter.

## 1.5 JUSTIFICATIVAS

O rádio é um dos principais meios de comunicação empregados em Comando e Controle em Operações na Força Terrestre, tendo as Medidas de Proteção Eletrônicas enorme relevância, a fim de garantir o sigilo das informações e dados que trafegam nas redes militares.

A Força Terrestre conta com um Caderno de Instrução voltado exclusivamente para as MPE, o EB70-CI-11.403: Caderno de Instrução (CI) Medidas de Proteção Eletrônica. O CI apresenta, de forma abrangente, a temática de segurança das comunicações, através de uma abordagem genérica sobre as principais tecnologias e procedimentos de MPE existentes nos sistemas de emprego militar.

O CI MPE, porém, não especifica qualquer tipo de operação de equipamentos rádio utilizados no Exército, cabendo ao usuário, utilizando-se dos conhecimentos adquiridos em seu período de formação/qualificação e dos treinamentos oferecidos pela F Ter, utilizar de forma correta e eficiente tecnologias de MPE embarcadas em cada equipamento.

Poucos estudos foram encontrados relacionando as tecnologias de MPE do equipamento Falcon III da Harris com a sua utilização por militares usuários do equipamento rádio.

Há a necessidade de se aplicar todo conhecimento acerca das MPE, especificando as capacidades de cada equipamento utilizado na F Ter, a fim de garantir o sigilo das informações e dados que trafegam nas redes militares, sob pena de se prejudicar a Operação Tática.

A relevância do estudo está alinhada com a melhoria no emprego das tecnologias de MPE do Rádio RF-7800V-HH Falcon III, visando aumentar o nível de adestramento do pessoal da F Ter.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RÁDIO VHF NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Segundo o Manual de Campanha C 24-18: **Emprego do Rádio em Campanha:** “O rádio constitui o principal meio de comunicação de muitas unidades táticas. Ele é utilizado para comando, direção de tiro, troca de informações, administração e ligação entre unidades ou no âmbito das mesmas.” (BRASIL, 1997, pág 1-2)

Para fins de planejamento da utilização do espectro eletromagnético, as frequências estão subdivididas de acordo com faixas, das muito baixas até as extremamente altas faixas de frequências, medidas em Hertz, conforme apresenta a figura 1:

SIGLA	FAIXA DE FREQUÊNCIA
Muito baixa frequência (VLF)	3 a 30 kHz
Baixa frequência (LF)	30 a 300 kHz
Média frequência (MF)	300 a 3.000 kHz
Alta frequência (HF)	3 a 30 MHz
Muito alta frequência (VHF)	30 a 300 MHz
Ultra alta frequência (UHF)	300 a 3.000 MHz
Super alta frequência (SHF)	3 a 30 GHz
Extrema alta frequência (EHF)	30 a 300 GHz

FIGURA 1 Faixas de Frequência  
Fonte: BRASIL (2017, p. 6-3).

No âmbito das Brigadas, são utilizados rádios operando nas faixas HF e VHF, para o estabelecimento do Sistema Tático de Comunicações (SISTAC/Bda), sendo missão da Cia Com subordinada o estabelecimento dos enlaces, de acordo com a responsabilidade pelas ligações (figura 3) e a sua correta utilização. (BRASIL, 1998, pág 4-7)



FIGURA 2 – Responsabilidade pelas ligações

Fonte: BRASIL (2018, p. 4-2)

No nível Divisão de Exército, também são utilizados rádios operando nas faixas HF e VHF, de forma a complementar e aumentar o alcance do sistema de comunicações de área (SCA), implementado pelo B Com da DE. (BRASIL, 1995, p. 3-12)

Os equipamentos rádio, para fins de planejamento tático, estão divididos em seis grupos, de acordo com o escalão de emprego e o alcance aproximado. A figura 3 exemplifica os grupos rádios de acordo com os materiais rádio empregados pelo Exército Brasileiro:

GRUPO	ESCALÃO DE EMPREGO	Alcance Aproximado	Eqp Rad
1	Pelotão e Inferior	4 km	Harris 7800 S
2	Subunidade	12 km	Harris 7800 M - MP
3	Unidade/Subunidade	40 km	Harris 7800 M - V
4	Grande Unidade	60 km *	Harris 5800 H - V
5	Grande Comando	60 km *	Harris 5800 H - V
6	Situações especiais (órgãos do SIEx, Op Esp, etc).	60 km	Harris 5800 H - MP

\* Considerando apenas a componente terrestre da onda eletromagnética.

FIGURA 3 – Grupos rádio

Fonte: BRASIL (2017, p. 6-3 e 6-4).

Para as comunicações do Grupo 2 (Subunidades), o EB utiliza os rádios com faixa de frequência VHF, sendo o FALCON III portátil o equipamento adotado para este tipo de utilização, conforme o Manual de Ensino Dados Médios de Planejamento – EB60-ME-11.401 (BRASIL, 2017).

## 2.2 A SEGURANÇA NA EXPLORAÇÃO RÁDIO

Não há como se falar de segurança na exploração rádio sem mencionar a Guerra Eletrônica. Conforme o C 24-18: **Emprego do Rádio em Campanha**: “Compete aos radioperadores tomar todas as providências cabíveis para reduzir a eficácia da **GE inimiga**, mantendo a eficiência das transmissões”. (BRASIL, 1997, p. 7-6, grifo nosso)

A Guerra Eletrônica (GE) é um conjunto de ações de exploração do Espectro Eletromagnético (Ept Eltmg), como forma de obter informações do inimigo através da análise de suas emissões ou negar-lhe a exploração, tudo isso ao mesmo tempo que realiza a sua proteção contra a GE inimiga e utiliza seus sistemas próprios, conforme descrito no manual de GE nas Operações – EB70-MC-10.247. (BRASIL, 2020).

O sistema de comunicações, segundo o Caderno de Instrução EB 70-CI-11.403 – Medidas de Proteção Eletrônica, “são formados por conjuntos de transmissores, receptores ou transceptores que utilizam o espectro eletromagnético para realizar o tráfego de mensagens”. (BRASIL, 2014b, p. 1-3).

A GE atua em dois campos, o das comunicações: que abrangem os materiais que utilizam o espectro eletromagnético para transmissão de informações; e o campo das não-comunicações: que tratam dos materiais que utilizam o espectro eletromagnético para a produção de informações (sensoriamento). (BRASIL, 2019)  
A figura 4 ilustra os campos de atuação da GE, dando exemplo de materiais para comunicações e não-comunicações:



FIGURA 4 – Campos de Atuação da GE: comunicações (sentido horário, de cima para baixo): terminal transportável de comunicações por satélite (SISCOMIS); antena log-periódica de sistema-rádio em HF; dispositivo de comunicação óptica de espaço livre (FSO); módulo de telemática veicular; equipamento-rádio tático; sistema de comunicações por micro-ondas em visada direta; (centro): receptor de GPS (Global Positioning System); e não Comunicações (sentido horário, de cima para baixo): radar HF OTH (over the horizon); radar de vigilância terrestre (RVT); binóculo termal; monóculo intensificador de imagem residual (OVN); dispositivo explosivo improvisado remotamente controlado (o aparelho telefônico não trafega informações nesse caso, mas serve tão somente como meio de acionamento do detonador do explosivo); telêmetro laser/designador/visualizador de alvos acoplado à metralhadora; (centro): radar de vigilância aérea.

Fonte: Brasil (2019, p. 2-5)

Quanto às atividades de Guerra Eletrônica, dentro dos campos das comunicações e não-comunicações, são subdivididas em ramos classificados em função dos objetivos que norteiam seu emprego, conforme resume a figura 5:

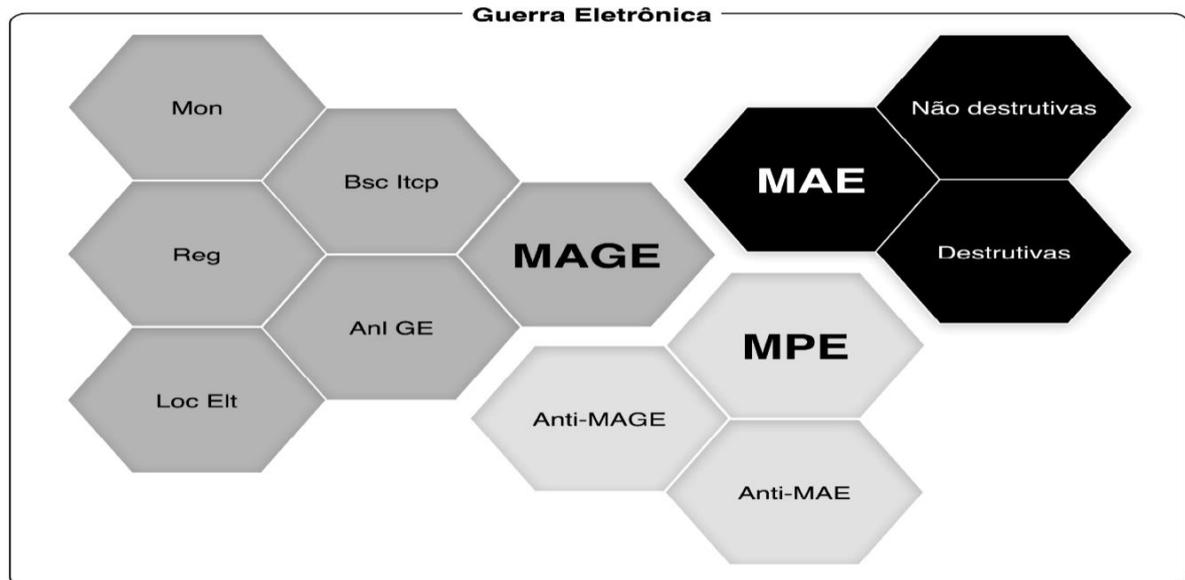


FIGURA 5 – Ramos de Atuação da GE e suas respectivas ações  
Fonte: Brasil (2019, p. 2-5)

Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE) são ações busca de interceptação (Bsc Itc), monitoração (Mon), localização eletrônica (Loc Eit), registro (Reg) e análise de Guerra Eletrônica (Anl GE), com objetivo de obter e analisar dados de interesse do espectro eletromagnético, a partir das emissões do oponente. (BRASIL, 2019, p. 2-6)

As Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) se caracterizam por serem de natureza ativa (emissão de energia eletromagnética) e podem ser destrutivas ou não destrutivas. Seus objetivos são: destruir, neutralizar ou degradar a capacidade de combate do oponente, 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. (BRASIL, 2020, pág. 1-3)

As Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) são ações anti-MAGE e ações anti-MAE, com objetivo de assegurar a utilização eficaz e segura das próprias emissões eletromagnéticas. As MPE descrevem o ramo da GE de natureza defensiva e são executadas por toda a tropa, independentemente do escalão, coordenadas pelo Oficial de Comunicações. (BRASIL, 2019, pág. 2-6; 2020, pág. 1-4)

Os ramos de atuação da GE, dentro de cada campo, estão apresentados na figura a seguir:

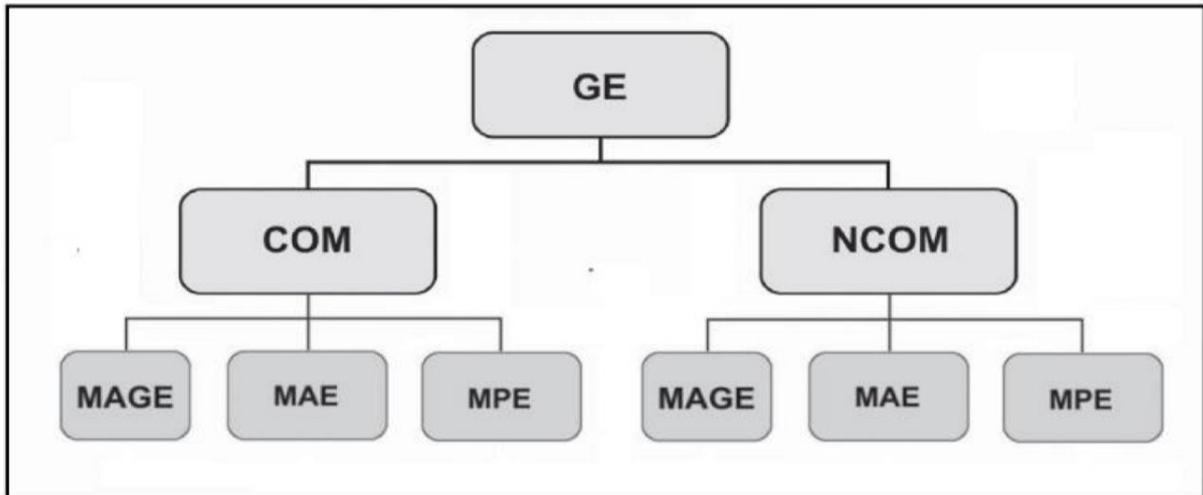


FIGURA 6 – Ramos de atuação da GE dentro de seus respectivos campos  
Fonte: Brasil (2020, p. 1-4)

### 2.3 MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Segundo o Caderno de Instrução EB 70-CI-11.403 – Medidas de Proteção Eletrônica, as MPE constituem a parte de Guerra Eletrônica cujas ações visam assegurar o uso do espectro eletromagnético, sendo divididas, quanto à finalidade em ações: Anti-MAGE e Anti-MAE. Essa diferenciação, porém, serve somente para fins didáticos, já que o contexto do combate e a situação tática geram complexidade que impedem uma definição única, podendo inclusive serem simultâneas. (BRASIL, 2014b)

As ações anti-MAGE, na definição do Caderno de Instrução EB 70-CI-11.403 – Medidas de Proteção Eletrônica, são descritas como:

“[...] um conjunto de ações que visam evitar que o inimigo utilize os sistemas de Comunicações e/ou de Não Comunicações das forças como fontes de informações, negando-lhe o sucesso nas ações MAGE (Busca de Interceptação, Monitoração, Localização Eletrônica, Registro e Análise de GE) e, conseqüente, impedindo a ação de dados. São de vital importância para a segurança de toda a tropa, devendo ser realizadas permanentemente.” (BRASIL, 2014b, pág 1-4 e 1-5)

Já as ações Anti-MAE “Constituem um conjunto de ações a serem tomadas no instante em que o operador de um equipamento de comunicações (Com) ou de Não comunicações (N Com) identifica que está sendo alvo de ações de MAE.” (BRASIL, 2014b, pág 1-5)

As MPE estão, por tanto, tanto no campo das Comunicações como das Não Comunicações, e tem como objetivo: “[...] salvaguardar pessoal e material dos efeitos

decorrentes do uso do espectro eletromagnético que degradem, destruam ou inviabilizem a capacidade de combate das forças amigas.” (BRASIL, 2019, pág. 3-11)

“As MPE são realizadas por todas as tropas que utilizam sistemas radiantes de energia eletromagnética, não se constituindo, portanto, em ações especializadas e exclusivas de sistemas e elementos de GE.” (BRASIL, 2019, pág. 3-11)

### **2.3.1 As MPE nos sistemas de comunicações (MPE Com)**

Os sistemas de comunicações são conjuntos de equipamentos que utilizam o espectro eletromagnético para realizar o tráfego de mensagens. As MPE de Comunicações constituem a parte da GE que abrange ações para assegurar o uso efetivo do espectro eletromagnético, a despeito das ações de GE empreendidas pelo oponente. (BRASIL, 2014b, pág. 1-3)

Quanto aos meios utilizados para as ações de MPE Com, eles são divididos em PROCEDIMENTOS e TECNOLOGIAS:

“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.

[...] 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.” (BRASIL, 2014b, pág 1-3)

As medidas de proteção eletrônica têm como finalidade a manutenção dos sistemas de comunicações, onde a tecnologia entra como um dos meios para se obter êxito no efetivo uso do espectro eletromagnético. Elas são divididas, em termos da característica do sistema a ser protegido, em segurança das comunicações (do inglês *communications security* – COMSEC) e segurança das transmissões (do inglês *transmissions security* – TRANSEC):

“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 saltos, assim como controle automático de potência e modulação adaptativa.” (BRASIL, 2014b, p. 1-3 e 1-4).

### 2.3.2 Principais procedimentos de MPE

Como o próprio nome leva a induzir, os procedimentos de MPE são quaisquer técnica, processo, método, conduta que sirva para aumentar a confiabilidade e a segurança das emissões, além de impedir, retardar ou dificultar o emprego das MAGE e MAE pelo oponente. O que pode ser executado de uma forma simples, como realizando a mudança de polarização de uma antena ou autenticação de um posto rádio. O que define a eficiência do procedimento de MPE é o grau de adestramento da tropa. Se as MPE não forem executadas no momento certo e oportuno, podem até impedir que as Comunicações ocorram. (BRASIL, 2014b)

A seguir os principais procedimentos de MPE descritos nos manuais do Exército Brasileiro.

**CÓDIGO DE NOMES** – São palavras descritas em tabelas que possuem um significado predefinido diferente do usual. Quando combinadas, os códigos formam uma frase que não fará sentido para o analista de GE oponente, caracterizando uma ação anti-MAGE. Na tabela 1, a combinação COELHO PANFLETO CALÇADA é uma ordem para o 231º BIMtz iniciar o ataque em O1.

<b>CÓDIGO</b>	<b>SITUAÇÃO</b>
COELHO	231º BIMtz
PANFLETO	Iniciar o ataque
CALÇADA	O1

TABELA 1 – Código de nomes

Fonte: o autor

**MENSAGEM PREESTABELECIDADA** – São frase descritas em tabelas que possuem um significado predefinido diferente do que é lido. Sua vantagem é que o analista de GE oponente não conseguirá entender a real sentido da mensagem que foi transmitida, característica de uma ação anti-MAGE. A desvantagem é que há necessidade de uma tropa bem adestrada para dirimir a possibilidade de erros no processamento e interpretação das mensagens por parte das tropas amigas. (BRASIL, 2014b)

**MUDANÇA DE INDICATIVO** – É uma ação anti-MAGE que visa dificultar a Análise de Tráfego, induzindo o analista de GE oponente a concluir que outro posto-rádio está ativo na rede. Os efeitos dessa medida são potencializados quando os indicativos são alterados em horários distintos da troca de frequência. (BRASIL, 2014b)

**AUTENTICAÇÃO DO POSTO** – atividade anti-MAE que visa confirmar uma suspeita de ações de um operador do posto de MAE oponente enviando uma mensagem falsa na rede. Dessa maneira, se for solicitada a autenticação deste posto, é provável que não seja realizada corretamente. “A autenticação, apesar de ser um importante procedimento, é dispensável em redes-rádio que operem exclusivamente com equipamentos dotados de tecnologia criptográfica.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-3)

**ANTENAS DIRECIONAIS** – “O uso de antenas direcionais paralelas à direção do inimigo dificultará ou impedirá a recepção de nossas emissões pelas MAGE do oponente e os efeitos das MAE inimigas sobre nossos postos-rádio.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-3)

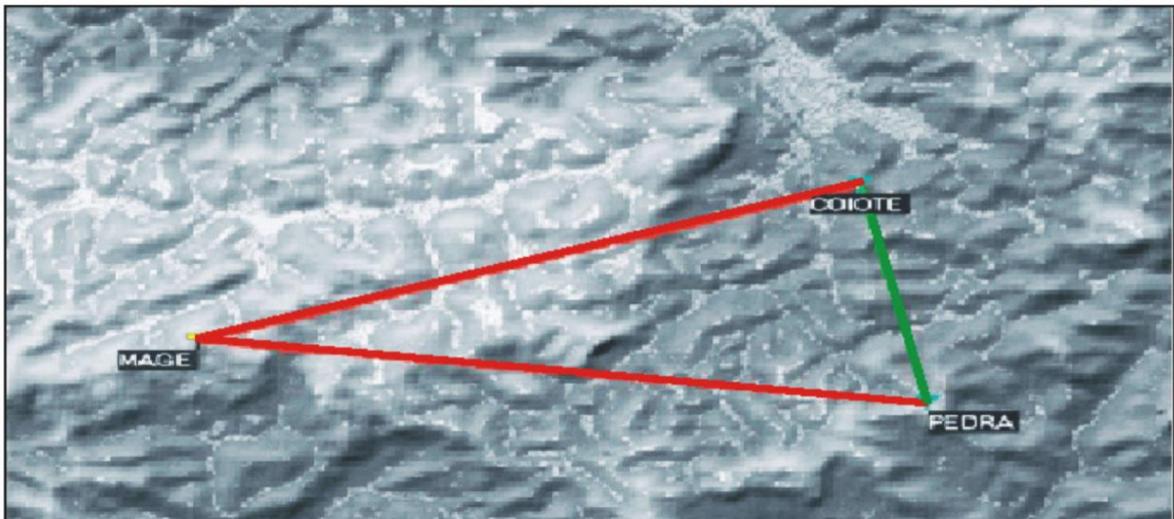


FIGURA 7 – Rede-rádio composta por dois postos-rádio (PEDRA e COIOTE). Observa-se que, em uma correta disposição no terreno, os postos COIOTE e PEDRA fecham o enlace (representado pela linha verde) e o posto de MAGE inimigo não consegue interceptar nenhum dos dois postos

Fonte: Brasil (2014b, p. 2-3)

**MUDANÇA DE FREQUÊNCIA** – consiste em alterar a frequência do equipamento em intervalos que não sigam um padrão de tempo. É dispensável em equipamentos rádio que já possuem tecnologia de salto de frequência. Como ação anti-MAGE, visa dificultar ao oponente a análise das informações que trafegam na rede. Como ação anti-MAE a frequência deve ser alterada, de maneira dissimulada, toda vez que for identificada uma ação de bloqueio. (BRASIL, 2014b)

**USO DE REPETIDORES E RETRANSMISSORES** – é uma estratégia que dificulta as MAE e MAGE do oponente e consiste em reduzir a distância de transmissão entre os

postos-rádio, tornando os enlaces mais consistentes e diminuindo a potência necessária para a transmissão. (BRASIL, 2014b)

**MUDANÇA DE POSIÇÃO** – tem a finalidade de dificultar a análise de localização eletrônica, por modificar os alcances de transmissão e de recepção, sendo uma ação tanto anti-MAGE quanto anti-MAE. “Dessa forma, sempre que possível, é importante prever a mudança de posição, mesmo sendo uma ação que deva ser coordenada, na medida em que os planejamentos da manobra podem impor posições de desdobramento.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-3)

**MUDANÇA DE POLARIZAÇÃO** – Para que uma transmissão entre dois rádios ocorra, as duas antenas devem estar na mesma polarização. Os postos MAGE, pelo mesmo princípio, devem possuir a mesma polarização da antena do emissor alvo. A mudança da polarização da antena pode ser obtida com a troca da antena utilizada ou inclinando-se em 90° da posição original uma antena vertical, que passará a se comportar como uma antena horizontal, exemplificada na figura 8.

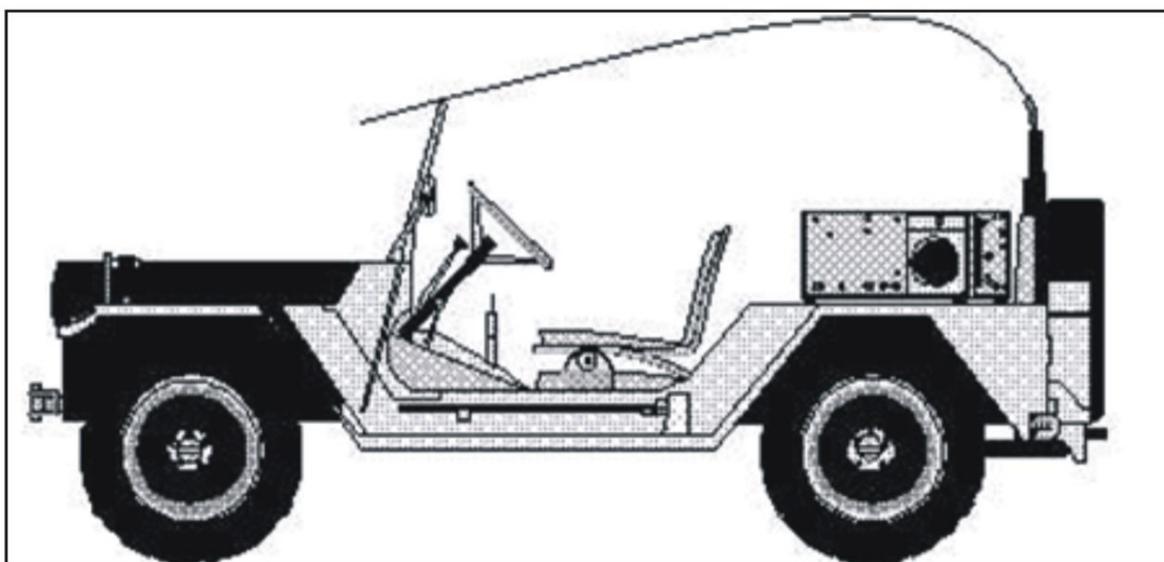


FIGURA 8 – Antena omni vertical  
Fonte: Brasil (2014b, p. 2-6)

“Essa simples medida poderá evitar ou dificultar a interceptação das MAGE por parte do oponente. A mudança de polarização também pode ser muito eficiente quando a rede identificar que está sob ação das MAE.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-7)

**APROVEITAMENTO DO TERRENO** – deve-se instalar, sempre que possível, os postos-rádio em local onde o terreno que ofereça proteção, seja natural (espelhos d’água, florestas, matas densas, elevações etc.) ou artificial (edifícios, linhas de alta tensão etc.). Essa medida aumenta a segurança do posto, frente às MAGE e/ou MAE

oponente. “Isto porque a onda eletromagnética é impedida (refratada, refletida ou absorvida) por estes acidentes seja na direção do oponente para o posto-rádio ou vice-versa.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-3)

**CONTROLE DE POTÊNCIA** – uma menor potência de transmissão utilizada entre os postos-rádio dificulta a atuação da MAGE oponente, por limitar o seu alcance, podendo ser realizado de maneira manual pelo operador. Nos rádios que não possuem tecnologia para fazer esta ação de forma automática. (BRASIL, 2014b)

**MUDANÇA DO TIPO DE MODULAÇÃO E/OU PROTOCOLO DE TRANSMISSÃO** – a utilização de modulação e/ou protocolo de transmissão para a comunicação através de dados por si só já dificulta a GE oponente pois há necessidade de utilizar equipamentos compatíveis com a mesma tecnologia pois sem tais equipamentos não é possível obter o conteúdo emitido. (BRASIL, 2014b, pág. 2-7)

### 2.3.3 Principais tecnologias de MPE

**ESTEGANOGRAFIA** – é uma técnica que consiste em ocultar uma mensagem de transmissão digital dentro de outra (textos, imagens, áudios, programas, etc) mesclando, bit a bit, a mensagem que se deseja transmitir em outro arquivo que será transmitido por algum dos meios de comunicação que utilize dados (rádio, internet, satélite, etc), onde para se extrair o conteúdo esteganografado, o destinatário deverá possuir o programa e a chave para se obter a mensagem original.” (BRASIL, 2014b)

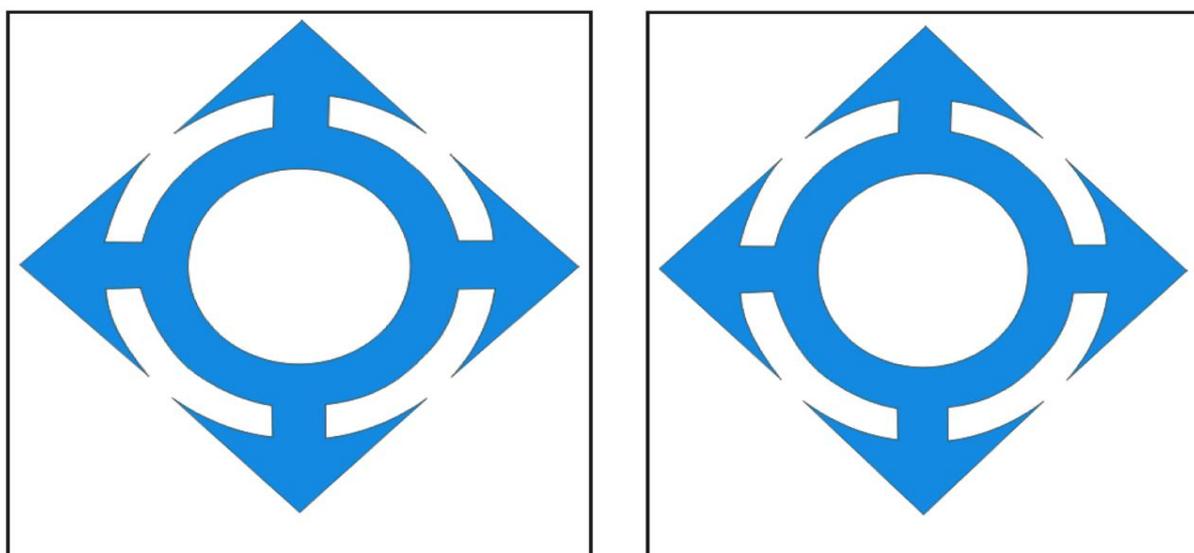


FIGURA 9 – Exemplo de imagem em que foi inserida a mensagem: “51° BIMtz iniciar ataque de O1”

Fonte: Brasil (2014b, p. 2-9)

“É importante ressaltar que criptografia e esteganografia são técnicas diferentes. Enquanto a criptografia oculta o significado da mensagem, a esteganografia oculta a própria existência da mensagem.” (BRASIL, 2014b, pág 2-9 e 2-10)

ANTIBLOQUEIO – Também é conhecida como antibloqueio, é uma tecnologia complexa, por exigir perfeito sincronismo entre os postos, que realiza a transmissão por saltos de frequência. É uma tecnologia intrínseca ao rádio, necessitando do operador apenas o acionamento de uma chave ou botão, porém, normalmente, o antibloqueio também acarreta perda de alcance efetivo do equipamento-rádio. (BRASIL, 2014b, pág. 2-7)

CONTROLE AUTOMÁTICO DE POTÊNCIA (CAP OU APC) – É uma tecnologia que permite regular, automaticamente, as potências de transmissão de um rádio ao mínimo necessário para que o enlace seja consolidado. (BRASIL, 2014b)

“Quando se fala em mínima potência necessária, trata-se de uma ação Anti-MAGE na medida em que o posto de MAGE inimigo terá maior dificuldade em interceptar o sinal, mas também pode ser considerada ação Anti-MAE. Caso haja uma atividade de MAE sobre o posto receptor que contenha tecnologia CAP, o transmissor aumentará sua potência de transmissão, automaticamente, até que o enlace seja feito ou até que a potência máxima de transmissão do rádio seja alcançada.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-8)

CRIPTOFONIA (SCRAMBLER) – Tecnologia que permite ao rádio embaralhar o sinal antes de sua transmissão, somente sendo possível ao posto que possui a chave criptográfica identificar o conteúdo da mensagem transmitida.

“Quando isso ocorre, torna-se muito difícil para qualquer sistema MAGE identificar o conteúdo que foi transmitido, pois somente os postos-rádio que tiverem a chave criptográfica poderão ouvir a mensagem, ainda que seja possível realizar a Loc Elt da transmissão e bloqueá-la.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-7)

CRIPTOGRAFIA – segundo definição do Caderno de Instrução Medidas de Proteção Eletrônica, a criptografia são: “Meios e processos utilizados para a conversão de um texto claro em um criptograma ou de um criptograma em um texto claro, sem a utilização da criptoanálise.” (BRASIL, 2014b, pág. A-2)

Atualmente, a criptografia é realizada por meio de programas computacionais que utilizam chaves criptográficas de dois tipos: simétricas e assimétricas, porém, alguns equipamentos rádio já realizam a criptografia de dados e voz automaticamente. (BRASIL, 2014b)

TRANSMISSÃO DIGITAL DE VOZ – Alguns equipamentos rádio possibilitam realiza a transmissão de mensagens de áudio em formato digital. “A tecnologia de

transmissão digital de voz não foi desenvolvida para ser uma tecnologia de MPE, mas sim para melhorar o canal de comunicações, tornando a comunicação mais confiável e menos suscetível ao ruído.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-10 e 2-11)

TRANSMISSÃO POR SALVAS (BURST) – Tecnologia que utiliza compressão de dados antes de realizar a transmissão da mensagem, dificultando a interceptação, localização eletrônica e a monitoração pela GE.

“[...] Após a compressão, o rádio transmite um pequeno pacote de curtíssima duração. Caso a mensagem seja tão grande, que não seja possível transmitir em apenas um pacote, ela é comprimida em tantos pacotes quanto necessários.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-10)

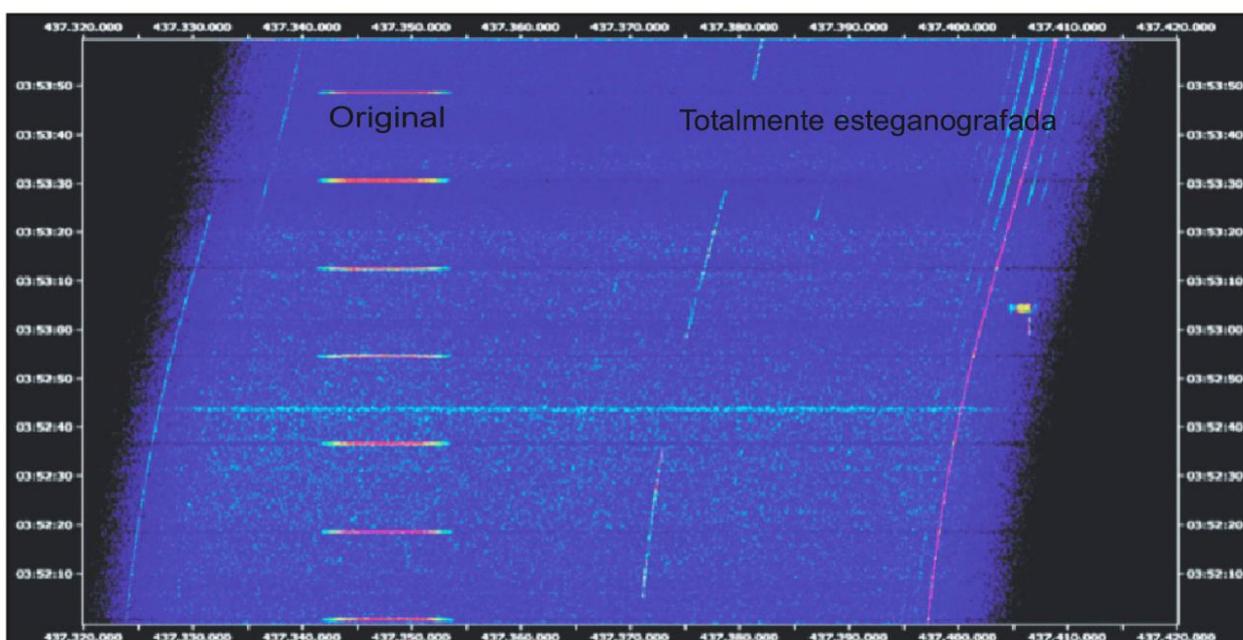


FIGURA 10 – Visualização da transmissão por salvas  
Fonte: Brasil (2014b, p. 2-10)

“Na figura acima, observam-se os pacotes (linhas vermelhas horizontais) sendo transmitidos em intervalos, sem nenhum tipo de transmissão entre eles.” (BRASIL, 2014b, pág. 2-10)

## 2.4 O RÁDIO HARRIS FALCON III RF-7800V

A Empresa Harris, em seu *site*, apresenta as capacidades do rádio Falcon Harris, que combina a portabilidade de um dispositivo portátil com desempenho de longo alcance:

O RF-7800V-HH aproveita a forma de onda da rede da família TDMA para verdadeiros serviços simultâneos de voz e dados em canais de banda estreita e ECCM. Esta forma de onda da rede também está disponível nos rádios Falcon III VHF, aerotransportados e radio operadores, suportando comunicações ininterruptas em todo o campo de batalha. O grande visor

multilíngue e os aplicativos *WebUI* integrados oferecem a máxima flexibilidade de missão. Agora, recursos como transferência de texto e arquivo podem ser acessados diretamente do rádio, reduzindo ainda mais a carga útil do soldado. O *WebUI* opcional fornece aplicativos adicionais, incluindo rastreamento de força amigável, streaming de vídeo, controle remoto e outros, para uso em todos os níveis do campo de batalha. (L3HARRIS, 2021b, tradução nossa)

Malhada Júnior (2018), em seu estudo sobre o emprego dos rádios Falcon II e Falcon III nas operações de garantia da lei e da ordem em ambiente urbano, concluiu que a aquisição dos MEM por parte da Força foi acertada, pois atende com eficiência as necessidades impostas pelas Comunicações dentro daquele tipo de operação

Ainda segundo a L3HARRIS:

A família de rádios RF-7800V foi projetada para maximizar as capacidades táticas enquanto reduz a complexidade e carga do combatente. Telas grandes e multilíngues e aplicativos incorporados permitem a transferência de texto e arquivos diretamente do rádio. Elimine a necessidade de dispositivos adicionais: interfaces USB e Ethernet / IP suportam compatibilidade com vários aplicativos. Expanda a conectividade sob demanda: Wi-Fi®, Bluetooth® e capacidades de Rede de Área Pessoal Sem Fio. Conscientização Situacional Avançada: Os aplicativos *WebUI* fornecem Rastreamento de Força Amigável e suporte de controle remoto suave KDU. Ajuste-se rapidamente às mudanças táticas: as tecnologias de preenchimento aéreo suportam a reprogramação rápida de planos de missão. (L3HARRIS, 2021a, tradução nossa)

#### 2.4.1 Descrição do equipamento RF-7800V-HH Falcon III

Conforme o manual de operações do RF-7800-HH, o Harris Falcon III, fornece cobertura contínua na faixa de frequências de 30 a 108 MHz em redes de frequência fixa e 30 MHz a 107,975 MHz para Forma de Onda de Rede (TNW) de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA), Quicklook 1A/2, 3 e Quicklook Wide, a uma potência de até 10 watts (L3HARRIS, 2014), apresentando os seguintes recursos:

- Faixa de frequências: 30 – 108 MHz
- Potência de saída: 250 mW, 1 W, 2 W, 5 W e 10 W
- Predefinições: 25 (13 selecionadas pelo botão de função)
- Opção de Unidade de Tela e Teclado (KDU) remota
- GPS: interno
- Ethernet, RNDIS e PPP para interface de dados
- Interface de dados: USB 2.0, síncrono e assíncrono, pode ser instalado em um dispositivo USB (por ex. câmera digital)
- Silenciador: desligado, ruído, tom, digital
- Imersão: 5 m (16 pés)” (L3HARRIS, 2012, módulo 1-2)

Os modos de transmissão, segundo o manual de operação do Falcon III são:

- Voz analógica FM
- Modulação por Deslocamento de Frequência (FSK) a 2,4 quilobits por segundo (kbps)
- Voz de vocoder com Previsão Linear de Excitação Mista (MELP)

- Voz Delta de Inclinação Continuamente Variável (CVSD) FSK 16 kbps
- FSK/Modulação Codificada em Trelças (TCM) até 64 kbps
- Dados de Protocolo Internet (IP) e Equipamento de Terminal de Dados (DTE)
- TCM até 192 kbps (opção)
- Forma de Onda de Rede (TNW) de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA)” (L3HARRIS, 2014, pág. 230)

## 2.4.2 Tecnologias MPE do rádio Harris Falcon III

### 2.4.2.1 Segurança das comunicações

“Criptografia Citadel ® integrada de 128 e 256 – Fornece criptografia de qualidade militar e segurança de criptografia de Padrão de Criptografia Avançada (AES) de 128 bits/256 bits para transmissões de voz e dados.” (L3HARRIS, 2014, pág. 16)

“[...] As opções de algoritmo Citadel II consistem em algoritmos-padrão exclusivos da Harris, Padrão de Criptografia Avançada (AES) e Modificação de Algoritmo do Cliente (CAM). A criptografia é voz e dados interoperáveis Over The Air (OTA) com rádios Falcon II usando Citadel I, Citadel II, AES-128 ou AES-256. O RF-7800V-HH fornece armazenamento de chaves de Segurança das Comunicações (COMSEC) 25 128 bits ou 256 bits e uma variável CAM de 128 bits.” (L3HARRIS, 2014, pág. 52)

### 2.4.2.2 Segurança das transmissões (TRANSEC)

O vocoder é um circuito que converte voz analógica em digital. (L3HARRIS, 2014, pág. 251)

“O RF-7800V-HH inclui a funcionalidade de vocoder MELP aprimorado. A 2400 bps, MELP oferece melhor áudio de voz digital em comparação com Delta de Inclinação Continuamente Variável (CVSD) e maior faixa em comparação com voz analógica de FM. A faixa maior ocorre devido à capacidade do RF-7800V-HH de receber sinais que estariam abaixo do ruído de fundo em FM analógica.” (L3HARRIS, 2014, pág. 55)

Gerenciador de MPE do Falcon II permite configurar parâmetros de Forma de Onda de Rede (TNW) de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo [TDMA] e hopset/lockset de Quicklook. (L3HARRIS, 2014, pág. 108)

“TDMA é um protocolo de comunicações genérico no qual cada rádio transmissor compartilha um meio de transmissão ao ter atribuído um intervalo de tempo no qual transmitir.” (L3HARRIS, 2014, pág. 39)

A Forma de Onda de Rede TDMA (TNW) é uma forma de onda hopping (de salto) que requer um tipo de rede TDMA e largura de banda de 25 kHz e tem dois modos de operação: voz e dados, e somente dados. O recurso permite 2 a 64 rádios em uma rede. (L3HARRIS, 2012, módulo 1-2)

“A Forma de Onda de Rede (TNW) de Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo (TDMA) do rádio RF-7800V-HH entrega mensagens de difusão curta de Protocolo de Datagrama de Usuário/Protocolo Internet (UDP/IP), Consciência Situacional (SA) e dados assíncronos baseados em DTE, bem como voz

digital de 2400 bps (bits por segundo). O rádio dá suporte à transferência de dados IP via interface de Barramento Serial Universal (USB) para os modos de operação de texto simples e texto criptografado. Os dados IP são transferíveis via porta proxy baseada em UDP/IP conforme determinado pelo usuário, para taxas de transferência máximas.” (L3HARRIS, 2014, pág. 39)

Modulação hop (salto de frequência) – é um conjunto de frequência predeterminada em que o rádio transmite, podendo ser *wideband*, *list* ou *banded*. (L3HARRIS, 2014)

“Wideband (Banda larga) – Neste tipo de hopset, uma frequência de início e de término é definida. Saltos ocorrem entre essas frequências com a ordem e a duração da frequência controladas pelo algoritmo de Quicklook.

List (Lista) – Neste tipo de hopset, uma lista específica de frequências é definida. Saltos ocorrem nessas frequências com a ordem e a duração da frequência controladas pelo algoritmo de Quicklook.

Banded (Em bandas) – Neste tipo de hopset, uma lista específica de bandas de frequência é definida. Saltos ocorrem entre essas frequências com a ordem e a duração da frequência controladas pelo algoritmo de Quicklook.” (L3HARRIS, 2014, pág. 110)

O hopset “[...] adiciona uma camada de segurança a sinais transmitidos, e também serve para reduzir os efeitos de interferência de sinal por forças inimigas.” (L3HARRIS, 2014, pág. 60)

Para comunicações digitais, o RF-7800V-HH tem capacidade de:

- Modulação por Deslocamento de Frequência (FSK) de banda estreita em frequência fixa de PT e de Texto Criptografado (CT)
- FSK de banda larga em frequência fixa de PT e de Texto Criptografado (CT)
- FSK de banda larga usada para dados em redes de salto
- Modulação Codificada em Treliças (TCM) em frequência fixa de PT e CT” (L3HARRIS, 2014, pág. 52)

“O RF-7800V-HH fornece Contra Contramedidas Eletrônicas (ECCM) Quicklook. As operações de transmissão e recepção podem ser realizadas no mesmo hopset de frequência ou em diferentes hopsets de frequência.” (L3HARRIS, 2014, pág. 53)

A MPE Quicklook 1A ECCM opera com saltos maiores que 100 hops/segundo, a Quicklook 2 ECCM opera com saltos maiores que 300 hops/segundo. Já a Quicklook 3 ECCM opera no modo de Busca de Canal Livre (FCS). (L3HARRIS, 2014, pág. 53)

Quicklook Wide – Usa canais de banda larga de 75 kHz. Permite somente acesso a canais MACA2.” (L3HARRIS, 2014, pág. 54)

“Acesso Múltiplo com Prevenção de Colisão de Geração 2. Um nó (ou estação) de rede sem fio faz um anúncio antes de enviar o quadro de dados para avisar outros nós para ficarem em silêncio. Quando um nó deseja transmitir, ele envia uma Solicitação de Envio (RTS) com o comprimento do quadro de dados para enviar. Se o receptor permitir a transmissão, ele responde ao remetente com Pronto para Enviar (CTS) com o comprimento do quadro que está prestes a receber. Um nó que ouve RTS deve permanecer em silêncio para evitar conflito com CTS. Um nó que ouve CTS deve

permanecer em silêncio até que a transmissão de dados seja concluída.”  
(L3HARRIS, 2014, pág. 247)

Controle automático de potência – permite, além de conservar a energia da bateria do rádio, diminuir a emissão de sinal, diminuindo a probabilidade de interceptação pela GE Ini. (L3HARRIS, 2012)

“O recurso Miscellaneous (Diversos) (MISC) é usado para configurações de conectores auxiliares, bipes de sincronização, gerenciamento de potência e retransmissão.” (L3HARRIS, 2014, pág. 166)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados levantamentos de todas as OM Com nível Unidade e Subunidade existentes no Exército Brasileiro através de seus oito Comandos Militares de Área (C Mil A), representados na figura a seguir:



FIGURA 11 – Mapa com a distribuição geográfica dos C Mil A  
Fonte: Brasil (2014a, p. 6-7)

No Comando Militar da Amazonia (CMA): 1º Batalhão de Comunicações de Selva. No Comando Militar do Leste (CML): Batalhão Escola de Comunicações, 4ª Companhia de Comunicações Leve de Montanha e 20ª Companhia de Comunicações Paraquedista. No Comando Militar do Nordeste (CMNE): 4º Batalhão de Comunicações e 7ª Companhia de Comunicações. No Comando Militar do Norte (CMN): 23ª Companhia de Comunicações de Selva. No Comando Militar do Oeste (CMO): 9º Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica e a 14ª Companhia de Comunicações Mecanizada. No Comando Militar do Planalto (CMP): 1º Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica, 6ª Companhia de Comunicações e Companhia de Comando. No Comando Militar do Sudeste (CMSE): 2ª Companhia de Comunicações Leve, 12ª Companhia de Comunicações Leve e Companhia de Comunicações de Aviação do Exército. No Comando Militar do Sul (CMS): 1º Batalhão

de Comunicações, 3º Batalhão de Comunicações, 6º Batalhão de Comunicações, 3ª Companhia de Comunicações Blindada, 5ª Companhia de Comunicações Blindada, 8ª Companhia de Comunicações, 11ª Companhia de Comunicações Mecanizada, 12ª Companhia de Comunicações Mecanizada, e 15ª Companhia de Comunicações Mecanizada. (BRASIL, 2021c)

A tabela a seguir resume a quantidade de quartéis de comunicações nível Unidade e Subunidade no âmbito dos C Mil A:

<b>C Mil A</b>	<b>Quantidade de OM Com (U/SU)</b>
CMA	01
CML	03
CMNE	02
CMN	01
CMO	02
CMP	03
CMSE	03
CMS	10
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

TABELA 2 – Quantidades de OM Com por C Mil A.  
Fonte: o autor.

A população composta pelos Capitães alunos da Arma de Comunicações da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), matriculados na fase presencial do ano de 2021, foi submetida a um questionário que tinha por finalidade identificar as Organizações Militares de Comunicações em que cada um havia servido, com a finalidade de mapear, por C Mil A, o nível de adestramento da tropa de Comunicações.

Conforme Aditamento da Diretoria de Controle de Efetivo e Movimentações (DCEM) 4J ao Boletim da Diretoria de Gestão de Pessoal (DGP) Nº 76, de 3 de julho de 2020 e seus complementos, foram matriculados no Curso de Comunicações da EsAO um total de 35 alunos, sendo 32 militares do Exército Brasileiro e três militares de Nação Amiga, conforme quadro abaixo:

<b>CURSO DE COMUNICAÇÕES 2021</b>	<b>EFETIVO</b>
Militares do Exército Brasileiro	32
Militares de Nações Amigas	3
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

TABELA 3 – Efetivo de Cap Aluno do C Com do CAO 2º ano 2021.  
Fonte: Brasil, 2021a.

O período verificado pelo estudo compreende da data de formação dos capitães alunos Curso de Aperfeiçoamento (CAO) até a data de apresentação na EsAO (2021), sendo que o militar mais antigo foi formado na turma de 2010, delimitando-se assim o estudo entre o ano de 2011 até 2020.

O aluno deveria informar todas as OM Com que ele havia servido durante o tempo que esteve na tropa, independente da ordem do local em que serviu.

<b>Nr 1- Em quais Organizações Militares de Comunicações (OM COM) o senhor serviu? (Elencar todas as OM)</b>	
OM 1	
OM 2	
OM 3	
OM 4	

TABELA 4 – Questionário Nr 1.  
Fonte: O autor.

O quadro abaixo resume a representatividade da população por C Mil A:

<b>C Mil A</b>	<b>Representatividade Cap Alu CAO</b>
CMA	Sim
CML	Sim
CMNE	Sim
CMN	Não
CMO	Sim
CMP	Sim
CMSE	Sim
CMS	Sim

TABELA 5 – Representatividade dos Cap Alu CAO 2021 por C Mil A.  
Fonte: O autor.

Como exemplificado no quadro acima, 87,5% dos C Mil A foram representados no estudo, ficando somente o CMN fora do escopo do trabalho, que possui somente a 23ª Companhia de Comunicações de Selva em sua área.

Esse período compreende a realização eventos de grande vulto ocorridos no país, com participação ativa do Exército Brasileiro, como Rio +20 em 2012, visita do

Papa Francisco durante a Jornada Mundial da Juventude 2013, Copa das Confederações FIFA 2013, Copa do Mundo de Futebol 2014, Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016, Operação Acolhida (em vigor desde 2018), Operação Verde Brasil (2019) e Verde Brasil II (2020), além da Operação COVID-19 (2020 até os dias atuais). Assim houve uma maior probabilidade da utilização do equipamento por todos os militares da amostra do estudo.

O resultado, em termos numéricos, do levantamento de Unidades de Comunicações, nível Subunidade e Batalhão, em que os alunos do CAO Com serviram ao longo de suas carreiras está resumido no quadro abaixo:

<b>C MIL A</b>	<b>OM</b>	<b>Qnt Mil por OM Com</b>
CMA	1º Batalhão de Comunicações de Selva	2
CML	Batalhão Escola de Comunicações	3
	4ª Companhia de Comunicações Leve de Montanha	2
	20ª Companhia de Comunicações Paraquedista	1
CMNE	4º Batalhão de Comunicações	2
	7ª Companhia de Comunicações	2
CMN	23ª Companhia de Comunicações de Selva	0
CMO	9º Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica	3
	14ª Companhia de Comunicações Mecanizada	0
CMP	1 Batalhão de Guerra Eletrônica	2
	6ª Companhia de Comunicações	2
	Companhia de Comando e Controle	3
CMSE	2ª Companhia de Comunicações Leve	2
	12ª Companhia de Comunicações Leve	4
	Companhia de Comunicações de Aviação do Exército	0
CMS	1º Batalhão de Comunicações	5
	3º Batalhão de Comunicações	2
	6º Batalhão de Comunicações	1
	3ª Companhia de Comunicações Blindada	3
	5ª Companhia de Comunicações Blindada	1
	8ª Companhia de Comunicações	0
	11ª Companhia de Comunicações Mecanizada	1

	12ª Companhia de Comunicações Mecanizada	3
	13ª Companhia de Comunicações Mecanizada	2
	15ª Companhia de Comunicações Mecanizada	0

TABELA 6 – Levantamento de militares nas OM Com.

Fonte: O autor.

Das 25 (vinte e cinco) Organizações Militares levantadas no estudo, somente cinco não tiveram pelo menos 01 (um) militar do CAO 2021 integrando seus quadros, o que equivale a 80% das OM Com sendo representadas no estudo.

Para a seleção da amostra foram elaboradas duas perguntas onde o militar deveria preencher simultaneamente os seguintes critérios: ter servido em OM Com, nível Unidade/Subunidade, detentoras do RF-7800V-HH Falcon III e ter trabalhado, direta ou indiretamente, com o referido rádio.

As respostas referentes ao item Nr 2 (Alguma OM que o senhor serviu utilizava o rádio RF-7800V-HH?) do questionário foram unânimes em dizer que as OM elencadas na TABELA 6 – Levantamento de militares nas OM Com, utilizavam o rádio Falcon III, restando somente identificar se os militares da população investigada tiveram contato com o referido material.

Para verificar se o militar trabalhou com o rádio RF-7800V-HH, foi perguntado através do Questionário Nr 3 qual o nível de contato do militar com o Falcon III, exemplificado através da tabela abaixo:

<b>Qual nível de contato o senhor teve com o Equipamento rádio RF-7800V-HH? (Especificar por OM)</b>
a) Contato direto (Programação e/ou utilização do rádio em Operação)
b) Contato indireto (Planejamento da utilização do rádio)
c) Não tive contato com o rádio no período em que servi na OM

TABELA 7 – Questionário Nr 3 – nível de contato com Falcon III.

Fonte: O autor.

Após a aplicação do questionário Nr 3, foram excluídos do estudo 9 (nove) militares que responderam não haver tido nenhum contato com o rádio no período em que estiveram servindo nas tropas de Com, restando 23 (cinte e três) militares do CAO 2º ano do Curso de Comunicações.

Por não ter havido pelo menos 01 (um) militar servindo em seus quadros, foram excluídas as seguintes OM Com: o 1 Batalhão de Guerra Eletrônica (Brasília/DF),

apenas 02 (dois) militares que serviram na OM e nenhum deles teve contato com o Falcon III; 2ª Companhia de Comunicações Leve (Campinas/SP), somente 02 (dois) militares que serviram na 2ª Cia Com L e também não tiveram contato com o referido rádio; e 3º Batalhão de Comunicações (Porto Alegre/RS), onde (02) dois militares que serviram no 3º B Com, também sem contato com o RF7800V-HH.

Com esse novo dado, diminuiu para 17 (dezesete) Unidades analisadas pelo estudo, o que corresponde a 68% das OM Com, no nível Btl e Cia.

Através do questionário Nr 4 (Nas OM em que o Senhor teve algum tipo de contato com o rádio RF-7800V-HH, quais das tecnologias abaixo foram empregadas?) foram realizadas seis perguntas referentes a tecnologias do rádio RF-7800V-HH que também constam no Caderno de Instrução EB70-CI-11.403 – Medidas de Proteção Eletrônica, para identificar o nível de utilização dos militares em relação ao Falcon III:

<b>TECNOLOGIA MPE</b>	<b>OM 1</b>	<b>OM 2</b>	<b>OM 3</b>	<b>OM 4</b>
MUDANÇA DO TIPO DE MODULAÇÃO E/OU PROTOCOLO DE TRANSMISSÃO				
ANTIBLOQUEIO (SALTO DE FREQUÊNCIA)				
CRIPTOFONIA (SCRAMBLER)				
CONTROLE AUTOMÁTICO DE POTÊNCIA (CAP OU APC)				
TRANSMISSÃO POR SALVAS (BURST)				
TRANSMISSÃO DIGITAL DE VOZ				

TABELA 8 – Questionário Nr 4.

Fonte: o autor.

Foram levados em consideração os seguintes critérios para dimensionar o nível de utilização das tecnologias de MPE do rádio Falcon III pelos militares de Comunicações, independente de qual OM o militar tenha utilizado a tecnologia: utilização ampla das MPE para os militares que marcaram entre seis e cinco respostas elencadas no questionário; utilização relativa das MPE do Falcon III para militares que marcaram quatro ou três itens do questionário; utilização baixa para quem marcou dois ou menos itens do questionário.

<b>NÍVEL DE UTILIZAÇÃO DAS MPE DO RF-7800V-HH</b>	<b>QUANTIDADE DE MPE UTILIZADA PELO MILITAR COM</b>
UTILIZAÇÃO AMPLA	6 ou 5

UTILIZAÇÃO RELATIVA	4 ou 3
UTILIZAÇÃO BAIXA	abaixo de 2 (inclusive)

TABELA 9 – Nível de utilização das MPE do RF-7800V-HH.

Fonte: o autor.

O resultado do questionário Nr 4, utilizando os critérios para identificar o nível de utilização das tecnologias de MPE do rádio Falcon III pelos 23 (vinte e três) militares de Comunicações que participaram da amostra, foi representado através do gráfico 1.

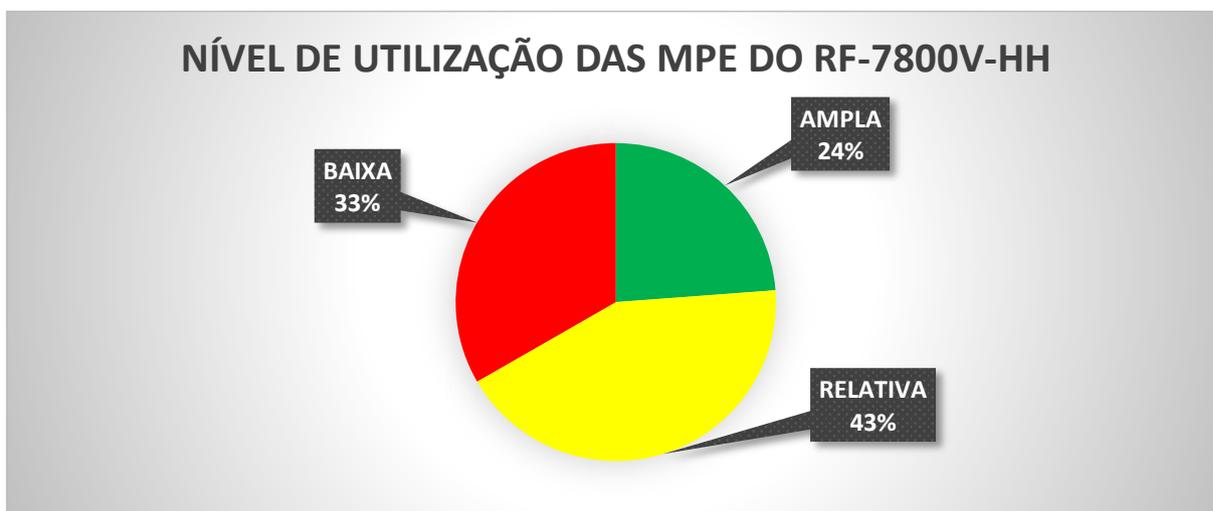


GRÁFICO 1 – Nível de utilização das MPE do RF-7800V-HH.

Fonte: o autor.

Como pode-se verificar, a grande maioria dos militares estudo utilizou poucas tecnologias de MPE do rádio Falcon III. Somente 5 (cinto) militares utilizaram amplamente as MPE elencadas no questionário Nr 4, 9 (nove) militares fizeram utilização relativa das MPE e 7 (sete) utilizaram 2 (dois) ou menos tecnologias MPE do RF7800V-HH.

O gráfico Nr 2 apresenta as tecnologias de MPE do rádio Falcon III de acordo com a sua utilização pelos militares do CAO 2º ano do Curso de Comunicações.

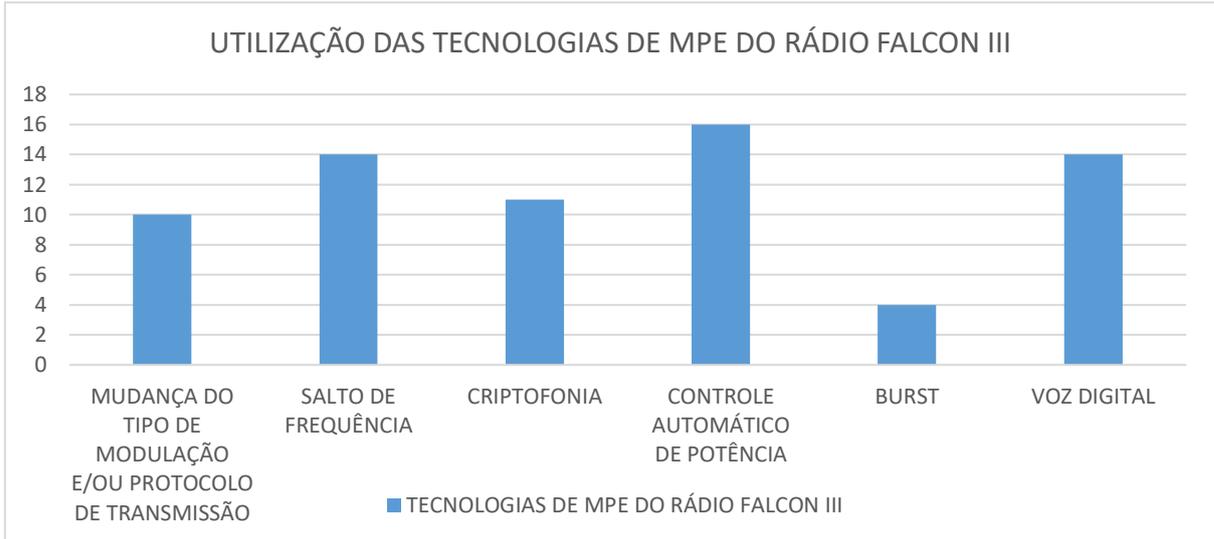


GRÁFICO 2 – utilização das MPE do RF-7800V-HH por tipo.  
Fonte: o autor.

As tecnologias que mais foram utilizadas foram o controle automático de potência, com 16 (dezesesseis) militares fazendo uso, seguido de salto de frequência e voz digital, ambos com 14 (quatorze) utilizações.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

A amostra foi composta por 23 (cinte e três) dos 32 militares do CAO 2º ano do Curso de Comunicações, que satisfizeram simultaneamente os critérios de ter servido em OM Com, nível Unidade/Subunidade, detentoras do RF-7800V-HHFalcon III e ter trabalhado, direta ou indiretamente, com o referido rádio. Isso corresponde a 71,87% da população estudada.

Foram representados 87,5% dos Comandos Militares de Área, ficando de fora somente o CMN, que só possui uma OM Com nível Cia Com.

Das OM Operacionais nível Batalhão e Companhia de Comunicações, 68% foram representadas no estudo, o que corresponde a 17 OM Com de um total de 25 (vinte e cinco).

Foi realizado um levantamento de informações relacionadas às tecnologias de MPE do equipamento rádio Falcon III e das MPE preconizadas nos manuais do Exército Brasileiro, com a finalidade de verificar o nível de utilização das MPE do Equipamento rádio RF-7800V-HH Harris Falcon III pela tropa de Comunicações.

Do total da amostra, somente 5 (cinto) militares utilizaram amplamente as MPE elencadas no questionário Nr 4, um valor muito aquém do esperado para os militares que são especialistas em comunicações.

As tecnologias que mais foram utilizadas foram o controle automático de potência, com 16 (dezesseis) militares fazendo uso, seguido de salto de frequência e voz digital, ambos com 14 (quatorze) utilizações.

O fato de os militares não terem utilizado algumas das tecnologias não implica necessariamente em não saber utilizá-las, mas é certo que o rádio Falcon III está sendo subempregado quando não se utilizam todos os recursos que suas tecnologias oferecem para aumentar a segurança para as transmissões das mensagens no contexto de operações.

A partir do método indutivo, o estudo identificou que, na maioria dos casos, os quartéis de Comunicações, especialistas em rádio no âmbito do Exército, possuem dificuldades na aplicação das tecnologias de MPE presentes no rádio Falcon III durante as Operações, pode-se então inferir, portanto, que as demais Organização Militar do Exército que operam o Falcon III apresentam as mesmas dificuldades.

Como contribuição para a melhoria no emprego das tecnologias de MPE do Rádio RF-7800V-HH Falcon III e visando a melhoria do nível de adestramento do pessoal da F Ter, sugere-se que seja dada maior ênfase à utilização da mudança do tipo de modulação e/ou protocolo de transmissão, salto de frequência, criptofonia, controle automático de potência, *burst* e voz digital, realizando o adestramento com a prática de utilização de cada uma das tecnologias, com a finalidade de aprimorar as comunicações na F Ter.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército Brasileiro. **Aditamentos DCEM 2020**. Disponível em: <<https://www.dcem.eb.mil.br/index.php/aditamentos-2020>>. Acesso em: 16 de maio de 2021a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. C 11-30: **As Comunicações na Brigada**. 2. ed. Brasília, DF, 1998.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. C 11-61: **As Comunicações na Divisão de Exército**. 1. ed. Brasília, DF, 1995.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. C 24-18: **Emprego do Rádio em Campanha**. 4. ed. Brasília, DF, 1997.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Conceito da Arma de Comunicações**. Disponível em: <[http://www.eb.mil.br/armas-quadros-e-servicos/-/asset\\_publisher/W4kQILLo3SEa/content/arma-de-comunicacoes](http://www.eb.mil.br/armas-quadros-e-servicos/-/asset_publisher/W4kQILLo3SEa/content/arma-de-comunicacoes)>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021b.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Organizações Militares de Comunicações por Comando Militar de Área**. Disponível em: <<http://www.ccomgex.eb.mil.br/dpdg/map.php>>. Acesso em: 28 de abril de 2021c.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. EB60-ME-11.401: **Manual de Ensino Dados Médios de Planejamento Escolar**. 1. ed. Brasília, DF, 2017.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. EB20-MF-10.101: **Manual de Fundamentos: O Exército Brasileiro**. 1ª ed Brasília, DF, 2014a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. EB70-CI-11.403: **Caderno de Instrução Medidas de Proteção Eletrônica**. 1. ed. Brasília, DF, 2014b.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. EB70-MC-10.241: **As Comunicações na Força Terrestre**. 1. ed. Brasília, DF, 2018.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. EB70-MC-11.247: **A Guerra Eletrônica nas Operações**. 1. ed. Brasília, DF, 2020.

\_\_\_\_\_. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. **Apresentação de trabalhos acadêmicos e dissertações**. Rio de Janeiro: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 4. ed., 2013, 108 p.

DEFESANET. **HARRIS recebe encomenda de 14 milhões de dólares de radiocomunicações do Ministro da Defesa do Brasil**. 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: 22 de fevereiro de 2021.

L3HARRIS. **OPERAÇÕES DO RF-7800V-HH, Guia do Estudante**. Harris Corporation RF Communication Division. Rochester, New York, 2012.

\_\_\_\_\_. **RF-7800V Radio Family Brochure.** Disponível em: <<https://www.l3harris.com/sites/default/files/2020-12/cs-tcom-rf-7800v-radio-family-brochure.pdf>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021a.

\_\_\_\_\_. **RF-7800V-HH Handheld VHF Tactical Radio Data Sheet.** Disponível em: <<https://www.l3harris.com/all-capabilities/falcon-iii-rf-7800v-hh-handheld-vhf-tactical-radio>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021b.

\_\_\_\_\_. **RF-7800V-HH RÁDIO PORTÁTIL VHF, Manual de Operações.** Harris Corporation RF Communication Division. Rochester, New York, 2014.

MALHADA JÚNIOR, César Flores. **Emprego dos rádios Falcon II e Falcon III nas operações de garantia da lei e da ordem em ambiente urbano.** Brasília: Revista Exército Brasileiro, 2018, v. 154 n. 3. 9p.

NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral (org). **Manual de metodologia da pesquisa científica.** Rio de Janeiro: EB/CEP, 2007. 204 p.

RODRIGUES, Maria das Graças Villela. **METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA: ELABORAÇÃO DE PROJETOS, TRABALHOS ACADÊMICOS E DISSERTAÇÕES EM CIÊNCIAS MILITARES.** Rio de Janeiro: Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 3. ed., 2006, 130 p.

**APÊNDICE A – Questionário sobre as Organizações Militares em que os Capitães Alunos do Curso de Comunicações do CAO/21 serviram e seu contato com o rádio RF-7800V-HH (Falcon III portátil)**

- 1- Em quais Organizações Militares de Comunicações (OM COM) o senhor serviu? (Elencar todas as OM)
- 2- Alguma OM COM que o senhor serviu utilizava o rádio RF-7800V-HH? (Elencar quais OM possuíam o rádio Harris Falcon III)
- 3- Qual nível de contato o senhor teve com o Equipamento rádio RF-7800V-HH nas OM COM? (Especificar por OM)
  - a. Contato direto (Programação e/ou utilização do rádio em Operação)
  - b. Contato indireto (Planejamento da utilização do rádio)
  - c. Não teve contato com o rádio no período em que servi na OM
- 4- Nas OM em que o Senhor teve algum tipo de contato com o rádio RF-7800V-HH, quais das tecnologias abaixo foram empregadas? (responder SIM ou NÃO para as tecnologias MPE de acordo com a OM que utilizou o rádio Falcon III)

<b>TECNOLOGIA MPE</b>	<b>OM 1</b>	<b>OM 2</b>	<b>OM 3</b>	<b>OM 4</b>
MUDANÇA DO TIPO DE MODULAÇÃO E/OU PROTOCOLO DE TRANSMISSÃO				
ANTIBLOQUEIO (SALTO DE FREQUÊNCIA)				
CRIPTOFONIA (SCRAMBLER)				
CONTROLE AUTOMÁTICO DE POTÊNCIA (CAP OU APC)				
TRANSMISSÃO POR SALVAS (BURST)				
TRANSMISSÃO DIGITAL DE VOZ				