ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES

Giordano Tessari Pires

A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO CURSO DE COMUNICAÇÕES DA AMAN

Resende
2022

	APÊNDICE III (TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DENATUREZA PROFISSIONAL) AO ANEXO B (NITCC) ÀS DIRETRIZES PARA A GOVERNANÇA DA PESQUISA ACADÊMICA E DA DOUTRINA NA AMAN	**AMAN 2022**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL

TÍTULO DO TRABALHO: A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO CURSO DE COMUNICAÇÕES DA AMAN
AUTOR: GIORDANO TESSARI PIRES

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em revista técnica da Escola ou outro veículo de comunicação do Exército.

A Academia Militar das Agulhas Negras poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou da Direção de Ensino da Academia Militar das Agulhas Negras.

Resende, 24 de agosto de 2022

Cad Giordano Tessari Pires

Dados internacionais de catalogação na fonte

P667i PIRES, Giordano Tessari
A importância do ensino das Medidas de Proteção Eletrônica no Curso de Comunicações da AMAN. / Giordano Tessari Pires – Resende; 2022. 35 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Yuri Cáceres dos Santos Alves Branco
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2022.

1. Medidas de Proteção Eletrônica. 2. Academia Militar das Agulhas Negras. 3. Exercícios escolares.
4. Comunicações. 5. Negligência. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Jurandi de Souza CRB-5/001879

Giordano Tessari Pires

A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO CURSO DE COMUNICAÇÕES DA AMAN

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientador: 1º Ten Com Yuri Cáceres dos Santos Alves Branco

Resende
2022

Giordano Tessari Pires

A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO CURSO DE COMUNICAÇÕES DA AMAN

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 01 de junho de 2022:

Banca examinadora

Yuri Cáceres dos Santos Alves Branco, 1º Ten
(Presidente/Orientador)

Rôber Yamashita, Maj

Leonam Vinícius de Fragoso Marinho, Cap

Resende
2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, dedico o presente trabalho à Deus, que sempre me deu forças para caminhar rumo ao oficialato e, também, à minha família por ter sido o alicerce desse sonho que está se realizando.

Agradeço, também, ao meu orientador, pela disponibilidade de tempo, além do esforço e dedicação para me orientar em direção ao melhor desempenho possível.

Agradeço à minha amiga Lídia, por ter me ajudado neste trabalho e pela sua disponibilidade de tempo e dedicação.

À todos que tiveram participação, de forma direta ou indireta, na elaboração deste trabalho, contribuindo, substancialmente, para enriquecê-lo.

RESUMO

A IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO ELETRÔNICA NO CURSO DE COMUNICAÇÕES DA AMAN

AUTOR: Giordano Tessari Pires

ORIENTADOR: 1º Ten Com Yuri Cáceres dos Santos Alves Branco

O presente trabalho versa sobre a importância das Medidas de Proteção Eletrônica (MPE). Em face disso, este trabalho teve como objetivos explicitar os tipos de MPE realizados pelos exercícios da AMAN, verificar o conteúdo lecionado pela Academia Militar através do (Plano de Disciplina) PLADIS, analisar o nível de conhecimento das MPE dos instruendos e o motivo de serem negligenciadas nos exercícios escolares, bem como obter conclusões e, se possível, fornecer sugestões para contribuir com o tema. Para atingir tais objetivos, foram feitas análises documentais em manuais de Guerra Eletrônica, emprego de rádio em campanha, Comando e Controle, entre outros. Ademais, foi realizada uma pesquisa amostral entre cadetes do 3º e 4º anos do Curso de Comunicações e oficiais da Arma do Comando formados nos anos de 2020 e 2021 pela AMAN. Dessa forma, buscou-se a máxima precisão dos resultados para verificar o aprendizado dos cadetes no assunto de MPE, além de comparar com os oficiais formados na Academia, e entender os motivos da Proteção Eletrônica ser negligenciada em atividades no terreno. Os resultados mostraram que a premissa de tempo, a irregularidade no terreno ou até mesmo a imperícia contribuíam para que o instruendo se descuidasse com as MPE nas operações simuladas pela AMAN. Portanto, aumentando a carga-horária de instrução teórica e prática, além de empregar mais repetidoras e mais postos de rádio para superar as irregularidades no terreno, deixará o futuro oficial de Comunicações melhor preparado quando concluir o curso.

Palavras-chave: Medidas de Proteção Eletrônica. Academia Militar das Agulhas Negras. Exercícios escolares. Comunicações. Negligência.

ABSTRACT

THE IMPORTANCE OF TEACHING ELECTRONIC PROTECTION MEASURES IN AMAN'S SIGNALS COURSE

AUTHOR: Giordano Tessari Pires

ADVISOR: 1º Ten Com Yuri Cáceres dos Santos Alves Branco

The present work deals with the importance of Electronic Protection Measures (MPE). In view of this, this work aimed to explain the types of MPE performed by the AMAN exercises, verify the content taught by the Military Academy through the PLADIS (Discipline Plan), analyze the level of knowledge of the MPE of the trainees and the reason for being neglected in school exercises as well as to draw conclusions and, if possible, provide suggestions to contribute to the theme. To achieve these objectives, documental analyzes were carried out in Electronic Warfare manuals, use of radio in campaign, Command and Control, among others. In addition, a sample survey was carried out among cadets of the 3rd and 4th grades of the Signals Course and officers of the Signals Branch graduated in the years 2020 and 2021 by AMAN. In this way, the maximum precision of the results was sought to verify the learning of the cadets in the subject of MPE, in addition to comparing with the officers trained at the Academy, and to understand the reasons for Electronic Protection being neglected in activities on the field. The results showed that the time premise, irregularity in the terrain or even incompetence contributed to the student being careless with the MPE in the operations simulated by AMAN. Therefore, increasing the workload of theoretical and practical instruction, in addition to employing more repeaters and more radio stations to overcome irregularities in the field, will leave the future Signals officer better prepared when he completes the course.

Keywords: Electronic Protection Measures. Academia Militar das Agulhas Negras. Exercícios escolares. Signals. Negligence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo OODA.....17
Figura 2 – Campo de Atuação da Guerra Eletrônica.....19
Figura 3 – Ramos da Guerra Eletrônica.....19
Figura 4 – Salto de Frequência.....23
Figura 5 – PLADIS de MPE.....25
Figura 6 – PLADIS de instrução teórica Salto de Frequência e ALE.....26
Figura 7 – PLADIS de instrução prática de Salto de Frequência e ALE.....26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Rádios e suas respectivas tecnologias de criptografia.....24
Quadro 2 – PLANID dos Exercícios no terreno.....26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Familiaridade com MPE antes do dia 27/03.....28
Gráfico 2 – Familiaridade com MPE a partir do dia 27/03.....28
Gráfico 3 – Participantes que possuíram alguma instrução de MPE.....29
Gráfico 4 – Aplicação das MPE no terreno.....30
Gráfico 5 – Casos de negligência das MPE em exercícios no terreno.....31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AES	Padrão de Criptografia Avançado / *Advanced Encryption Standard*
ALE	Estabelecimento Automático de Enlace / *Automatic Link Establishment*
AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
Anl GE	Análise de Guerra Eletrônica
C^2	Comando e Controle
Cia Com	Companhia de Comunicações
CIGE	Centro de Instrução de Guerra Eletrônica
Com	Comunicações
EB	Exército Brasileiro
ECCM	Contra Medidas Eletrônicas
EPCT	Estágio Preparatório para Corpo de Tropa
FSO	*Free Space Optics*
GE	Guerra Eletrônica
GHz	*Giga Hertz*
HF	*High Frequency*
IE Com Elt	Instruções para a Exploração das Comunicações e Eletrônica
kHz	*Kilo Hertz*
MAE	Medidas de Ataque Eletrônico
MAGE	Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
N Com	Não Comunicações
OM	Organização Militar
OODA	Observação – Orientação – Decisão – Ação
OCrim	Organização Criminosa
OVN	Óculos de Visão Noturna
PLADIS	Plano de Disciplina
PLANID	Plano Integrado de Disciplina
RVT	Radar para Vigilância Terrestre
SISCOMIS	Sistema Militar de Comunicações por Satélite

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REFERENCIAL TEÓRICO 13

2.1 TEMA 13

2.2 PROBLEMA 13

2.2.1 Antecedentes 13

2.2.2 Formulação 14

2.3 OBJETIVOS 14

2.3.1 Objetivo Geral 14

2.3.2 Objetivos Específicos 14

2.4 HIPÓTESE 15

2.5 JUSTIFICATIVA 15

2.6 COMUNICAÇÕES DE RÁDIO-ENLACE 16

2.7 COMANDO E CONTROLE 16

2.8 CICLO DE COMANDO E CONTROLE 16

2.9 GUERRA ELETRÔNICA 17

2.10 CAMPOS DE ATUAÇÃO DA GUERRA ELETRÔNICA 18

2.10.1 Comunicações (Com) 18

2.10.2 Não Comunicações (N Com) 18

2.11 RAMOS DE ATUAÇÃO DA GUERRA ELETRÔNICA 19

2.11.1 Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE) 20

2.11.2 Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) 20

2.11.3 Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) 20

2.12 ANÁLISE DE GUERRA ELETRÔNICA 21

2.13 SALTO DE FREQUÊNCIA / *HOPSET* 22

2.14 ESTABELECIMENTO AUTOMÁTICO DE ENLACE / *AUTOMATIC LINK ESTABLISHMENT* (ALE) 23

2.15 CITADEL 23

2.16 PADRÃO DE CIPTOGRAFIA AVANÇADO / *ADVANCED ENCRYPTION STANDARD* (AES).....23
2.17 RÁDIOS UTILIZADOS NA AMAN.....24
3 REFERENCIAL METODOLÓGICO 24
3.1 TIPO DE PESQUISA 24
3.2 PLADIS 25
3.2.1 Medidas de Proteção Eletrônica..... 25
3.2.2 Salto de Frequência e ALE 25
3.3 PLANID 26
3.4 PARTICIPANTES 26
3.5 INSTRUMENTOS 27
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 27
4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS VALORES 27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 32
REFERÊNCIAS 34

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual de combate, as Medidas de Proteção Eletrônica, que são também um ramo da Guerra Eletrônica (GE), são de grande importância, tendo em vista que compreendem ações que evitam que o inimigo intercepte e obtenha informações de interesse que circulam pelos meios de comunicações utilizados pelo Exército Brasileiro, em especial, aqueles que utilizam o espectro eletromagnético como meio de comunicação, tais quais a criptografia dos rádios, utilização de meios de mascaramento de sinal, controle da potência, direcionamento da antena, de forma a não ser apontada para o oponente, dentre outros.

Com o decorrer dos anos, o fluxo de informações está cada vez maior e mais rápido, com isso, cria a necessidade do Exército Brasileiro de ter uma Guerra Eletrônica eficiente, principalmente a consciência de sempre haver MPE em suas operações militares.

A Guerra Eletrônica se divide em três ramos de atuação: Medidas de Apoio da Guerra Eletrônica (MAGE), Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) e Medidas de Proteção Eletrônica (MPE).

Segundo o Manual EB-70-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre:

> "As Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) são o conjunto de ações defensivas que buscam assegurar o uso eficiente e eficaz do espectro eletromagnético pelas forças amigas, não obstante o eventual emprego das MAGE (Medidas de Apoio da Guerra Eletrônica) e MAE (Medidas de Ataque Eletrônico) pelo oponente ou, ainda, pelas próprias forças."

Ao não ter o controle do uso espectro eletromagnético, alimenta-se o ciclo de Comando e Controle (C^2) do inimigo, além de romper o ciclo de C^2 do próprio sistema, e assim, perder a vantagem sobre o inimigo, pois o Sistema de Comunicações do Exército Brasileiro torna-se mais vulnerável e enfraquecido.

De acordo com o manual EB-70-MC-10.341 - Lista de Tarefas Funcionais (2016, p. 15), a Função de Combate Comando e Controle (C^2) engloba as ações que são usadas para planejar, dirigir, coordenar e controlar o emprego no uso de forças e meios em atividades de guerra. Essas ações permitem aos comandantes executar o Comando e Controle. Nessa visão, o comando integra o conjunto de ações que permitem ao

comandante exercer sua autoridade, enquanto o controle integra as atividades que permitem ao comandante conduzir as operações.

No entanto, por falta de premissa de tempo, falta de contextualização dos exercícios ou até desconhecimento do assunto, ocorre a negligência das MPE em certos momentos, de forma que compromete o bom cumprimento da missão das Comunicações. Um exemplo seria nos exercícios no terreno realizados pela AMAN, como a Ofensiva, Defensiva e Manobra Escolar, os quais englobam a maior parte do Corpo de Cadetes e, no caso do último exercício, englobam até outras Organizações Militares (OM).

Este trabalho tem a finalidade de analisar a importância do ensino das MPE e os possíveis motivos de ser negligenciada nos exercícios escolares.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEMA

O presente tema está inserido na área de conhecimento da Doutrina e Operações Militares, subárea de Comunicações, delimitação em Guerra Eletrônica. O objetivo deste artigo é examinar a importância do ensino de MPE no Curso de Comunicações da AMAN, bem como as razões pelas quais muitas vezes é negligenciado nas atividades práticas escolares.

2.2 PROBLEMA

2.2.1 Antecedentes

Antes de realizar o exercício escolar propriamente dito, os cadetes da Academia Militar das Agulhas Negras do Curso de Comunicações, e alguns elementos de apoio, oriundos dos demais cursos e outras OM em Pedido de Cooperação de Instrução, são organizados como uma Companhia de Comunicações (Cia Com), precisam realizar um planejamento de combate no emprego de uma Subunidade de Comunicações, e com isso é utilizado para a configuração dos rádios, distribuição das redes, além de encriptar o

sinal, para manter o princípio da segurança. Seguindo o exposto no documento Instruções para a Exploração das Comunicações e Eletrônica (IE Com Elt), a maioria dos planejamentos busca mudar a criptografia e os indicativos do rádio a cada duas horas, porém ocorre de o operador deixar por mais tempo ou até mesmo na totalidade do exercício, gerando, assim, a possibilidade de comprometer as informações que trafegam pela rede-rádio.

Quando é dada uma instrução de rádio, são ensinadas técnicas de MPE, bem como sua importância para as operações e para a segurança da Grande Unidade a qual a Cia Com presta apoio. Nos exercícios no terreno da AMAN, haja vista a irregularidade do terreno da área de instrução, aplicada a tecnologia digital, que tem como necessidade maior tempo de recepção em exposição de dados, o correto direcionamento de antenas e a quantidade de potência, tudo isso são fatores que geram a dificuldade de realizar o enlace-rádio, juntamente com a falta de tempo e desconhecimento dos operadores, podem contribuir com a negligência das MPE.

2.2.2 Formulação

Após analisar e refletir sobre os fatos ditos anteriormente, foi elaborado o seguinte problema de pesquisa: já que as Medidas de Proteção Eletrônica são um fator importante no combate atual, mesmo com as dificuldades de realizar um enlace-rádio, está sendo reforçada a importância das mesmas na formação do instruendo?

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a importância do ensino das Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) de Comunicações no Curso de Comunicações da AMAN.

2.3.2 Objetivos Específicos

Explicitar os tipos de MPE realizados nos exercícios da AMAN.

Verificar o conteúdo lecionado pela AMAN através do PLADIS do Curso de Comunicações.

Analisar o nível de conhecimento das MPE dos instruendos e os possíveis motivos de serem negligenciadas nos exercícios escolares.

Obter conclusões e, se possível, sugestões para contribuir com o tema.

2.4 HIPÓTESE

Para tentar responder o problema da pesquisa e direcionar essa pesquisa, foi feita a seguinte hipótese:

A AMAN está mostrando a importância, no entanto, durante os exercícios no terreno, quando surge dificuldades em realizar o enlace rádio, as MPE são negligenciadas.

2.5 JUSTIFICATIVA

Desde os primórdios da civilização, a comunicação é reconhecida como um fator crítico para alcançar a vitória nas batalhas. Atualmente, esse fator não perdeu sua importância, e o Exército Brasileiro reconhece a necessidade de atualização constante e de novos equipamentos para melhorar a transmissão de informações e integrar as tropas nas missões.

Quando se está em uma operação, há sempre o risco de algum elemento não desejado, como um exército inimigo com capacidade de Guerra Eletrônica ou organizações criminosas relevantes (OCrim), interceptarem as transmissões das comunicações e conseguirem obter informações com o que os operadores estão transmitindo.

Para isso, existe as Medidas de Proteção Eletrônica, ramo da Guerra Eletrônica, que impedem que o inimigo realize ações de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE) e Medidas de Ataque Eletrônico (MAE). As MPE incluem criptografia de sinal, correto posicionamento de antenas, antenas direcionais de alto ganho, uso de massa encobridora, controle de potência ou configurar o sinal em modo de Salto de Frequência ou Estabelecimento Automático de Enlace, ferramentas bastante

recomendadas para cumprir o objetivo da proteção eletrônica e o adequado estudo no terreno incluindo ferramentas de predição de enlace.

2.6 COMUNICAÇÕES DE RÁDIO-ENLACE

Conforme o manual C24-18 - Emprego do Rádio em Campanha (2018, p. 21), as Comunicações no Exército Brasileiro têm a missão de integrar a estrutura, estabelecendo as ligações entre os mais diversos escalões da Força Terrestre, de forma a apoiar o exercício do Comando e Controle, tanto em situações de guerra, como em situações de não guerra. Para isso, podem ser feitos por meio de radiofrequência, meios físicos, como cabos telefônicos ou ópticos ou meios de sinais visuais. A faixa de frequência das ondas de rádio abrange, aproximadamente, de 3 kHz a 300 GHz. No entanto, a maioria dos rádios utilizados para estabelecer as ligações operam de 1,5 a 6 GHz (BRASIL, 4ª ed., 2018, p.17-18).

2.7 COMANDO E CONTROLE

Segundo o manual EB20-MC-10.205 - Comando e Controle (2015, p. 12), Comando e Controle (C^2) é a capacidade que o comandante possui de realizar o exercício da autoridade e da direção sobre o seu próprio comando, de forma a cumprir as missões distribuídas pelo alto comando.

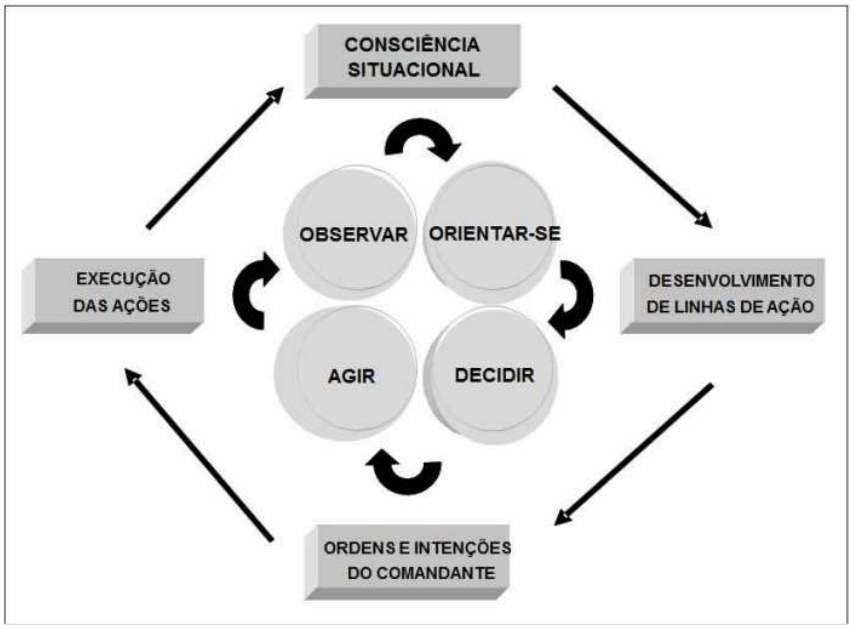
Como dito anteriormente, o Comando e Controle é também uma Função de Combate, que realiza a coordenação e controle em operações. A Função de Combate C^2 ajuda a conduzir o processo de planejamento e a condução das operações, operar posto de comando, realizar gestão do conhecimento e da informação, bem como coordenar ações para informar e influenciar, dentre outros (BRASIL, 2016, p. 15-17).

2.8 CICLO DE COMANDO E CONTROLE

Conforme o manual EB20-MC-10.205 - Comando e Controle (2015, p. 12), o ciclo é a “Sequência na qual as ações em combate são desenvolvidas, de forma cíclica: observação – orientação – decisão – ação (OODA)”. A etapa da observação é percebida

quando ocorre mudança nos acontecimentos, na etapa da orientação seria a idealização do novo cenário, já a decisão e a ação seriam decidir uma nova conduta e executá-la, de forma que retorne à primeira etapa. Para que cada etapa seja realizada, é necessário um canal de comunicação, bem como o espectro eletromagnético, pois precisa de certa agilidade para que a informações percorram de forma rápida e cheguem até o comandante. A quebra desse ciclo gera desvantagem, pois o ciclo deverá ser reiniciado.

Figura 1 – Ciclo OODA



Fonte: BRASIL (2015, pg. 21)

2.9 GUERRA ELETRÔNICA

De acordo com o manual EB70-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), a GE é entendida como “um conjunto de ações que visam explorar qualquer emissão do inimigo em qualquer faixa do espectro eletromagnético”. Com essas ações, se captura o sinal de forma a obter informações importantes e essenciais. Com esses dados, utilizá-los no momento oportuno, como por exemplo, se for informações relativas ao inimigo, como é sua formação, capacidade, armamento e localização. Além disso, possibilita a neutralização parcial ou total do sistema de Guerra Eletrônica do inimigo, ao passo que protege os próprios sistemas de uma MAE inimiga.

A GE também abrange ações cinéticas e não cinéticas, comprometendo de forma significativa o emprego eficiente dos meios eletrônicos do oponente ou a sua destruição física (BRASIL, 2019, p. 20).

Além disso, as ações da GE podem se assemelhar às de inteligência militar, já que compartilham com elas os princípios básicos, níveis, metodologia e conceitos (BRASIL, 2019, p. 20).

Conforme o manual EB70-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), devido à natureza fundamental dos sistemas baseados na emissão de radiofrequência, os impactos da GE são espacialmente restritos. Em outras circunstâncias, as ações da GE vão além do nível tático das operações da Força Terrestre, enfatizando a necessidade de planejamento e execução integrados da GE em todos os níveis (BRASIL, 2019, p. 20).

2.10 CAMPOS DE ATUAÇÃO DA GUERRA ELETRÔNICA

2.10.1 Comunicações (Com)

De acordo com o manual EB-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), são equipamentos utilizados para transmitir dados digitais ou analógicos a partir de impulsos eletromagnéticos. Esta esfera de atividade inclui equipamentos como o Sistema Militar de Comunicações por Satélite (SISCOMIS), transmissores de rádio, sistemas troncalizados, equipamentos de rádio tático, sistemas de comunicações ópticas de espaço livre (FSO) e receptores de Sistemas de Geolocalização.

2.10.2 Não Comunicações (N Com)

Segundo o manual EB-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), “são equipamentos que produzem informações, a partir do sensoriamento dos sinais eletromagnéticos”. Alguns materiais que são usados em combate e que são alvos deste campo de atuação são: radar para vigilância terrestre (RVT), binóculo térmico, intensificador de imagem residual (OVN), dispositivo explosivo improvisado controlado remotamente e radar para vigilância aérea. (BRASIL, 2019, p. 20-21).

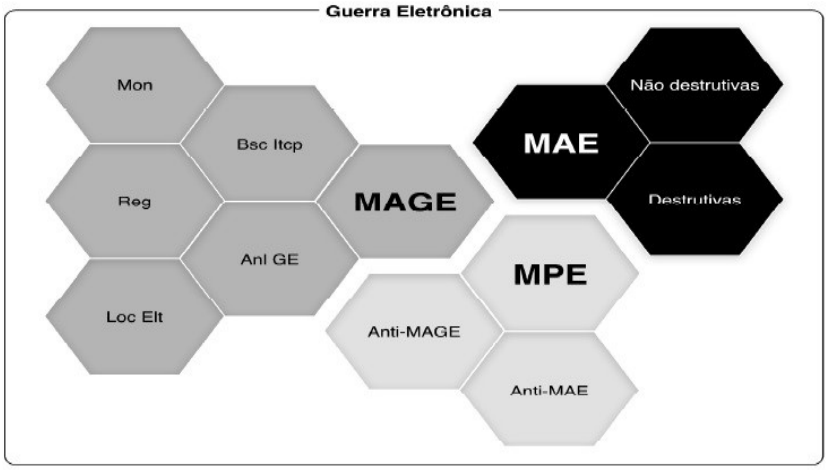
Figura 2 – Campo de Atuação da Guerra Eletrônica

Fonte: BRASIL (2019, pg. 19)

2.11 RAMOS DE ATUAÇÃO DA GUERRA ELETRÔNICA

São classificados conforme a função dos seus objetivos que direcionam seu emprego. Os ramos de atuação se dividem em três.

Figura 3 – Ramos da Guerra Eletrônica



Fonte: BRASIL (2019, pg. 19)

2.11.1 Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE)

De acordo com o manual EB70-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), as MAGE visam obter e analisar as informações com o monitoramento, localização eletrônica, busca de interceptação, registro e análise de GE, a partir das emissões eletromagnéticas do inimigo, ou seja, fornecer informações ao oponente. Geralmente, as MAGE são dificilmente percebidas.

2.11.2 Medidas de Ataque Eletrônico (MAE)

De acordo com o manual EB70-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), as Medidas de Ataque Eletrônico:

> **Tem o objetivo de destruir, incapacitar ou degradar a capacidade de combate do oponente, impedindo-o de utilizar o espectro eletromagnético. Para isso, é feito por meio de radiação, reirradiação, reflexão, alteração ou absorção intencional da energia eletromagnética, ou a destruição física do sistema inimigo, por meio de ataques ofensivos pontuais e específicos.**
>
> **Os ataques podem ser não destrutivos, por meio do bloqueio e despistamento, ou destrutivos, por meio da emissão de energia direcionada e guiamento de armas pela emissão do alvo.**

2.11.3 Medidas de Proteção Eletrônica (MPE)

Buscam assegurar a utilização total e segura das próprias emissões eletromagnéticas, caso haja ações ofensivas de GE, oriundos de forças inimigas ou de fontes não intencionais. As ações se dividem entre anti-MAGE e anti-MAE (BRASIL, 2019, p. 20-21).

De acordo com o manual CI 34 – 1/1 – Medidas de Proteção Eletrônica (2006, p. 4), ações anti-MAGE são um conjunto de atividades destinadas a impedir que o inimigo explore os sistemas de comunicações ou não comunicações de nossas tropas como fontes de informação, negando o sucesso em obter, encontrar e analisar nossas emissões por meio da MAGE inimiga. São fundamentais para a segurança de toda a tropa e, portanto, devem ser realizadas de forma contínua.

Algumas medidas anti-MAGE são: criptografia, criptofonia, salto de frequência, controle automático de potência, transmissão digital por voz, entre outros.

Segundo o manual CI 34 – 1/1 – Medidas de Proteção Eletrônica (2006, p. 5), ações anti-MAE são “um conjunto de ações a serem tomadas no instante em que o operador de um equipamento de Com ou de N Com percebe que está sendo alvo de ações de MAE, com o fim de anular ou reduzir sua eficácia”.

Algumas medidas anti-MAE são: criptografia, salto de frequência, controle automático de potência, entre outros. Ao fazer uma análise mais aprofundada, todo equipamento de anti-MAE possui em seu funcionamento medidas anti-MAGE, por isso os exemplos de ambos os tipos de MPE se mesclam.

2.12 ANÁLISE DE GUERRA ELETRÔNICA

De acordo com o manual EB70-MC-10.201 - A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), Análise de Guerra Eletrônica (Anl GE) é um método para investigar, correlacionar e interpretar os resultados de sensores eletromagnéticos, com o objetivo de produzir conhecimento derivado das fontes de sinais. Essa análise busca as características e formato dos dados oriundos da fonte de sinais (BRASIL, 2019, p. 32)

Conforme o manual EB70-MC-10.201: A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), existem vários tipos de análise da GE, como a análise de conteúdo, onde o método visa processar as mensagens em claro ou criptografadas que estejam no espectro eletromagnético, com o intuito de adquirir dados e informações sobre os objetivos a partir de seu conteúdo. Temos a análise de tráfego, onde ocorre a observação e análise da taxa de ocupação no espectro, direção e fluxo de mensagens transmitidas pelo inimigo. Além disso, há a análise de localização eletrônica, que é feito a partir das apurações e pesquisas feitas pelos centros de MAGE. Também temos a análise técnica, que elabora dados e informações com a captura de sinal dos inimigos, a partir do estudo da parte técnica e dos metadados das transmissões eletromagnéticas proveniente dos rádios inimigos. Por último, há a análise final, o qual busca interpretar e associar a análises oriundos das demais sessões da Anl GE, para obter dados e realizar conclusões sobre as informações (BRASIL, 2019, p. 32).

Segundo o manual EB70-MC-10.201: A Guerra Eletrônica na Força Terrestre (2019), apenas com a emissão no espectro eletromagnético, ou seja, uma transmissão sem o acesso à mensagem, que pode estar criptografada, pode gerar vários tipos de

dados, como a posição das tropas, a quantidade do fluxo de informações, quantos postos de rádio o inimigo possui, se o inimigo está em movimento, se está realizando alto ou se está acampado, qual a situação atual da fase do combate, a Estação Controladora de Rede, além de alimentar um banco de dados maior do que pode ser usado futuramente, utilizando a Análise de Guerra Eletrônica (BRASIL, 2019, p. 32-33).

2.13 SALTO DE FREQUÊNCIA / *HOPSET*

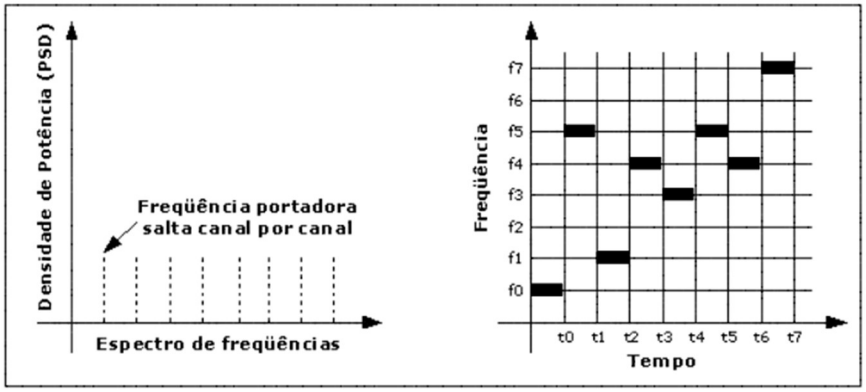
O manual EB70-CI-11.403 - Caderno de Instrução Medidas de Proteção Eletrônica define salto de frequência como:

> "Os equipamentos-rádio mais modernos possuem tecnologia de salto de frequência, que também é conhecida como antibloqueio. É uma tecnologia intrínseca ao rádio, necessitando do operador apenas o acionamento de uma chave ou botão. A configuração dessa tecnologia é complexa, exigindo, entre outros procedimentos, perfeito sincronismo entre os postos. Normalmente, o antibloqueio também acarreta perda de alcance efetivo do equipamento rádio". (BRASIL, 2014, p. 23).

O equipamento rádio tem a tecnologia ECCM (Contra Medidas Eletrônicas) *Quicklook* que permite a recepção e transmissão no mesmo conjunto ou em conjunto de frequências diferentes.

As informações "saltam" de um canal para outro de maneira pseudoaleatória usando a tecnologia de salto de frequência. Essa sequência é determinada usando um circuito gerador de código pseudorrandômico que opera de maneira pré-definida (TELECO, 2017).

Figura 4 – Salto de Frequência



Fonte: TELECO, 2017

2.14 ESTABELECIMENTO AUTOMÁTICO DE ENLACE / *AUTOMATIC LINK ESTABLISHMENT* (ALE)

A tecnologia ALE é uma ferramenta bastante utilizada para o melhor enlace entre os rádios, podendo ser definida como:

> "Um sistema que permite uma avaliação automática (de forma empírica) das condições de propagação e escolha das melhores frequências para efetuar enlaces HF. A sigla ALE vem do nome Automatic Link Estabilishment ou estabelecimento automático de enlaces." (CONHECENDO..., 2018, p. 1).

2.15 CITADEL

A tecnologia Citadel possui um algoritmo de criptografia, com a estimativa de que seja forte o suficiente para fornecer 50 anos de segurança. Possui duas variações: uma Chave de Criptografia de Tráfego (TEK) e uma Chave de Criptografia de Chave (KEK) com um comprimento mínimo de 64 bits cada (CRYPTO MUSEUM, 2019).

2.16 PADRÃO DE CRIPTOGRAFIA AVANÇADO / *ADVANCED ENCRYPTION STANDARD* (AES)

O AES, ou Padrão de Criptografia Avançado converte os dados em uma forma incompreensível, que é chamado de texto criptografado e vice-versa. O algoritmo AES

pode utilizar chaves com tamanhos de 128 e 256 bits para criptografar e descriptografar dados em blocos de 128 bits (CRYPTO ID, 2021).

2.17 RÁDIOS UTILIZADOS NA AMAN

Os dados presentes no quadro delimitam alguns dos equipamentos utilizados no Curso de Comunicações da AMAN.

Quadro 1 – Rádios e suas respectivas tecnologias de criptografia

Tecnologia de MPE	Rádios atualmente utilizados pelo EB para transmissão radiofonia						
	Rádios da Família Harris					Rádios da Família Motorola P25	
	MPR-9600	RF-7800V-HH	RF-7800S-SPR	RF-7800M-MP	RF-7800W-RP47/50x	APX-2000 P25	XTS 1500
Citadel	X	X	X	X			
AES	X	X	X	X	X	X	X
Hopset	X	X		X			
ALE	X	X		X	X		

Fonte: AUTOR (2022)

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

Foi feita uma pesquisa de campo, onde foi perguntado sobre a utilização das Medidas de Proteção Eletrônica em exercício, se é negligenciada e se o ensino das MPE é o suficiente para aplicá-los no terreno. Essa pesquisa foi direcionada aos cadetes do 3º e 4º anos do Curso de Comunicações AMAN e turmas de oficiais da Arma do Comando da Academia de 2020 e 2021. Esse tipo de pesquisa "procura descobrir, com a máxima precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e características”. (CERVO; BERVIAN, 1996, p. 49).

Foi feita, também, uma pesquisa documental, baseada no PLADIS do ano de 2022 do Curso de Comunicações AMAN, visando observar o conteúdo lecionado para os

instruendos, se é suficiente para realizarem exercícios no terreno com a instrução ministrada nesse estabelecimento de ensino militar.

3.2 PLADIS

3.2.1 Medidas de Proteção Eletrônica

A carga-horária prevista para o assunto "c": Medidas de Proteção Eletrônica nos Sistemas de Com e N Com, Unidade Didática VII: Instrodução à Guerra Eletrônica, matéria de Emprego das Comunicações III, é prevista em 6 horas, com apenas instrução teórica, lecionadas no 2º ano de formação da AMAN. Dentre os assuntos de GE, o Curso de Comunicações deu mais ênfase em assuntos de MPE, comparado aos assuntos de MAE e MAGE.

Figura 5 – PLADIS de MPE

UD VII: Introdução à Guerra Eletrônica	**Cg H: 08**		**OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM / EIXO TRANSVERSAL**
ASSUNTOS	**D**	**N**	
a. Organização da GE em campos e ramos de atuação.	01	-	- Definir Guerra Eletrônica. (CONCEITUAL) - Identificar a organização da GE em campos e ramos de atuação. (FACTUAL) **ET - AUTOCONFIANÇA**
b. Ações abrangidas pela MAE e MAGE	01	-	- Compreender as ações abrangidas pela MAE e MAGE. (CONCEITUAL) **ET - AUTOCONFIANÇA**
c. Medidas de Proteção Eletrônica nos sistemas de comunicações e não comunicações	06	-	- Compreender os principais aspectos relativos ao ambiente eletromagnético hostil. (CONCEITUAL) - Compreender as MPE de Com e N Com (CONCEITUAL) - Compreender as Ações Anti-MAE e Anti-MAGE. (CONCEITUAL) - Identificar as MPE Com e N Com nas ações Anti-MAE e Anti-MAGE. (FACTUAL). - Identificar os principais procedimentos e tecnologias de MPE Com e N Com. (FACTUAL). - Compreender os principais aspectos relativos ao treinamento das MPE Com e N Com. (CONCEITUAL). - Realizar o preenchimento do Relatório de Bloqueio e Despistamento (RBD) (PROCEDIMENTAL) **ET - AUTOCONFIANÇA**

Fonte: PLADIS (2022)

3.2.2 Salto de Frequência e ALE

A carga-horária prevista para a parte teórica, prevista no assunto "a": Criptofonia, Salto de Frequência e Estabelecimento Automático de Enlace, Unidade Didática VI, da matéria de Emprego de Comunicações II são de 2 horas, já a parte prática, prevista no assunto "c": Operação, Unidade Didática II, da matéria de Emprego de Comunicações

III são de 4 horas, lecionadas no 2º ano de formação da AMAN.

Figura 6 – PLADIS de instrução teórica de Salto de Frequência e ALE

UD VI: Tecnologias Especiais	Cg H: 02		OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM / EIXO TRANSVERSAL
ASSUNTOS	D	N	
a. Criptofonia, salto de frequência e estabelecimento automático de enlace	02	-	- Explicar as tecnologias especiais existentes nos diferentes tipos de rádio. (CONCEITUAL) **ET - AUTOCONFIANÇA**

Fonte: PLADIS (2022)

Figura 7 – PLADIS de instrução prática de Salto de Frequência e ALE

c. Operação	04	-	- Compreender os procedimentos de operação do rádio. (CONCEITUAL) - Operar o rádio de maneira segura e eficaz, abrangendo, no mínimo, os seguintes fatores: **Built-in test**, Operação básica, Operação no modo FIX, Operação no modo HOP, Operação no modo ALE e Transmissão de dados. (PROCEDIMENTAL) **ET - AUTOCONFIANÇA**

Fonte: PLADIS (2022)

3.3 PLANID

A carga-horária prevista no Plano Integrado de Disciplina (PLANID) de 2022 para os Exercícios no terreno, as Operações Ofensiva e Defensiva, atividades inopinadas, nomeadas de Manda Fio, e a Manobra Escolar são mostradas no quadro abaixo. É previsto a aplicação de Emprego das Comunicações II e III, matérias que incluem os assuntos de Salto de Frequência, ALE e MPE.

Quadro 2 – PLANID dos Exercícios no terreno

Operação Ofensiva	58 horas
Operação Defensiva	56 horas
Exercícios Inopinados	72 horas
Manobra Escolar	240 horas

Fonte: PLANID (2022)

3.4 PARTICIPANTES

Cerca de 68 cadetes do 4º e 3º anos e 26 oficiais da Arma de Comunicações das turmas de 2020 e 2021 participaram, de forma voluntária, da pesquisa. O período de realização deu-se no início do ano de instrução de 2022, mais especificamente, no decorrer do mês de março.

3.5 INSTRUMENTOS

Foi aplicado um questionário, por meio do formulário disponibilizado pela empresa Google, através da ferramenta *Google Forms*, para coleta e análise de dados, no qual o partícipe respondia o quão familiarizado está com o assunto de Medidas de Proteção Eletrônica e em seguida se já teve alguma instrução sobre o mesmo. Se já teve alguma instrução, o participante respondia em que local ou momento que teve. Após isso, foi perguntado se a instrução de MPE foi suficiente para serem realizados os exercícios no terreno e, se caso a resposta fosse negativa, o partícipe explicaria o motivo, em poucas palavras, do porquê. Então, para finalizar, o entrevistado, dentro de sua experiência, deveria responder se já observou casos de negligência de qualquer Proteção Eletrônica que fosse presente no exercício, seja de criptografia, rádio, entre outros, além de responder em que exercício durante a formação da AMAN foi presenciada tal negligência.

Para alcançar os objetivos descritos acima, o questionário foi feito de forma a perguntar sobre a carga-horária do PLADIS da AMAN, se seria necessário um tempo maior, e analisar se o instruendo teve a conscientização sobre a importância da MPE para os exercícios e operações militares. Além disso, saber se houve casos de negligência e em que situações ou atividades no terreno da formação da AMAN.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo destina-se a apresentação dos resultados obtidos no que diz respeito ao conhecimento quando às Medidas de Proteção Eletrônica, se os assuntos que foram explorados foram suficientes para realizar as MPE no terreno e se foi observado casos de negligência das MPE ao instruendo realizar atividades no terreno onde foi considerada a Guerra Eletrônica inimiga.

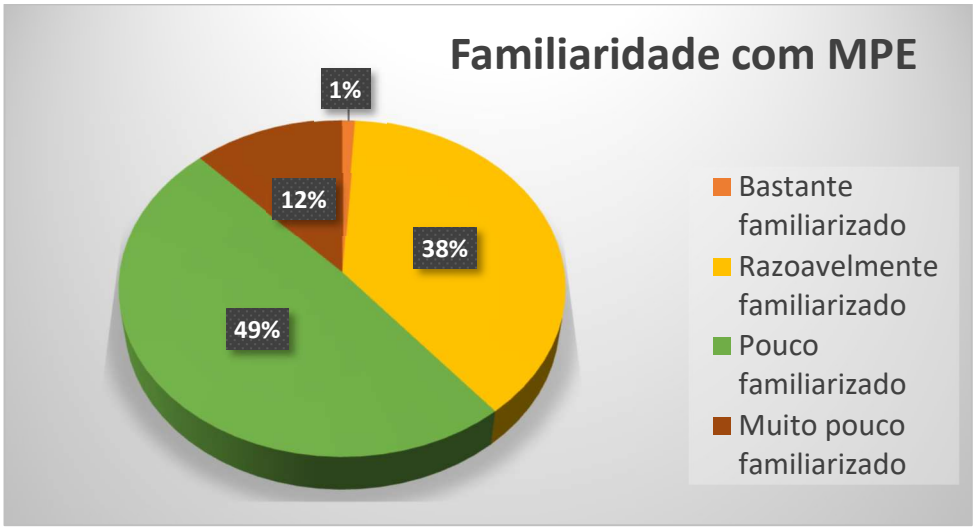
4.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DOS VALORES

Inicialmente, foi perguntado sobre a familiaridade do participante com as Medidas de Proteção Eletrônica, de forma que possa analisar seu autoconhecimento e responder

o quão familiarizado está com tal assunto, base com o que aprendeu em alguma instrução.

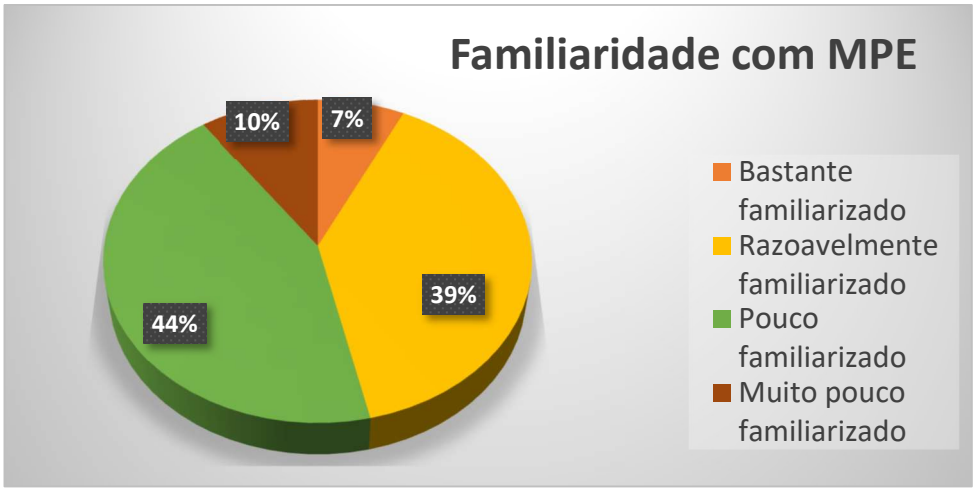
O gráfico 1 mostra os resultados antes do dia 27/03, onde somente os cadetes responderam a pesquisa, e o gráfico 2 mostra os resultados a partir do dia 27/03, onde inclui as respostas de oficiais de Comunicações formados em 2020 e 2021 na AMAN. Nota-se que até o dia 27/03 quase metade dos participantes (49%) responderam que eram pouco familiarizados com MPE.

Gráfico 1 – Familiaridade com MPE antes do dia 27/03



Fonte: AUTOR (2022)

Gráfico 2 – Familiaridade com MPE a partir do dia 27/03



Fonte: AUTOR (2022)

De modo geral, os cadetes e os oficiais estão pouco e razoavelmente familiarizados com o conceito e o uso das MPE nos exercícios. As respostas dos cadetes indicaram que estes estão pouco e razoavelmente familiarizados com as MPE. Por outro lado, os oficiais, por terem mais experiência, responderam de maneira mais assertiva à familiaridade, pois suas respostas pendem mais para razoavelmente e bastante familiarizados com MPE.

A segunda parte da pesquisa foi perguntado se os partícipes tiveram instrução de MPE em algum momento. Como ilustrado no gráfico abaixo, a totalidade dos participantes tiveram certo aprendizado sobre o assunto.

Gráfico 3 – Participantes que possuíram alguma instrução de MPE

Fonte:AUTOR (2022)

A terceira parte da pesquisa foi direcionada para indagar sobre o local onde o partícipe teve a instrução de MPE, com a intenção de verificar se o participante a teve na AMAN ou em alguma outra escola.

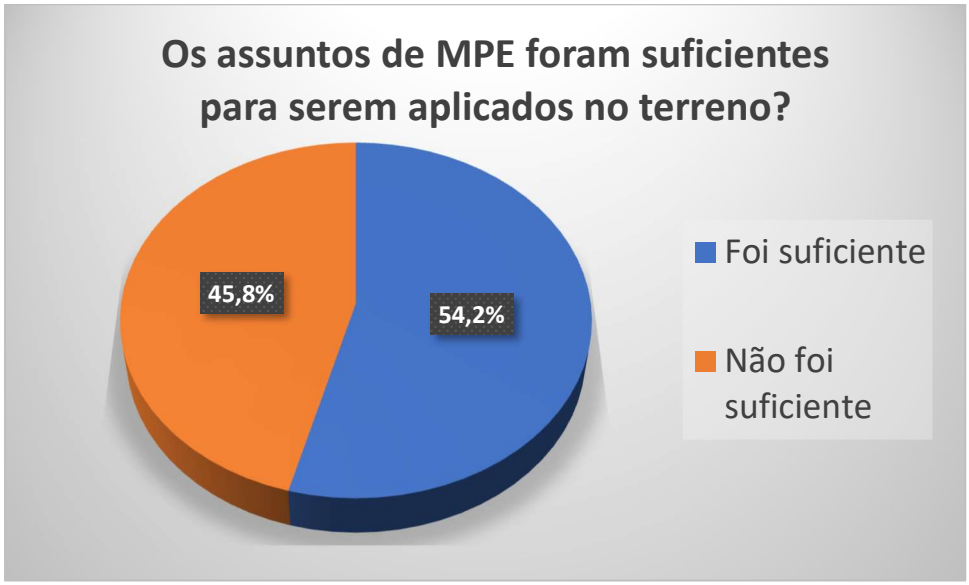
Na pesquisa, a grande maioria dos cadetes como os oficiais responderam que foram instruídos no ensino profissional, ministrado pelo Curso de Comunicações, durante o seu 2º ou 3º ano de formação da AMAN, visto que o PLADIS prevê que o futuro oficial do Exército Brasileiro receba instruções básicas de GE, incluindo MPE.

Alguns participantes responderam que tiveram melhor entendimento sobre o assunto quando tiveram a oportunidade de realizar estágios de Medidas Proteção Eletrônica, durante o 4º ano da formação da AMAN, e também no Estágio Preparatório

de Corpo de Tropa (EPCT), em OM de GE, e cursos à distância oferecidos pela Escola de Comunicações através do Intituto Rondon de Capacitação Continuada, em parceira com a Cisco, Harris e Motorola que o Exército oferece gratuitamente a todos os integrantes da Força Terrestre.

A quarta parte da pesquisa direciona a perguntar se os assuntos que foram explorados sobre MPE foram suficientes para realizar exercícios no terreno.

Gráfico 4 - Aplicação das MPE no terreno



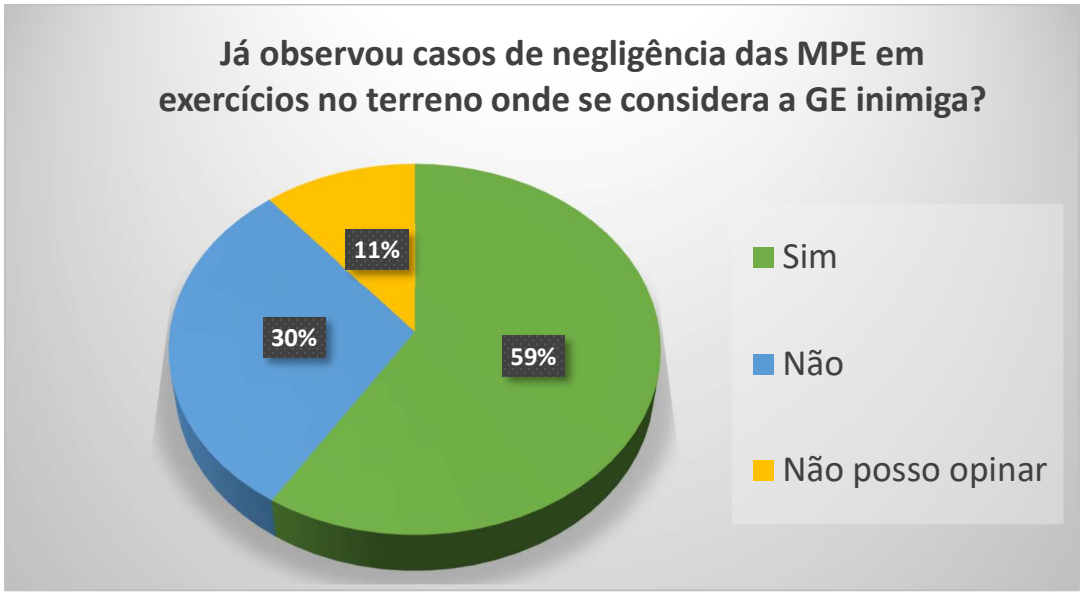
Fonte: AUTOR (2022)

Como pode ser observado no gráfico, quase metade dos participantes (45,8%) não se sentiram confiantes ao terem que aplicar a MPE em exercícios no terreno.

Em seguida foi perguntado o motivo, caso o partícipe tivesse respondido que não, do assunto ministrado não ter sido suficiente. As respostas se dividem entre ter pouco tempo de carga-horária de instrução, pois foi dada de modo genérico, sucinta, alguns sentiram que só receberam uma introdução sobre o assunto; e pouco tempo de prática, onde só foi demonstrada a teoria de como seriam as MPE, além de poucas situações de se aplicar profundamente tal assunto no terreno, de forma que os participantes sentiram que tiveram poucas experiências e não terem a capacidade de aplicá-las em operações reais, quando ocorrer.

A penúltima pergunta foi destinada à experiência que o participante teve em exercícios escolares, onde foi questionada se houve a negligência das MPE em alguma operação que o partícipe já esteve presente.

Gráfico 5 – Casos de negligência das MPE em exercícios no terreno



Fonte: AUTOR (2022)

Nota-se que quase 3/5 dos participantes observaram vários casos de negligência das MPE, pelo menos em algum momento de sua formação, desde o momento que teve conhecimento sobre o assunto.

A última pergunta foi complementar à anterior, onde perguntou-se em que situação, ou situações, que o participante percebeu a negligência das MPE nos exercícios e operações aplicados pela AMAN.

Muitos responderam que nas Operações Ofensiva e Defensiva e a Manobra Escolar, onde geralmente há a presença de elementos de GE em Pedido de Cooperação de Instrução, oriundos de Brasília - DF, são observados casos de negligência, tais quais colocar a antena direcionada para o inimigo, ou não colocar criptografia no rádio, entre outros. Alguns responderam que foram observados em atividades no terreno do Curso Básico, ou seja, antes do cadete integrar a uma arma, quadro ou serviço. Outros responderam que durante os deslocamentos e marchas havia certa negligência também.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivos explicitar os tipos de MPE realizados pelos exercícios da AMAN, verificar o conteúdo lecionado pela Academia Militar através do PLADIS do Curso de Comunicações, analisar o nível de conhecimento das MPE dos instruendos e o motivo de serem negligenciadas nos exercícios escolares, bem como obter conclusões e, se possível, fornecer sugestões para contribuir com o tema.

O problema da pesquisa foi o que se segue: como as Medidas de Proteção Eletrônica são um fator importante no combate atual, e mesmo com as dificuldades de realizar um enlace-rádio, está sendo reforçada a importância das mesmas na formação do instruendo?

A partir disso, foi gerada a hipótese de que as instruções dão ênfase à importância das MPE. No entanto, quando surge certa dificuldade em realizar o enlace-rádio no terreno da AMAN, que é bastante irregular e com bastante morros e vales, o instruendo negligencia as MPE.

Tomando essas ideias como base, foi realizada análise dos manuais, principalmente os que abordam Comando e Controle, o emprego do rádio em campanha e Guerra Eletrônica, para entender como as MPE funcionam e o que se deve atentar para não criar vantagens para o inimigo.

Além disso, foi feita uma pesquisa com algumas perguntas para cadetes do 3º e 4º anos do Curso de Comunicações e com oficiais da Arma do Comando das turmas formadas em 2020 e 2021 na AMAN, com a intenção de analisar o conhecimento dos participantes sobre MPE e se já presenciaram casos de negligência.

Os resultados da pesquisa mostram que há muitos casos de negligência (cerca de 59%), tais como na aplicação prática, nos deslocamentos, no direcionamento da antena, na falta do controle da intensidade da potência ou na falta de criptografia nos rádios, às vezes por imperícia no assunto. Semelhantemente, ocorre negligência em exercícios no terreno que o Curso de Comunicações dispõe como atividades a aplicação prática dos ensinos ministrados, onde o instruendo se descuida com a MPE no intuito de conseguir realizar o enlace com outros postos de rádio distribuídos pelo terreno.

Para complementar, foi feita uma análise no Plano de Disciplina do assunto em questão, onde estão previstas somente 6 horas de MPE, o que é relativamente escasso,

visto que há muitos procedimentos que devem ser tomados e aplicados para que não ocorra a desatenção com MPE e, consequentemente, entrega de informações que alimente o banco de dados do inimigo. O tempo de aprendizado de Salto de Frequência e ALE, que são medidas utilizadas para dificultar a MAGE inimiga, são de 6 horas, tempo suficiente com instrução teórica e prática. O tempo previsto para atividade prática é considerada suficiente (426 horas), porém muitas vezes não são levadas em consideração a GE inimiga, de forma que os instruendos realizam ações já citadas anteriormente, negligenciando as MPE.

Diante do que foi apresentado, é sugerível que seja dada maior atenção às MPE nos exercícios oferecidos pelo Curso de Comunicações da AMAN, além de maior ênfase na GE inimiga, de forma a contextualizar melhor a utilização dessas medidas. Faz-se necessário analisar se a antena colocada é a mais adequada, o tamanho da antena, o direcionamento e o ganho de potência. Propõe-se também avaliar o uso da criptografia, uso do Salto de Frequência e do Estabelecimento Automático de Enlace, a utilização de massas encobridoras, o controle da potência do rádio, visando massificar o aprendizado e diminuir casos de imperícia com os rádios.

Portanto, com o aumento das MPE nas instruções teóricas e práticas da AMAN, proporciona-se mais segurança no tráfego de dados, visto que o EB sempre está sendo empregado em alguma operação. Assim sendo, busca-se preparar melhor o instruendo quando ele concluir o curso, bem como utilizar esses conhecimentos nas diversas OM do Brasil, além de impedir e reduzir a MAGE e MAE inimigas, fortalecendo, assim, a segurança do espectro eletromagnético.

REFERÊNCIAS

AES – Padrão de criptografia avançado: o que é e como funciona. **Crypto ID**, 2021. Disponível em: < https://cryptoid.com.br/criptografia/aes-padrao-de-criptografia-avancado-o-que-e-e-como-funciona/>. Acesso em: 18 mar. 2022.

AMAN. **Plano de Disciplina.** Resende: Exército Brasileiro, 2022.

AMAN. **Plano Integrado de Disciplina.** Resende: Exército Brasileiro, 2022.

BRASIL. **A Guerra Eletrônica na Força Terrestre**. Brasília: Exército Brasileiro, 2019.

BRASIL. **As Comunicações na Força Terrestre**. Brasília: Exército Brasileiro, 2018.

BRASIL, **Caderno de Instrução Medidas de Proteção Eletrônica.** Brasília: Exército Brasileiro, 2014.

BRASIL. **Comando e Controle**. Brasília: Exército Brasileiro, 2015.

BRASIL. **Emprego do Rádio em Campanha.** Brasília: Exército Brasileiro, 4ª ed., 2018.

BRASIL, **Lista de Tarefas Funcionais.** Brasília: Exército Brasileiro, 2016.

BRASIL, **Medidas de Proteção Eletrônica (MPE).** Brasília: Exército Brasileiro, 2006.

CERVO, Amando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica.** São Paulo: Makron Books, 1996.

CITADEL – Type 4 cryptographic engine. **Crypto Museum**, 2019. Disponível em: https://www.cryptomuseum.com/crypto/harris/citadel/index.htm. Acesso em: 18 mar. 2022.

CONHECENDO o Sistema ALE. **Livrozilla**, 2018. Disponível em: < https://livrozilla.com/doc/1402156/conhecendo-o-sistema-ale-%C3%A9-um-sistema-que-permite-uma>. Acesso em: 20 jan. 2022.

HARRIS, **Rádio VHF Portátil RF-7800V-HH:** Manual de Operação. Rochester, New York, 2012.

SPREAD Spectrum: Processos de Transmissão. **Teleco,** 2017. Disponível em: < https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialss/pagina_2.asp>. Acesso em: 16 mar. 2022.