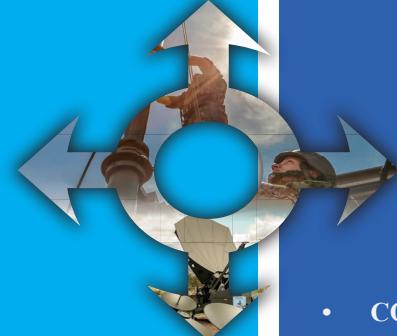


# O COMUNICANTE



REVISTA CIENTÍFICA DA  
ESCOLA DE COMUNICAÇÕES  
ESCOLA CORONEL HYGINO CORSETTI

VOLUME 13 - N° 1  
DEZEMBRO 2023



# Sumário

# Artigos



• CORPO EDITORIAL .....	03
• EDITORIAL .....	03
• EXPEDIENTE .....	04
• OPERAÇÕES MULTIDOMÍNIO E SEUS DESAFIOS PARA O COMANDO E CONTROLE E AS CAPACITAÇÕES NECESSÁRIAS PARA O EXÉRCITO .....	07
• A IMPORTÂNCIA DO RADIODAMADORISMO PARA O ADESTRAMENTO MILITAR E SUAS VERTENTES .....	12
• REGULAMENTAÇÃO E RESPONSABILIDADES NA GUERRA CIBERNÉTICA .....	17
• EMPREGO DAS FORMAS DE MONTAGEM DA ANTENA DIPOLO PARA MITIGAÇÃO DA INTERFERÊNCIA .....	22
• POTENCIALIZANDO O PLANEJAMENTO DE COMUNICAÇÕES COM O USO DE SOFTWARES DE PREDIÇÃO DE ENLACE .....	25
• A TELEGRAFIA E AS COMUNICAÇÕES DO EXÉRCITO BRASILEIRO: ORIGINALIDADE, RESILIÊNCIA E CONTEMPORANEIDADE .....	31
• O AUDIOVISUAL COMO ARMA NA CONQUISTA DA GUERRA DE NARRATIVAS EM COMBATE .....	38
• A MANUTENÇÃO DE BAIXO CUSTO DOS RÁDIOS MOTOROLA NO EXÉRCITO BRASILEIRO .....	43
• A ANÁLISE DE DADOS COMO FERRAMENTA AUXILIAR PARA O EXERCÍCIO DA LIDERANÇA MILITAR .....	49
• APLICAÇÃO DE ARDUINO NO EXÉRCITO BRASILEIRO .....	57
• A INFLUÊNCIA DO ATERRAMENTO DO EQUIPAMENTO HARRIS MPR-9600-MP FALCON II NA QUALIDADE DO SINAL .....	66
• MONITORAMENTO DOS RECURSOS DO EQUIPAMENTO RÁDIO L3 HARRIS RF 7800V-HH UTILIZANDO O SOFTWARE ZABBIX .....	77

**REVISTA CIENTÍFICA DA  
ESCOLA DE COMUNICAÇÕES  
ESCOLA CORONEL HYGINO CORSETTI**

# Editorial

Volume 13 - Nº 1

Dezembro 2023

ISSN 1968 6029

ISSN 2594 3952 (Digital)

Escola de Comunicações – EsCom

Escola Coronel Hygino Corsetti

## EDITOR-CHEFE HONORÁRIO

Comandante e Diretor de Ensino

Cel Enio Corrêa de Souza

## COORDENADOR GERAL

Subcomandante e Subdiretor de Ensino

TC Ronald Ferreira de Araújo Júnior

## EDITOR-CHEFE

Chefe da Divisão de Ensino

Maj João Paulo Sousa da Silva

## EDITORES-CHEFES ADJUNTOS

Chefe da Seção Técnica de Ensino

Maj Paulo de Aquino Lopes Filho

Chefe da Seção de Ensino a Distância

Maj Nelcinei de Freitas Valente

Chefe da Seção de Pós-Graduação e Doutrina

Maj Raphael Machado da Silva Rodrigues

## CONSELHO EDITORIAL

Diretor de Ensino

Subdiretor de Ensino

Chefe da Divisão de Ensino

Chefe da Seção Técnica de Ensino

Chefe da Seção de Pós-Graduação e Doutrina

## CORPO CONSULTIVO

Coordenador do Curso de Gestão de Sistemas Táticos de Comando e Controle

Chefe da Seção de Ensino de Tecnologia da Informação e Comunicação

Chefe da Seção de Ensino de Manutenção de Comunicações

Chefe da Seção de Ensino de Emprego das Comunicações

## REVISORES

Ten Wilians Juvencio da Silva

Sgt Lucas Guedes da Silva

## DESIGNERS GRÁFICOS

Cb Pedro Elias Azevedo de Sousa

Sd Ibson Lohan Santos Maceió

É com grande satisfação que apresentamos a mais recente edição da Revista Científica “O Comunicante”, a publicação oficial da respeitada Escola de Comunicações (EsCom), que, orgulhosamente, carrega consigo uma história de 102 anos na disseminação de conhecimentos. Desde sua fundação em 1921, a EsCom desempenha um papel fundamental, entrelaçando os domínios de Comando e Controle, Manutenção de Equipamentos Eletrônicos e Proteção Cibernética.

Vivenciamos o apogeu da Era da Transformação, também conhecida como a era da revolução digital, abraçando as inovações tecnológicas que derivam da Quarta Revolução Industrial. Essas transformações, que reverberam pelo espaço digital, se expandem para a realidade virtual, explorando as mais avançadas tecnologias da informação (TI) e da inteligência artificial.

Adaptar-se à constante evolução tecnológica tornou-se um desafio que cresce exponencialmente, pois o que aprendemos hoje rapidamente se torna antiquado. Nesse contexto, os profissionais do setor enfrentam o desafio de serem proativos, buscando continuamente o aprimoramento pessoal para não apenas dominar as tecnologias atuais, mas também compreender o estado da arte de suas atividades e antecipar o futuro em curto, médio e longo prazos. É com esse propósito que a Revista Científica é publicada, visando disseminar artigos técnicos e informativos elaborados por docentes, discentes e colaboradores externos à Escola.

Nesta edição, reiteramos o compromisso da Escola Coronel Hygino Corsetti com a inovação, planejamento, autodesenvolvimento e aprendizado contínuo. Almejamos despertar o interesse do leitor em diversas esferas de conhecimento, abrangendo desde Cibernética, Ciência e Tecnologia até Doutrina, Educação, História Militar, Informática, Gestão e Operações Militares.

Expressamos, ao final, nossa sincera gratidão a todos que colaboraram com seus artigos para análise. Estendemos o convite aberto aos leitores apaixonados pela área, encorajando-os a contribuir com trabalhos acadêmicos nas próximas edições desta revista. Acreditamos que o conhecimento é uma jornada coletiva, enriquecida pela participação de cada indivíduo.

Cel Enio Corrêa de Souza  
Comandante da Escola de Comunicações



# Expediente

A Revista Científica O Comunicante, publicada pela Escola de Comunicações, busca incentivar pesquisas científicas nas áreas afetas à Defesa e que contribuam para o desenvolvimento da Arma de Comunicações.

## OBJETIVOS

Promover o viés científico em áreas do conhecimento que sejam de interesse da Arma de Comunicações e, consequentemente, do Exército Brasileiro.

Manter um canal de relacionamento entre o meio acadêmico militar e civil.

Trazer à reflexão temas que sejam de interesse da Força Terrestre e que contribuam para a Defesa.

Publicar artigos inéditos e de qualidade.

Aprofundar pesquisas e informações sobre assuntos da atualidade em proveito da Defesa e difundir aos corpos de tropa.

## PÚBLICO ALVO

A revista está voltada a um amplo espectro de pesquisadores, professores, estudantes, militares, bem como profissionais que atuem nas áreas de Defesa, Cibernética, Ciência & Tecnologia, Direito Militar, Doutrina, Educação, Informática, História Militar, com ênfase em Comunicações e Equipamentos de Comunicações, Instrução Militar, Gestão, Meio Ambiente, Operações Militares Conjuntas e Singulares.

## PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS

Os artigos apresentados para submissão devem ser livres de embargos. Caso o autor tenha submetido o Artigo a outra revista, ele deverá consultá-la e certificar-se de não estar ferindo direitos de publicação conferidos à revista anterior.

## PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Os artigos submetidos são avaliados pela Comissão Editorial, no que se refere ao seu mérito e adequação às regras de apresentação de trabalhos científicos.

Em seguida, os textos são encaminhados aos pareceristas que terão o prazo de 30 dias para fazerem a avaliação. Os pareceristas não são remunerados e, caso aceitem participar, terão seus nomes incluídos no Comitê de Avaliadores, publicados a cada volume da revista. A partir das avaliações dos pareceristas, o Comitê Editorial pode decidir editar ou não os artigos submetidos, além de sugerir mudanças eventuais de modo a adequar os textos.

Os textos submetidos devem vir acompanhados de carta de autorização para publicação que garantirá seu ineditismo ou, ainda, que apesar de estar concorrendo a publicação em outras revistas, não está ferindo direitos de publicação com terceiros para ser veiculado nesta revista.

Outrossim, nenhum dos organismos editoriais, organizações de ensino e pesquisa ou pessoas físicas envolvidas nos conselhos, comitês ou processo de editoração e gestão da revista se responsabilizam pelo conteúdo dos artigos, seja sob forma de ideias, opiniões ou conceitos, devendo ser de inteira responsabilidade dos autores dos respectivos textos.

## PERIODICIDADE

A revista tem periodicidade anual e se reserva ao direito de realizar edições especiais, além das previstas.

O Comunicante - Revista Científica da Escola de Comunicações - Volume 13, N° 1 (Dez/2023)

Brasília DF: Escola de Comunicações. 2023 N° 83 p; 29,7 cm X 21,0 cm

Publicação Anual

ISSN 1968 6029 ISSN 2594 3952 (Digital)

Revista Científica da Escola de Comunicações

1. Cibernética
2. Ciência e Tecnologia
3. Doutrina
4. Direito
5. Educação
6. História Militar
7. Informática
8. Instrução Militar
9. Gestão
10. Meio Ambiente
11. Operações Militares



# ARTIGOS DE OPINIÃO



# DOUTRINA



# OPERAÇÕES MULTIDOMÍNIO E SEUS DESAFIOS PARA O COMANDO E CONTROLE E AS CAPACITAÇÕES NECESSÁRIAS PARA O EXÉRCITO

## Coronel ENIO CORRÊA DE SOUZA

### RESUMO

Este artigo explora as Operações Multidomínios, inspiradas nas estruturas de “Multi-Domain Operations” (MDO) e “Joint All Domain Operations” das Forças Armadas dos EUA. O MDO enfatiza a integração nos domínios terrestre, marítimo, aéreo, espacial e ciberespacial para enfrentar os desafios. A estrutura Conjunta de Comando e Controle de todos os Domínios (JADC2) é crucial, conectando sistemas militares para melhorar a consciência situacional e tomada de decisões. Desafios na implementação, incluindo interoperabilidade, segurança cibernética, integração de sistemas legados, governança e restrições orçamentárias, são discutidos. O Sistema de Arquivos de Integração (IFS) é essencial para compartilhar informações entre plataformas e sistemas. Também aborda a aquisição de capacidades e programas de capacitação para adaptar táticas, técnicas e procedimentos a operações conjuntas. A conclusão destaca o papel das instituições de ensino na implementação do comando e controle, enfatizando a importância de atualizações de currículos. Sugere-se colaboração entre militares, parceiros industriais e instituições acadêmicas.

**Palavras-chave:** Operações Multidomínios, Comando e Controle Conjunto de Todos os Domínios, Sistema de Arquivos de Integração, Educação Militar, Interoperabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

As Operações Multidomínio derivam do conceito norte-americano de “Multi-domain operations”, ou ainda, mais recentemente, de JADO, Joint All Domain Operations. Trata-se de um conceito militar que visa integrar e sincronizar atividades em todos os domínios da guerra, incluindo terra, mar, ar, espaço e ciberespaço. Tal noção adérm da constatação de que os conflitos modernos não estão mais confinados a um único domínio e que as operações militares devem ser conduzidas de forma conjunta e combinada para enfrentar eficazmente os desafios do campo de batalha moderno.

Ademais, o conceito embutido no termo “JADO” enfatiza a necessidade de integração e interoperabilidade contínuas entre diferentes serviços, forças e capacidades militares. Tudo visando promover a partilha instantânea de informações, do conhecimento situacional e do processo de tomada de decisões em vários domínios, a fim de permitir uma melhor coordenação e sincronização das operações. Esta sinergia, deve ser perseguida, conforme fica claro na figura reproduzida abaixo, de autoria do General de Exército David G. Perkins, do Exército dos EUA, quando discorre sobre o combate em Múltiplos domínios em seu artigo na “Military Review”. Vide Figura 1.

Figura 1: Esquema gráfico das operações multidomínio do exército dos EUA



Fonte: Gen. David G.Perkins, EUA – Military Review.

O doravante denominado Multidomínio também reconhece o papel crescente das tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, a aprendizagem automática e a análise avançada, no reforço das capacidades militares em todos os domínios. Estas tecnologias permitem o rápido processamento e análise de grandes quantidades de dados, melhorando assim a tomada de decisões e a eficácia operacional.

O objetivo final dessa integração é alcançar uma abordagem abrangente e unificada às operações militares, onde as ações num domínio complementam e apoiam as de outros domínios, conduzindo a uma maior agilidade, eficiência e eficácia operacionais.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 COMANDO E CONTROLE CONJUNTO DE TODOS OS DOMÍNIOS (JOINT ALL DOMAIN COMMAND AND CONTROL)

Nesse contexto, surge o conceito do acrônimo inglês, JADC2, ou Comando e Controle Conjunto de Todos os Domínios, que está embutido no “JADO”, ou nas Operações Conjuntas de Todos os Domínios.

O JADC2 é um termo que conecta diferentes sistemas, sensores e combatentes em todos os domínios militares para permitir uma melhor consciência situacional, tomada de decisões e comando e controle eficientes. As operações multidomínio devem abranger o quadro operacional e a estratégia mais amplos para alcançar operações conjuntas em todos os domínios, incluindo terrestre, aéreo, marítimo, espacial e ciberespaço.

Nesse sentido, o comando e controle (C2) torna-se um componente importante, pois é ele quem pode fornecer as capacidades e tecnologias de rede necessárias para facilitar o compartilhamento contínuo de informações e a interoperabilidade para operações conjuntas bem-sucedidas, sejam elas combinadas ou não. Necessita, para tanto, de soluções de sistema de comando e controle que permitam a interoperabilidade entre as tropas, reduzindo substancialmente o tempo de tomada de decisão, ao mesmo tempo, que propiciem uma figura operacional conjunta em tempo real.

### 2.2 OS DESAFIOS PARA O C2 EM MULTIDOMÍNIO

A implementação do Comando e Controle conjunto em todos os domínios para execução das operações conjuntas multidomínio apresenta vários desafios. Tentar-se-á elencar alguns desafios principais:

1. Interoperabilidade: Garantir comunicação, partilha de dados e coordenação contínuas entre diferentes serviços, domínios (aéreo, terrestre, marítimo, espacial e ciberespaço) e parceiros de coligação, o que representa um desafio significativo. É crucial superar barreiras técnicas e desenvolver interfaces e protocolos padronizados para sistemas, plataformas e sensores. Tal padronização só pode ser encabeçada pelo Ministério da Defesa, em comum acordo com as três forças.

2. Proteção Cibernética e mentalidade de

cibersegurança: Proteger todas as redes contra ameaças cibernéticas é um desafio fundamental. A interligação dos sistemas e a dependência da comunicação digital tornam tais sistemas vulneráveis a ataques cibernéticos. A implementação de medidas robustas de segurança e proteção cibernética, incluindo criptografia, sistemas de detecção de intrusões e monitoramento contínuo, é essencial para manter a integridade e a segurança da rede.

3. Integração de Sistemas Legados: Integrar as novas redes e equipamentos militares com sistemas legados existentes, que possuem níveis variados de capacidades tecnológicas. Isto representa um desafio significativo para a indústria de defesa. Atualizar ou substituir sistemas desatualizados para garantir compatibilidade e interoperabilidade requer planejamento cuidadoso, investimento e esforços coordenados pelo Ministério da Defesa e pela logística de materiais de cada Força.

4. Gestão e Governança: O desenvolvimento de políticas, regulamentos e quadros jurídicos apropriados para governar a utilização dos sistemas multidomínio representa um desafio. Abordar questões como a partilha de informações, preocupações com a privacidade, regras de engajamento, envolvimento e cooperação seja ela entre as forças ou ainda, internacional, requer uma consideração cuidadosa e colaboração entre as várias partes interessadas.

Ademais, isso necessita horizonte orçamentário favorável e alocação de recursos. O desenvolvimento, a implementação e consolidação das capacidades multidomínio incorrerá sempre em custos substanciais. A alocação de orçamentos, recursos e estratégias de aquisição adequados para adquirir, desenvolver e sustentar o hardware, software e pessoal necessários representa um desafio, especialmente em meio a prioridades concorrentes e recursos limitados.

5. Integração e fusão de dados: A integração de dados de vários sensores, plataformas e fontes (classificados e não classificados) é complexa. Compreender esta vasta quantidade de dados, incluindo a fusão de conjuntos de dados díspares e a extração de inteligência açãoável, requer recursos avançados de análise, inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina (ML). Todos Requisitos Operacionais Básicos (ROB) levantados para aquisição de Material de Emprego Militar das Forças Armadas deverão levar em conta esta



integração e fusão de dados como necessária em todos os sistemas, com o mais recente conceito de IFS (Integration File System), sob pena de se dificultar ainda mais a obtenção da necessária integração, sem solução de continuidade.

## 2.3 A INTEGRAÇÃO DE SISTEMA DE ARQUIVOS

O IFS (Integration File System) é um sistema de arquivos que possibilita a integração e compartilhamento de informações entre diferentes plataformas e sistemas operacionais. Ele é utilizado principalmente na área militar para garantir a interoperabilidade e o acesso rápido e seguro aos materiais de emprego militar.

A importância do IFS para os materiais de emprego militar reside no fato de que as operações militares envolvem o uso de diversos sistemas e plataformas, como veículos, aeronaves, sistemas de comunicação, entre outros. Cada sistema geralmente possui seu próprio formato de arquivo e mecanismos de armazenamento, o que pode dificultar a troca de informações entre eles.

Com o uso desse sistema, é possível armazenar os materiais de emprego militar de forma centralizada, em um formato que seja compatível com os diferentes sistemas e plataformas. Dessa forma, os estados-maiores podem acessar os documentos e dados relevantes de forma rápida e segura, independentemente do sistema que estão utilizando.

Além disso, o Integration File System também permite o compartilhamento de informações em tempo real, facilitando a comunicação e a colaboração entre as diferentes equipes e unidades militares. Isso é especialmente importante durante operações conjuntas, em que é necessário coordenar os esforços de cada área peculiar das Forças Armadas.

Em resumo, o IFS é um sistema de arquivos que desempenha um papel crucial na interoperabilidade e no compartilhamento de informações entre as plataformas e sistemas operacionais utilizados nas operações militares. Ele contribui para garantir o acesso rápido e seguro aos materiais de emprego militar, facilitando a colaboração e melhorando a eficiência das equipes militares.

## 2.4 AQUISIÇÃO DAS CAPACIDADES MULTIDOMÍNIO

Para se atingir a obtenção e a alocação de meios multidomínio deve-se levar em conta que a transição para um novo paradigma de comando e controle requer formação e educação de um conjunto diversificado de militares, comandantes e operadores. É crucial fornecer programas de formação abrangentes para transmitir os conhecimentos, competências e procedimentos necessários para adequar as táticas, técnicas e procedimentos de cada Arma, Quadro e Serviço e especialmente as atividades e tarefas ligadas ao Comando e Controle.

As habilidades, métodos e processos específicos que são empregados para alcançar determinados objetivos durante operações militares, podem englobar desde ações táticas até procedimentos logísticos e de comunicações. As operações multidomínio afetam o ensino e a instrução militar, pois exigem uma abordagem multidisciplinar e integrada no treinamento das tropas. Os soldados devem ser treinados não apenas nas táticas e procedimentos específicos de sua área de atuação, mas também na compreensão e colaboração com as outras armas e outras Forças Armadas.

Isso implica em um planejamento de instrução abrangente, que envolve diferentes especialidades militares, para proporcionar aos militares um entendimento holístico das operações conjuntas. Além disso, exige a atualização e adaptação constante dos currículos, planos de disciplina e planos de adestramento, a fim de refletir as mudanças nas tecnologias e na dinâmica operacional.

Essas operações conjuntas e a necessidade de desenvolvimento de TTP (Técnicas, Táticas e Procedimentos) adequadas têm impacto no ensino e na instrução militar, demandando uma abordagem mais abrangente e coordenada para garantir a eficácia e o sucesso das operações conjuntas multidomínio.

Além disso, deve-se ressaltar que cada domínio tem limitações físicas, tais como: a órbita de um satélite; a disponibilidade de meios, as redes cibernéticas fechadas que requerem penetração física, ou tempos de reabastecimento, reparo e recarregamento para forças que operem nos domínios aéreo, marítimo e terrestre. Essas restrições físicas reduzem a disponibilidade de forças em todos os domínios e dificultam a integração e a interação entre elas.

## 2.5 TREINAMENTO DAS CAPACITAÇÕES NECESSÁRIAS PARA AS OPERAÇÕES MULTIDOMÍNIO

Enfrentar estes desafios requer uma estreita colaboração entre armas, serviços militares e forças, além dos parceiros da indústria de defesa, o meio acadêmico e outras agências governamentais para alavancar os avanços tecnológicos, partilhar as melhores práticas e desenvolver uma estratégia abrangente para a implementação bem-sucedida do comando e controle necessário para as Operações Multidomínio.

Os Estabelecimentos de Ensino, sejam de formação, aperfeiçoamento ou especialização, como é o caso da Escola de Comunicações e outros Centros de Instrução e Capacitação do Exército, Marinha e Força Aérea, podem e devem desempenhar um papel crucial no processo de implementação do Comando e Controle que permita Operações Multidomínio e as ditas Operações Conjuntas de todos os domínios (JADO), pois são quem fornecem a formação e a educação especializada ao pessoal militar. As atividades de instrução, desenvolvidas a priori, como Pedidos de Cooperação de Instrução (PCI) entre as Escolas, especialmente de Forças Armadas distintas, são muito pertinentes e devem ser intensificadas. Segue-se, ainda, a discriminação de atividades sugeridas nesse diapasão:

1. Treinamento em Conceitos Multidomínio: As Escolas têm o potencial para desenvolver pesquisas e projetos interdisciplinares abrangentes, que envolvam os conceitos, princípios e operações Multidomínio. Isto inclui capacitar o pessoal militar na interconectividade e na interoperabilidade necessárias para executar eficazmente operações conjuntas em múltiplos domínios.

2. Treinamento Técnico e Operacional: As Escolas fornecem treinamento prático sobre os aspectos técnicos das operações conjuntas, incluindo a compreensão dos sistemas, software e hardware específicos necessários para permitir a comunicação contínua e o compartilhamento de dados entre serviços e domínios militares. Além disso, o treinamento operacional pode focar na integração com estruturas e processos de comando e controle já existentes e empregados pelas forças desde o tempo de paz até o tempo de crise.

3. Simulação e Exercícios: Os Estabelecimentos de Ensino ampliam a realização de simulações e exercícios realistas para replicar ambientes operacionais dinâmicos e testar a eficácia das ca-

pacidades Multidomínio, como já é feito nas operações conjuntas coordenadas pelo Ministério da Defesa. Estes exercícios podem ajudar a identificar lacunas, desafios e oportunidades de melhoria no processo de implementação.

4. Pesquisa e Desenvolvimento: As Escolas podem participar de atividades de pesquisa e desenvolvimento para explorar novas tecnologias, técnicas e metodologias que possam melhorar a implementação de capacidades multidomínio. Esta pesquisa pode contribuir para o refinamento da doutrina, táticas, técnicas e procedimentos relacionados às operações conjuntas.

5. Colaboração e “Networking”: A interação e integração das escolas em seminários e fóruns de discussão pode promover a colaboração e o “networking” entre militares, especialistas no assunto e parceiros da indústria envolvidos no desenvolvimento e implementação de capacidades para operações multidomínio. Isto pode facilitar a partilha de melhores práticas, lições aprendidas e ideias inovadoras para fortalecer o processo de implementação.

6. Certificação e Credenciamento: Os programas de certificação de Organizações Militares podem incluir a validação dos conhecimentos, habilidades e competências do pessoal militar envolvido nas operações multidomínio. Isto garante que o pessoal seja adequadamente treinado, qualificado e preparado para executar operações conjuntas em um ambiente multidomínio.

7. Educação Continuada e Desenvolvimento Profissional: Este aspecto refere-se à busca em oferecer programas de educação continuada e desenvolvimento profissional ao pessoal militar, garantindo que se mantêm atualizados com o avanço das tecnologias, a doutrina em evolução e as estratégias emergentes relacionadas com operações, especialmente em Nações Amigas do chamado “Arco do Conhecimento”. Isto ajuda a garantir a eficácia e a sustentabilidade a longo prazo do processo de implementação. Neste sentido, vale apena observar com atenção a evolução das Operações Multidomínio nos Estados Unidos, China, França, Reino Unido, dentre outros países, bem como os recentes conflitos na Ucrânia, Síria e Israel.

## 3. CONCLUSÃO

No geral, o ambiente escolar aproveita a experiência, os recursos e infraestruturas educacionais. Assim, um estabelecimento de ensino



pode contribuir significativamente para a implementação bem-sucedida do Comando e Controle necessário para as operações multidomínio, fornecendo a capacitação, o apoio e a pesquisa doutrinária necessários para preparar recursos humanos para operações conjuntas em múltiplos domínios.

Os documentos de ensino, tais como documentos de currículos e planos de disciplinas, além do perfil profissiográfico traçado para os concluentes de cursos e estágios, tem que estar sendo constantemente atualizados para fazer frente a estes novos desafios, a fim de bem cumprir a missão de prover recursos humanos aptos a desenvolverem o comando e controle das Operações Multidomínio.

O Exército deve procurar soluções eficazes e implementar todas as boas práticas e lições aprendidas colhidas na doutrina, organização, adestramento, material, educação e liderança, pessoal, instalações e política para esses desafios. As operações em múltiplos domínios outrora inviáveis terão de contar com soluções plausíveis para seu comando e controle. Tal capacidade inclui todos os fatores determinantes, inter-relacionados e indissociáveis do acrônimo “DOAMEPI”, que abrange a Doutrina, Organização (e/ou processos), Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura.

Portanto, ao se objetivar a obtenção do material e da capacitação necessárias para a interoperabilidade do comando e controle que permita as operações multidomínio, sem dúvida, atingir-se-á, simultaneamente, várias capacidades consideradas prioritárias para a F Ter na Era do Conhecimento, além da já elencada interoperabilidade. Cada esforço investido, neste sentido, garantirá, por certo, a gestão integrada em todos os níveis e a gestão sistêmica da informação operacional.

### **Abstract**

*This article explores Multi-Domain Operations, inspired by the US Military's "Multi-Domain Operations" (MDO) and "Joint All Domain Operations" frameworks. The MDO emphasizes integration across land, sea, air, space and cyberspace domains to address challenges. The Joint All-Domain Command and Control (JADC2) framework is crucial, connecting military systems to improve situational awareness and decision-making. Challenges in implementation, including interoperability, cybersecurity, legacy systems integration, governance, and budgetary constraints, are dis-*

*cussed. The Integration File System (IFS) is essential for sharing information across platforms and systems. It also addresses the acquisition of capabilities and training programs to adapt tactics, techniques and procedures to joint operations. The conclusion highlights the role of educational institutions in implementing command and control, emphasizing the importance of curriculum updates. Collaboration between the military, industrial partners and academic institutions is suggested.*

**Keywords:** *Multi-Domain Operations, All-Domain Joint Command and Control, Integration File System, Military Education, Interoperability*

### **4. REFERÊNCIAS**

BRASIL. Exército Brasileiro. EB20-MF-10.102: **Doutrina Militar Terrestre**. Brasília, DF, 2019.

ESTADOS UNIDOS, Departamento do Exército, TRADOC, **The U.S. Army in Multi-Domain Operations** 2028 Advance Summary.

ESTADOS UNIDOS, Departamento do Exército, AFC Pamphlet 71-20-1, **Army Futures Command Concept for Maneuver in Multi-Domain Operations** 2028.

ESTADOS UNIDOS, Departamento do Exército, **Army-Multi Domain Transformation: Ready to Win**

ESTADOS UNIDOS, Departamento do Exército, FM 3-0, **Operations**, 16 Out 22.

ESTADOS UNIDOS, Congressional Research Service, “**The Army's Multi-Domain Task Force (MDTF)**,” 29 Mar 2021, Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11797/2>. Acesso em: 18 Out 2023.

PERKINS, David G. **Combate em Múltiplos Domínios**. Military Review, Revista Profissional do Exército dos EUA, Edição Brasileira, Primeiro Trimestre 2018. Disponível em: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Edicao-Brasileira/Arquivos/Primeiro-Trimestre-2018/Combate-em-Multiplos-Dominios-Impulsionando-a-Mudan%C3%A7a-para-Vencer/>. Acesso em: 18 out. 2023.



# A IMPORTÂNCIA DO RADIOAMADORISMO PARA O ADESTRAMENTO MILITAR E SUAS VERTENTES

## *Cap Francisco José Klauth Braccini*

## *ST Glauber Viana Fernandes*

### RESUMO

O radioamadorismo é uma atividade tão antiga quanto a criação do rádio. Como um ótimo instrumento para as comunicações em ambientes de conflito, o rádio possui capacidades que a cada dia superam nossa imaginação, abrindo um mundo de possibilidades e de conhecimentos que precisam ser explorados, para que o militar possa bem operar e cumprir sua missão de estabelecer a comunicação quando necessário. Assim, o hobby do radioamadorismo pode ser uma excelente oportunidade para a manutenção do adestramento militar, cultivando melhores práticas e interação com pessoas experientes no ramo, que têm muito a ensinar.

**Palavras-chave:** radioamadorismo, *hobby*, militar

### 1. INTRODUÇÃO

“Os primeiros walkie-talkies foram desenvolvidos para uso militar durante a Segunda Guerra Mundial, e espalharam-se para a segurança pública” (Coopermiti, 2023). Desde então, os desafios para que as comunicações fossem efetivas, bem como seguras, foram crescendo, de forma que o equilíbrio entre a facilidade no estabelecimento do enlace e a proteção do conteúdo das mensagens emitidas é algo que não depende apenas de modernas tecnologias, mas sim que os radioperadores obtenham o conhecimento de forma contínua e ampla. Um hobby, quase tão antigo quanto o surgimento do rádio, é o radioamadorismo, que surgiu no “final do século XIX” (Portal São Francisco, 2023). Ele foi responsável pelo avanço de muitas tecnologias, se não fossem as técnicas desenvolvidas pelos radioamadores, a internet não existiria, ou demoraria muito para ser desenvolvida (Portal São Francisco, 2023).

Nesse artigo, traremos argumentos que exploram a relação de importância entre o radioamadorismo com a atividade de radiocomunicação militar, no intuito de manter essa importante atividade desenvolvimentista, que é o radioamadorismo, também no meio militar.

### 2. DESENVOLVIMENTO

Uma das formas de integração entre o radioamadorismo e a atividade militar é observada através da inserção de agremiações em organizações militares. É o caso do Clube de Radioamadores da Escola de Comunicações (CRAEC), que integra civis e militares anualmente, em prol da execução do Concurso Verde Amarelo (CVA), o maior concurso de radioamadorismo do país, que em sua 64<sup>a</sup> edição, em 2023, obteve contato com mais de 1.200 estações, podendo este número ser muito maior, pois muitos radioamadores operaram estações de agremiações, como por exemplo a agremiação União Brasileira de Rádio Operadores (UBRO) sob o indicativo PP5EI, de acordo com a União Brasileira de Rádio Operadores, 2023. Alguns membros da UBRO também apoiam a estação diretora do CVA, a PT2CVA, sediada na EsCom. A figura 1, ilustra a participação do presidente do CRAEC em 2023, Capitão Braccini (PY3BF).

Figura 1 - Operação do CVA 2023 na EsCom



Fonte: o autor, 2023.

Os conhecimentos transmitidos, como melhoria de antenas, condições de propagação, melhores práticas para o emprego da radiocomunicação, modos de transmissão de mensagens, seja por modulação analógica ou digital, são alguns dos exemplos trazidos por meio da interação com radioamadores, geralmente com anos de experiência na atividade e que muitas vezes também já foram militares. Na figura 2, membros da UBRO, e à

direita o Subtenente Glauber, Diretor Secretário do CRAEC em 2023.

Figura 2 – Equipe que operou o CVA 2023 na EsCom



Fonte: o autor, 2023.

Em 2023, também houve a participação do Grêmio de Radioamadorismo Agulhas Negras (GRAN), da Academia Militar das Agulhas Negras, com a participação de cadetes que obtiveram recentemente seus Certificados de Operadores de Estação de Radioamador (COER). A participação de jovens militares nessa atividade é uma excelente forma de dar os primeiros passos nessa atividade, que é de grande valia e faz toda a diferença para o aperfeiçoamento no emprego de equipamentos rádio, sejam civis ou em militarizados. Como bem diz Sun Tzu, “Aquele que se empenha a resolver as dificuldades resolve-as antes que elas surjam” (Psicanálise Clínica, 2019). Na figura 3 observamos a ativação da estação ZWTKDT, que foi coordenada, no ano de 2023, pelo Maj Félix (PT2FC), que levou os cadetes do GRAN para operarem a estação durante o CVA DX em Fonia.

Figura 3 – GRAN nas Agulhas Negras



Fonte: GRAN, 2023

Praticar o radioamadorismo constantemente é também estar preparado para os desafios do emprego transceptor militar em campanha, principalmente em situações adversas, que exijam pleno emprego dos equipamentos. Nesses momentos é vital esse constante adestramento, já que certos reflexos, assim como a resolução de certos problemas, passam pela aquisição de experiências na área. A figura 4, ilustra um exemplo da operação em campanha de transceptor para radiocomunicação militar em campanha, Harris 7800V-HH conectado à base amplificadora 7800V-50X, no interior de Santo Ângelo-RS, por militar da 13ª Cia Com Mec, durante exercício regional de certificação.

Figura 4 – Exercício de Certificação da 13ª Cia Com Mec

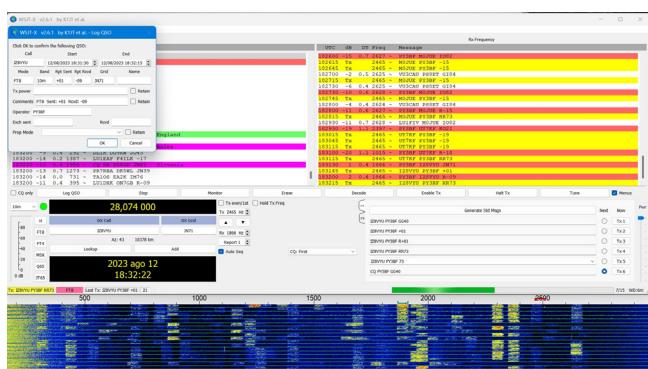


Fonte: o autor, 2019

É sabido que os desafios para o desenvolvimento do hobby de radioamadorismo são cada vez maiores e complexos. Dentre eles podemos citar o aumento das interferências eletromagnéticas geradas por lâmpadas led, por exemplo, que acabam interferindo principalmente na recepção rádio, sem contar no aumento exponencial da densidade populacional das cidades, que acabam gerando grandes bolhas de isolamento para enlaces eletromagnéticos, até mesmo em outras tecnologias como a de altíssima frequência empregada no 5G. Outros desafios persistem, tais como a dificuldade para instalação de antenas verticais ou dipolo em meio a tantos prédios e antenas parabólicas; a pouca disponibilidade de tempo diário para conversação entre radioamadores; a dificuldade de encontrar, no Brasil e com preço acessível, transceptores de radioamadorismo de qualidade e capazes de suprir os desafios de utilização flexível com modernas tecnologias.

Nem todos esses desafios listados são facilmente superáveis. No entanto, muitos deles, oriundos do hobby, possuem solução e tais soluções possuem capacidade que podem inspirar estudos dentro do meio militar, que facilitam e otimizam o emprego do transceptor. Um exemplo de superação desses desafios é o emprego de uma nova forma de modulação de radiofrequência, que surgiu no início de 2017, chamada FT8. Esse modo recebeu o nome de seus desenvolvedores Steven Franke (K9AN) e Joe Taylor (K1JT). O FT8 trabalha com ciclos de Transmissão/Recepção curtos, de quinze segundos cada. Com isto um contato inteiro em FT8 pode acontecer em aproximadamente 1 minuto (Associação De Radioamadores De Florianópolis, 2019). Basicamente o emprego do FT8 permite a transmissão e recebimento de mensagens de até 120 caracteres, sob condições de sinal extremamente fracos. Um enorme avanço frente à dificuldade de enlace em meio a interferências, citadas anteriormente. Um dos segredos para o seu alto desempenho é o de que o FT8 emprega uma largura de banda de apenas 47 Hz, muito menor que a convencional fonia em banda lateral única, do inglês single side band (SSB), que possui espalhamento de até 3000 Hz! O FT8 tem sido um modo mais utilizado para obtenção de QSO, que no Código Q do radioamadorismo significa “Comunicado aviso”. Na figura 5 podemos observar o estabelecimento de QSO entre a estação PY3BF (Francisco Braccini) e estações de outros países M0JUE (Inglaterra), UT7KF (Ucrânia) e IZ8VYU (Itália) a baixos níveis de sinais, sendo reportados. O software empregado é o WSJT-X, que inclusive gera as mensagens de resposta automaticamente.

Figura 5 - Operação do Software WSJT-X

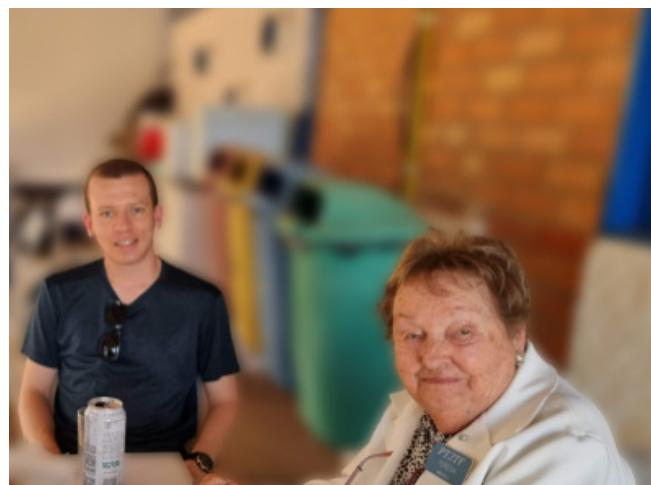


Fonte: o autor, 2023

Como observamos na figura 5, tal modulação tem sido massivamente empregada por radioamadores de todo o mundo, como forma de manterem o contato constante com os fenômenos da radiopropagação. Atualmente já existe inclusive concurso em nível mundial de competição FT8, como o ARRL International Digital Contest, promovido pela Associação Nacional para o Radioamadorismo nos Estados Unidos (The National Association for Amateur Radio, 2023).

Grandes nomes do radioamadorismo, como a D. Tereza (PT2TF), figura 6, que possui QSO em SSB (fonia) com países que não existem mais, como a Alemanha Oriental, reconhece que o mundo da radiopropagação não é mais o mesmo e que o FT8 é uma excelente ferramenta para superação desse desafio e para a manutenção desse tão valioso hobby, que muitas vezes em grandes situações de colapso, como na Ucrânia, é o único meio de comunicação possível, sendo que, naturalmente, jamais outros tipos de modulação devem ser esquecidos, como a fonia ou em CW (telegrafia).

Figura 6 - Econtro com D. Teresa PT2TF



Fonte: o autor, 2023

### 3. CONCLUSÃO

O mundo do radioamadorismo é repleto de informações e ilimitados conhecimentos a serem adquiridos. Para isso, nada melhor que poder contar com a expertise de profundos conhecedores no assunto, tanto para que a atividade como um hobby em si possa ser praticada, bem como para que tais conhecimentos possam ser trazidos para o mundo profissional do radioamador militar.

Ingressar nesse ramo é também sinônimo de fazer novas amizades, interagir com diversos

radioamadores de todo o planeta, que muitas vezes também representam e/ou tem parcerias com grandes instituições como a NASA. Há quem diga que o radioamadorismo está ultrapassado, mas quando grandes catástrofes ocorrem, é no rádio que muitos se amparam e conseguem socorro. Nesse sentido, o CRAEC possui uma lista com os Radioamadores Amigos do Exército Brasileiro (Concurso Verde Amarelo, 2023) nos quais podem auxiliar a todos com novos conhecimentos bem como são pontos de apoio em todo o Brasil.

### **Abstract**

*Amateur radio is an activity as old as the creation of radio. As a great instrument for communications in conflict environments, radio has capabilities that surpass our imagination every day, opening up a world of possibilities and knowledge that need to be explored, so that the military can operate well and fulfill its mission of establishing communication when necessary. Therefore, the amateur radio hobby can be an excellent opportunity to maintain military communications training, cultivating best practices and interacting with experienced people in the field, who have a lot to teach.*

**Keywords:** amateur radio, hobby, military

## **4. REFERÊNCIAS**

**ASSOCIAÇÃO DE RADIOAMADORES DE FLORIANÓPOLIS. FT8 – Conhecimentos Básicos.** Disponível em: <<https://www.araf.org.br/ft8-conhecimentos-basicos>>. Acesso em: 11 set. 2023.

**COOPERMIDI. WALKIE TALKIE CHAMPION.** Disponível em: <<https://coopermiti.com.br/museu/walkie-talkie-champion/>>. Acesso em: 10 set. 2023.

**PORTAL SÃO FRANCISCO. Dia Mundial do Radioamador.** Disponível em: <<https://portalsaofrancisco.com.br/calendario-comemorativo/dia-mundial-do-radioamador>>. Acesso em: 10 set. 2023.

**PSICANÁLISE CLÍNICA. As Principais Frases do Livro A Arte da Guerra.** Disponível em: <<https://www.psicanaliseclinica.com/frases-do-livro-a-arte-da-guerra/>>. Acesso em: 11 set. 2023.

**THE NATIONAL ASSOCIATION FOR AMATEUR RADIO. ARRL Digital Contest.** Disponível em: <<http://www.hdsdr.de>>. Acesso em: 11 set. 2023.

**UNIÃO BRASILEIRA DE RÁDIO OPERADORES. A UBRO.** Disponível em: <<http://www.ubro.com.br/a-ubro-pg-8926f>>. Acesso em: 11 set. 2023.

# CIBERNÉTICA



# REGULAMENTAÇÃO E RESPONSABILIDADES NA GUERRA CIBERNÉTICA

## *Cap Luiz Paulo Lopes dos Santos*

### RESUMO

Este artigo trata do comportamento do computador e seus efeitos sob uma perspectiva ética. O trabalho mostrará teorias, definições e limitações, considerando as teorias de autores como Singer, Friedman, Wittes, Blum, Ventre e Buchanan. Destaca a necessidade de coordenar e definir responsabilidades, tendo em conta as regulamentações existentes na Europa e nos Estados Unidos. Discute a ética e o bom senso na guerra cibernética e reconhece a dificuldade de estabelecer fronteiras. No contexto brasileiro, destaca diferenças na legislação e faz comparações com leis estrangeiras. Conclui destacando a importância de abordar questões éticas para garantir a segurança, a privacidade e a integridade na sociedade face aos desafios emergentes de segurança cibernética.

Palavras-chave: Cibernética, Responsabilidades, Legislação.

### 1. INTRODUÇÃO

O aumento da conectividade no mundo e a dependência da tecnologia, deram origem a um novo tipo de guerra: a guerra cibernética. Neste contexto, as ações cibernéticas tiveram um impacto significativo na segurança pública e internacional. A crescente complexidade destas práticas e as crescentes implicações da ética tornam cada vez mais importante impor regras e responsabilidades. Este trabalho aborda a questão das ações cibernéticas e suas consequências a partir de uma perspectiva ética. É necessária uma compreensão dos conceitos básicos do comportamento cibernético para avaliar as implicações éticas e as responsabilidades a eles associadas. Autores populares como Singer, Friedman, Wittes, Blum, Ventre e Buchanan contribuíram com teorias e estudos que lançam luz sobre questões éticas e a necessidade de definir limites nessas práticas.

Além disso, uma comparação das leis existentes em diferentes jurisdições, como os Estados Unidos e outros países europeus, revela diferentes abordagens à regulação do comportamento cibernético. O ambiente jurídico é influenciado pela ética, pela

cultura e pela política e reflete a complexidade inerente à definição de responsabilidades num contexto global.

Contudo, a discussão sobre a ética e os limites da guerra cibernética é complicada pela natureza única do ambiente digital. Definir o que é aceitável e responsável no comportamento cibernético exige um equilíbrio cuidadoso entre os objetivos de segurança e a preservação dos direitos humanos. A falta de limites físicos e a capacidade de trabalhar remotamente tornam ainda mais difícil identificar os responsáveis e manter os padrões morais.

Deste modo, explorar a dimensão ética do comportamento cibernético e as suas implicações sociais é essencial para encorajar uma discussão significativa sobre regras e responsabilidades. Os argumentos e perspectivas dos autores contribuem para a compreensão dos desafios de avaliar um ambiente cibernético seguro e ético.

### 2. DESENVOLVIMENTO

Segundo o livro “Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know”, Singer e Friedman (2014) argumentam que a cibersegurança é uma das questões mais urgentes da atualidade. Os autores destacam que as vulnerabilidades dos sistemas de computadores, combinadas com a crescente sofisticação dos hackers e das ameaças cibernéticas, tornam o mundo digital um lugar cada vez mais perigoso. Enfatizam a importância da cooperação internacional para enfrentar as ameaças cibernéticas. Segundo eles, é necessário estabelecer uma estrutura de governança global para a segurança cibernética, que inclua a definição de responsabilidades e limites nas ações cibernéticas. Os autores citam que a falta de regulamentação e responsabilidade pode levar a conflitos internacionais e instabilidade política e econômica.

Outros autores que corroboram, dando sua perspectiva em “The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones - Confronting A New Age of Threat” de Wittes e Blum (2015), destacam a importância da definição de responsabilidades e limites nas ações cibernéticas para lidar com as ameaças cibernéticas. Os autores observam



que a falta de regulamentação e responsabilidade pode levar a uma série de problemas, como a escalada de conflitos internacionais, a disseminação de malware e a perda de privacidade e segurança para os usuários da Internet.

Argumentam que a regulamentação das atividades cibernéticas deve ser baseada em princípios claros e transparentes, que estabeleçam responsabilidades e limites para todos os atores envolvidos. Os autores enfatizam que a definição desses princípios deve ser baseada em um diálogo internacional, envolvendo governos, empresas, organizações da sociedade civil e usuários da Internet.

A importância da segurança cibernética para a defesa nacional e a estabilidade internacional, bem como a falta de regulamentação e responsabilidade nas atividades cibernéticas pode levar a conflitos internacionais, instabilidade política e econômica e ameaças à privacidade e segurança dos indivíduos, como cita outro autor Ventre (2012) em *The Ethics of Cyber Conflicts*. Routledge. Na abordagem deste trabalho, identificamos uma grande variedade de conceitos e definições relacionados à cibersegurança e às responsabilidades nas ações cibernéticas. Segundo Singer e Friedman (2014), a cibersegurança pode ser definida como o conjunto de medidas que visam proteger sistemas, redes e informações contra-ataques cibernéticos. Por outro lado, Wittes e Blum (2015) propõem uma definição mais ampla de cibersegurança, que inclui não apenas a proteção contra-ataques, mas também a garantia da privacidade, a proteção da propriedade intelectual e a manutenção da estabilidade dos sistemas e redes.

No que diz respeito às responsabilidades nas ações cibernéticas, Ventre (2012) destaca que é importante distinguir entre as responsabilidades de diferentes atores, como governos, empresas e usuários individuais. Segundo este autor, cada um desses atores tem um papel fundamental na garantia da cibersegurança e na prevenção de ataques cibernéticos.

Buchanan (2016), acrescenta que a definição de responsabilidades nas ações cibernéticas também deve levar em consideração a complexidade e a interdependência dos sistemas e redes, o que pode tornar difícil atribuir responsabilidades individuais em caso de ataques cibernéticos.

Por fim, Clarke e Knake (2010) enfatizam

a importância da cooperação internacional para garantir a segurança cibernética e a definição de responsabilidades nas ações cibernéticas. Segundo os autores, a cooperação entre governos, empresas e usuários é essencial para enfrentar os desafios da cibersegurança em um mundo cada vez mais conectado e interdependente.

Neste contexto, foi possível observar que todos os autores geralmente concordam sobre definição única sobre a importância da definição das normas e acordos que regulem o comportamento dos estados e das empresas no espaço cibernético. Além disso, a proteção dos direitos fundamentais dos indivíduos, especialmente no que se refere à privacidade e à liberdade de expressão, é vista como um elemento chave na elaboração de políticas de cibersegurança eficazes.

Também foi destacado por todos os autores, a importância da colaboração internacional na definição de responsabilidades e limites nas ações cibernéticas. Como destacado por Singer e Friedman (2014), a cibersegurança é um problema global que requer esforços coordenados entre governos e organizações internacionais para garantir a segurança das informações em todo o mundo.

Da análise de todos os autores percebe-se que há uma necessidade urgente de se definir responsabilidades e limites nas ações cibernéticas, especialmente devido ao crescente número de ataques cibernéticos em todo o mundo. Os autores apresentados mostram abordagens e teorias diferentes sobre o tema, mas em geral concordam que é preciso uma abordagem mais colaborativa entre os setores público e privado, assim como este, sugere a necessidade de investimentos em tecnologias e políticas de segurança cibernética.

Ainda há muitas questões em aberto e desafios a serem superados, como a complexidade do cenário cibernético global, a falta de consenso internacional sobre o que constitui um ataque cibernético, e a dificuldade de atribuir responsabilidades em caso de ataque.

No entanto, identificamos algumas iniciativas positivas em curso, como a criação de organizações internacionais para tratar de questões de segurança cibernética, a elaboração de políticas nacionais e internacionais para combater a cibercriminalidade, e o desenvolvimento de tecnologias de defesa cibernética cada vez mais avançadas.

Os limites das ações cibernéticas são um tema complexo e controverso, e podem variar de



acordo com o contexto e a perspectiva de cada autor. No entanto, é possível apontar alguns limites que são amplamente defendidos na literatura e que podem ser vistos como éticos e realistas.

Do ponto de vista ético, é importante que as ações cibernéticas sejam realizadas com respeito aos direitos humanos, à privacidade e à proteção dos dados pessoais. Além disso, é fundamental que sejam evitados danos colaterais e que sejam adotadas medidas para minimizar os impactos negativos sobre terceiros.

Já do ponto de vista realista, é importante que as ações cibernéticas sejam realizadas de maneira proporcional e justificada, levando em conta os objetivos pretendidos e os riscos envolvidos. Isso significa que os governos devem evitar o uso indiscriminado de ferramentas cibernéticas e ações que possam gerar danos desproporcionais, seja em termos de custos econômicos ou de perda de vidas humanas.

Em geral, os limites das ações cibernéticas podem ser definidos por meio de uma combinação de políticas públicas, regulamentações, acordos internacionais e medidas técnicas de segurança. Essas medidas, se adotadas, terá de levar em conta de forma transparente e democrática as necessidades e os interesses dos diversos stakeholders envolvidos, como governos, empresas, organizações da sociedade civil e usuários finais.

As leis internacionais aplicáveis à guerra cibernética são complexas e estão em constante evolução. Em geral, as leis internacionais que regem a guerra cibernética se concentram em proibir o uso de força contra um Estado soberano sem autorização do Conselho de Segurança das Nações Unidas, além de estabelecer restrições ao uso de armas cibernéticas.

No Brasil, a regulamentação da guerra cibernética ainda está em desenvolvimento. Em 2017, foi criado o Comando de Defesa Cibernética (ComDCiber), que é responsável pela defesa cibernética do país e pela coordenação das atividades dos diversos órgãos governamentais envolvidos na segurança cibernética. Em 2021, o Ministério da Defesa divulgou a sua Política Nacional de Defesa Cibernética, que estabelece diretrizes para a defesa cibernética do país, incluindo a proteção de infraestruturas críticas e o desenvolvimento de capacidades de inteligência cibernética.

Além disso, o Brasil também tem se envolvido em discussões internacionais sobre a regulamentação da guerra cibernética. Em 2019, o

país apoiou a criação do Grupo de Trabalho sobre a governança da segurança cibernética nas Nações Unidas e tem participado ativamente de discussões sobre o tema em outros fóruns internacionais.

No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer para que a regulamentação da guerra cibernética esteja totalmente desenvolvida no Brasil e em todo o mundo. A complexidade do ambiente cibernético, juntamente com a natureza em constante evolução das ameaças cibernéticas, tornam difícil estabelecer um conjunto definitivo de regras para a guerra cibernética. É provável que essa seja uma área de debate contínuo no futuro próximo.

Atualmente no Brasil existem algumas leis que abordam o tema de ataques cibernéticos ou violação dos direitos cibernéticos, são elas: Lei nº 12.737/2012, conhecida como Lei Carolina Dieckmann, que trata da criminalização de condutas praticadas na internet, como invasão de dispositivos eletrônicos e divulgação de informações privadas. Também aprovada a Lei nº 13.709/2018, conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), que estabelece regras para coleta, armazenamento e tratamento de dados pessoais, visando proteger a privacidade e os direitos dos titulares desses dados. Tem-se a Lei nº 14.155/2021, que dispõe sobre o combate ao crime cibernético e altera a Lei nº 12.735/2012 para incluir novos tipos penais relacionados à cibercriminalidade, como o furto de dados.

Além dessas, existem outras leis e normas que tratam de temas relacionados à cibersegurança, como a Lei nº 13.460/2017, que regula a participação, proteção e defesa dos direitos do usuário dos serviços públicos da administração pública, e a Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013, que estabelece diretrizes para implementação de sistemas de gestão da segurança da informação.

Alguns exemplos de leis em outros países que definem responsabilidades sobre crimes cibernéticos e que poderiam ser aplicadas no Brasil são:

Estados Unidos: Computer Fraud and Abuse Act (CFAA) de 1986, que define os crimes cibernéticos e suas penalidades; Cybersecurity Information Sharing Act (CISA) de 2015, que incentiva a troca de informações entre empresas e governo para combater ameaças cibernéticas; e General Data Protection Regulation (GDPR) da União Europeia, que se aplica a empresas americanas que operam na UE.



Reino Unido: Computer Misuse Act de 1990, que criminaliza o acesso não autorizado a computadores e outras formas de interferência em sistemas de informação; e Data Protection Act de 2018, que implementa a General Data Protection Regulation (GDPR) da UE no Reino Unido.

Alemanha: Gesetz zur Verbesserung der IT-Sicherheit (IT-Sicherheitsgesetz) de 2015, que estabelece medidas de segurança cibernética para empresas de infraestrutura crítica; e Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) da UE, que se aplica a empresas alemãs que operam na UE.

França: Loi pour la Confiance dans l'Economie Numérique (LCEN) de 2004, que define crimes cibernéticos e responsabilidades para provedores de serviços da Internet; e RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) da União Européia, que se aplica a empresas francesas que operam na UE.

Essas leis podem servir de inspiração para a criação de uma legislação mais abrangente sobre crimes cibernéticos no Brasil.

Não existe uma bibliografia específica que estabeleça limites precisos e delimitações claras sobre o que pode ou não ser feito em um ataque cibernético. Na verdade, a questão dos limites éticos e legais da guerra cibernética ainda é um tema controverso e em constante evolução.

Algumas abordagens defendem a aplicação dos mesmos princípios éticos e legais da guerra convencional, enquanto outras argumentam que a natureza da guerra cibernética é tão diferente que exige uma abordagem totalmente nova. Por isso, os limites e responsabilidades em um ataque cibernético muitas vezes vão depender do bom senso, do contexto específico em que o ataque ocorre e da legislação aplicável em cada país.

Algumas das obras mencionadas anteriormente, como “Cyber War” de Richard Clarke e Robert Knake e “Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know” de P.W. Singer, discutem essas questões de ética e limites em guerra cibernética, mas sem estabelecer limites precisos e delimitações claras.

### 3. CONCLUSÃO

Conclui-se que existe uma lacuna regulatória no Brasil, comparada com legislações dos Estados Unidos e Europa. Que o tema é complexo, do ponto de vista ético precisa-se enfatizar a necessidade de equilibrar segurança e direitos humanos.

Este artigo evidencia que definir limites e responsabilidades requer abordagem cautelosa, considerando o caráter dinâmico do ciberespaço. Assim, a análise dos argumentos e as lições extraídas são fundamentais para formar futuras regulamentações e estratégias, visando a construção de um ambiente cibernético seguro, ético e responsável.

### Abstract

*We will deal with computer behavior and its effects from an ethical perspective. The work will show theories, definitions and limitations, considering the theories of authors such as Singer, Friedman, Wites, Blum, Ventre and Buchanan. It highlights the need to coordinate and define responsibilities, taking into account existing regulations in Europe and the United States. It discusses ethics and common sense in cyber warfare and recognizes the difficulty of establishing boundaries. In the Brazilian context, it highlights differences in legislation and makes comparisons with foreign laws. It concludes by highlighting the importance of addressing ethical issues to ensure security, privacy and integrity in society in the face of emerging cybersecurity challenges.*

**Keywords:** Cybernetics, Responsibilities, Legislation.

### 4. REFERÊNCIAS

BUCHANAN, Ben. **The Cybersecurity Dilemma: Hacking, Trust and Fear Between Nations.** Ed. 1. Oxford University Press, 2016.

SINGER, P.W. e FRIEDMAN, Allan. **Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know.** Ed. 1. Illustrated, 2014.

WITES, Bejamin e BLUM, Gabriella. **The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones - Confronting A New Age of Threat.** Ed. 1. s/n: Blackstone Pub, 2015.



# CIÊNCIA E TECNOLOGIA



# EMPREGO DAS FORMAS DE MONTAGEM DA ANTENA DIPOLO PARA MITIGAÇÃO DA INTERFERÊNCIA

*Ten Lucas Henrique de Souza Rafael*

*ST Marcio Roberto Martins de Abreu*

## RESUMO

O emprego de equipamentos de comunicações em alta frequência exige um estudo minucioso para a obtenção do êxito. Por mais complexo que o sistema seja, ações simples como definição da altura de uma antena pode conduzir ao sucesso da exploração rádio. A altura de uma antena afeta diretamente a qualidade do enlace, e principalmente, na intensidade do sinal em estações receptoras e para que haja comunicação é exigida uma qualidade mínima do sinal.

Palavra-chave: frequência, enlace e comunicação.

## 1. INTRODUÇÃO

A forma de montagem da antena dipolo pode influenciar no desempenho das comunicações de alta frequência. O conhecimento do funcionamento do sistema de comunicação por alta frequência pode garantir o sucesso no emprego do equipamento, ainda que pareça algo simples, nesse caso, como é montada a antena dipolo. Para entender esse fenômeno, serão apresentados conceitos como *signal-to-noise* e ganho da antena.

## 2. DESENVOLVIMENTO

A relação sinal-ruído (SNR, do inglês “Signal-to-Noise Ratio”) é um parâmetro fundamental para a comunicação de alta frequência. Ela indica a diferença entre a intensidade do sinal recebido e o ruído local presentes no equipamento receptor. O SNR permite definir a qualidade do enlace, conforme a afirmação:

“A qualidade do sinal é indicada pela relação sinal-ruído (SNR), medido em decibéis (dB). Quanto maior o SNR, melhor será a qualidade do sinal” (Harris, 2005)

A importância da relação sinal-ruído reside no fato de que o ruído afeta a qualidade e a confiabilidade da transmissão de informações. Em uma comunicação de alta frequência, o sinal é geralmente atenuado à medida que se propaga

pelo canal, enquanto o ruído é adicionado ao longo do percurso. Portanto, uma relação sinal-ruído alta é desejável, pois indica que o sinal está mais forte em relação ao ruído, o que torna mais fácil a sua detecção e interpretação correta no receptor.

Uma relação sinal-ruído baixa pode resultar em diversos problemas na comunicação de alta frequência, como perda de informação, quando o sinal pode ficar tão enfraquecido em relação ao ruído que a informação transmitida não é mais discernível no receptor, resultando em perda de dados. Logo, entende-se que:

“O objetivo do operador de rádio é fornecer o mais forte possível sinal para a estação receptora. O melhor sinal possível é aquele que fornece a maior relação sinal-ruído (S/N) na antena receptora”. (U. S. Marine

**Erros de decodificação:** Quando a relação sinal-ruído é baixa, a presença de ruído pode interferir na recepção correta dos símbolos ou bits transmitidos, levando a erros de decodificação. Isso pode resultar em distorção de dados ou até mesmo na interpretação incorreta da mensagem.

**Alcance limitado:** Um sinal com baixa relação sinal-ruído pode ter um alcance efetivo mais limitado, pois a qualidade do sinal se deteriora mais rapidamente em relação ao ruído à medida que a distância aumenta.

Para melhorar a relação sinal-ruído em comunicações de alta frequência, são adotadas várias técnicas, como o uso de antenas de maior ganho, modulação eficiente, equalização do canal, codificação de erro e técnicas de cancelamento de ruído. Essas técnicas ajudam a minimizar os efeitos do ruído e maximizar a qualidade do sinal recebido, tornando a comunicação mais confiável e precisa. Quanto ao ganho da antena, podemos considerar a seguinte definição:

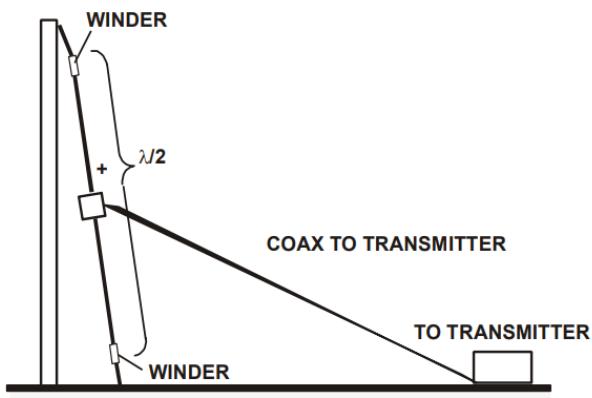


“O ganho da antena é uma medida de como a antena concentra a energia disponível de uma frente de onda esférica para um número limitado de direções” (Carr, 2001)

Uma maneira de melhorar a SNR é através do aumento de ganho da antena, pois quanto maior o ganho da antena maior será o sinal de chegada no receptor. O ganho da antena pode ser obtido pela utilização de determinados modelos de antenas, materiais ou até mesmo com a utilização de antenas em determinadas alturas do solo.

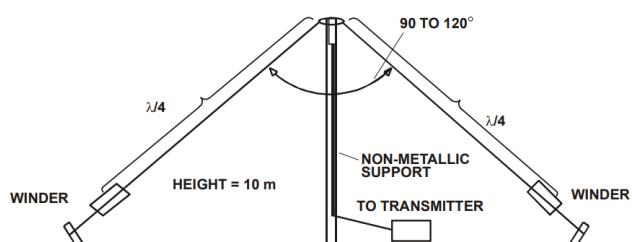
Outra forma de obter maior ganho da antena é através da forma de montagem. A antena dipolo, que é constituída por dois fios, pode ser montada de diversas formas e em diversas alturas com relação ao solo. Dentre as formas de montagem, pode-se citar: dipolo vertical, VEE invertido, dipolo horizontal, VEE e Sloping VEE.

Figura 01- Antena vertical.



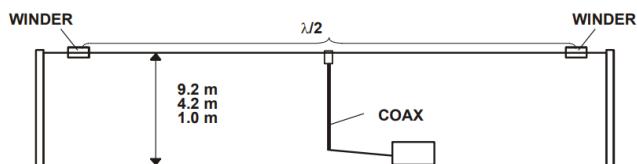
Fonte: Harris, 2004.

Figura 02- Antena VEE invertido



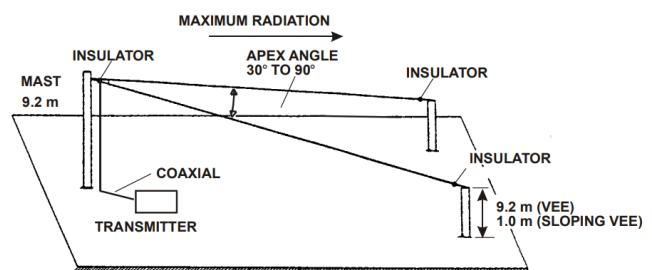
Fonte: Harris, 2004.

Figura 03- Antena dipolo horizontal



Fonte: Harris, 2004.

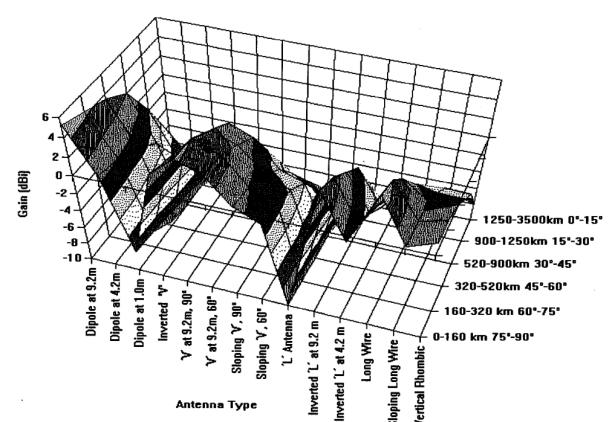
Figura 04- Antena vee e sloping vee



Fonte: Harris, 2004.

Nota-se que o mesmo material possui diversas formas de montagem. E como obter vantagem disso? Através da montagem que permite maior ganho de sinal. O manual *RF-1940/RF-1941 SERIES HF MANPACK ANTENNA INSTRUCTION MANUAL* apresenta diversos gráficos que evidenciam a montagem de melhor ganho conforme a distância entre as estações e a frequência de operação.

Figura 05 – Ganho da antena comparado ao tipo de antena

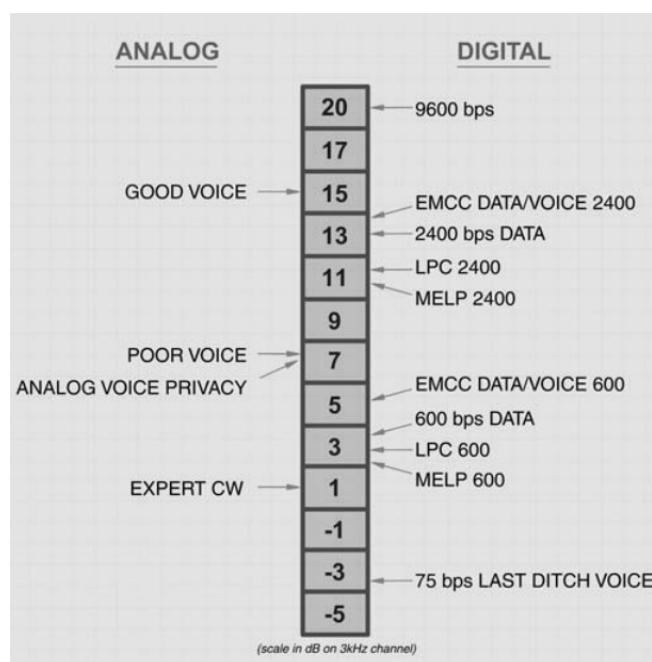


Fonte: Harris, 2004.

Através da interpretação gráfica, nota-se que para a operação próxima de 3 MHz e uma distância de 0 a 160 Km entre as estações, a antena dipolo meia onda com altura de 9,2 metros de altura do solo garante um ganho de 4,0 dBi, e que a mesma antena montada a 4,2 metros de altura do solo possui um ganho de 10 dBi. Observa-se que a diferença é de 14 dBi por uma diferença de 5 metros de altura na antena transmissora.

O livro *Radio Communications in the Digital Age*, Harris 2005, estabelece os valores de sinal ruído necessários para que o equipamento rádio seja sensibilizado. Ele estabelece que para um canal com largura de 3 KHz, e codificador de voz MELP 600, é necessário uma SNR de 3 db para que o receptor seja sensibilizado, conforme a imagem abaixo.

Figura 6 – Comparação de desempenho entre sinal analógico e sinal digital



Fonte: Harris, 2005.

Nota-se que a ação do ruído reduz o SNR no receptor, e que o receptor necessita de um determinado valor de SNR para que seja sensibilizado. Além disso, quanto maior o ganho da antena maior será o valor de SNR. Se a altura da antena influencia no ganho da antena, logo a montagem da antena é fator de mitigação da interferência.

### 3. CONCLUSÃO

Após a exposição dos fatos e argumentos, conclui-se que a forma em que se monta uma antena dipolo é fundamental para mitigação dos efeitos de

ruídos sobre um sistema de enlace rádio.

Além disso, percebe-se que rádio operadores e gestores dos sistemas de comunicações militares do Exército Brasileiro devem conhecer profundamente as formas de montagem das antenas e seus respectivos ganhos para o planejamento de comunicações militares.

### Abstract

*The use of high frequency communications equipment requires detailed study to be successful. No matter how complex the system is, simple actions such as defining the height of an antenna can lead to successful radio exploration. The height of an antenna directly affects the quality of the link, and mainly, the signal strength at receiving stations and for communication to occur, a minimum signal quality is useful.*

**Keywords:** frequency, link and communication.

### 4. REFERÊNCIAS

Harris, Digital communications. **Radio Communications: In the Digital Age. HF technology**, Usa: Harris Corporation, 2005. 98 p. v. 2.

Harris, Digital communications. **RF-1940/RF-1941 SERIES: HF MANPACK ANTENNA INSTRUCTION MANUAL**. New York, USA: Harris, 2004. 41 p.

# POTENCIALIZANDO O PLANEJAMENTO DE COMUNICAÇÕES COM O USO DE SOFTWARES DE PREDIÇÃO DE ENLACE

*Sgt Sandro Fragoso Gomes*

## RESUMO

No âmbito das operações militares, o posicionamento estratégico dos equipamentos de comunicações é uma tarefa complexa, envolvendo fatores táticos e técnicos. Nesse contexto, o militar de Comunicações deve seguir um processo lógico de reconhecimento de comunicações. A utilização de programas e softwares de predição de enlaces desempenha um papel crucial na redução de gastos, contribuindo para a preservação de equipamentos e aumentando a probabilidade de bons resultados nos enlaces. Softwares como o Radio Mobile e VOACAp, capacitam os planejadores a realizar análises preliminares, eliminando locais improváveis e concentrando recursos em áreas com alto potencial de sucesso. Isso destaca a importância do uso dessas ferramentas na otimização das estratégias militares e na melhoria na eficiência operacional de comando e controle.

**Palavras-chave:** Predição de Enlace, Estudo de Radiofrequencia, Softwares de Predição de cobertura, Radio Mobile, VOACAP.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma comunicação bem-sucedida desempenha um papel crucial na garantia do êxito operacional. O planejamento das operações no âmbito do Exército, tanto em atividades escolares, de adestramento ou em situações de emprego real, deve considerar uma série de fatores, desde aspectos táticos até os desafios técnicos. Nesse contexto, os softwares de predição de enlace emergem como ferramentas essenciais na forma como as Organizações Militares abordam suas estratégias na área de Comunicações. Essas tecnologias oferecem a capacidade de prever e otimizar o enlace de comunicações, proporcionando a melhor probabilidade das ligações dos elementos no terreno. Em grande parte das operações é imperativo conduzir uma planificação abrangente do sistema de rádio a ser empregado, considerando antecipadamente a elementos como frequências, localizações, horários e outros parâmetros. A negligência conjunta desses

aspectos pode comprometer substancialmente, o desempenho de comando e controle.

A comunicação à distância efetuada pelo meio rádio, ou seja, através da propagação das ondas de rádio (ou eletrromagnéticas), é denominada de enlace rádio. Já que a propagação das ondas de rádio é fortemente influenciada pelo ambiente entre e ao redor dos elementos do enlace, o operador deve possuir noções sobre tal influência, a fim de conseguir estabelecer o enlace com a qualidade e a confiabilidade requerida pela missão. Além desta influência, a operação em um ambiente congestionado eletrromagneticamente, sujeito à interferência proposital ou acidental, impõe um adequado conhecimento das condições de emprego do meio. (BRASIL,1997, p. 4-1)

Nesse contexto, enfatiza-se a relevância da utilização do Radio Mobile para enlaces em faixas de VHF/UHF, bem como do VOACAP para enlaces na faixa HF. Importante consideração deve ser atribuída à regulamentação do espectro eletrromagnético destinado às Forças Armadas, uma vez que o descumprimento pode resultar em utilização inadequada e, por conseguinte, em questões administrativas para a instituição. A gestão das frequências no Brasil está sob a responsabilidade da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL).

## 2. DESENVOLVIMENTO

A predição de enlace envolve a capacidade de prever a qualidade da conexão de comunicação antes que ela ocorra. Essa técnica utiliza dados históricos, como no software VOACAP e informações de condições ambientais, como no Radio Mobile, para estimar a robustez do enlace, permitindo otimizar a alocação de recursos e garantir uma comunicação mais estável e eficaz. Portanto, consideremos o conceito de predição.

Predição é o ato de predizer ou de afirmar o que se acredita que vai acontecer no futuro, ou



seja, anunciar com antecedência o que pode acontecer. (MICHAELIS, 2023)

Assim sendo, a predição de enlaces de rádio consiste em uma análise realizada por meio de um aplicativo, com o intuito de determinar a viabilidade de estabelecer comunicações via radiofrequência entre estações designadas, avaliando, ainda, o nível de confiança associado a essa comunicação. (Corrêa de Paula, 2020).

## 2.1 RADIO MOBILE

O Radio Mobile é uma ferramenta incrivelmente valiosa para a análise de comunicações tanto civis quanto militares, sobretudo à sua gratuidade e ampla gama de funcionalidades. Ele não só ajuda na previsão de conexões de rádio, mas também permite analisar a área de cobertura de sistemas de telecomunicações, avaliar a viabilidade de repetidores fixos ou móveis e oferece a capacidade de considerar as características do terreno em perfis 2D e 3D. Isso resulta na identificação das frequências ideais, na posição dos postos rádios e na determinação precisa da direção para o apontamento das antenas. (Corrêa de Paula, 2020).

Através do Radio Mobile, é possível simular enlaces ponto a ponto ou até mesmo simular áreas de cobertura. Segundo Colmenares (2017), Roger Coudé é um engenheiro de Telecomunicações formado na Universidade de Sherbrooke, no Canadá, em 1976. Ele desenvolveu o programa Radio Mobile em 1988 com o objetivo de prever as condições de propagação em faixas de frequência que variam de 20 MHz até 20 GHz.” O programa, que originalmente foi feito para radioamadores e em compatibilidade para o Windows, hoje em dia é extensamente utilizado por profissionais da área de telecomunicações, também nas plataformas Linux e macOS, por ser um software livre que alia praticidade à eficiência.

O software permite projetar e otimizar redes de rádio para uma ampla gama de cenários, desde cobertura em áreas urbanas densas até comunicações de longa distância em terrenos acidentados. Um dos principais méritos do Radio Mobile é sua capacidade de simular a propagação de sinais de rádio, considerando variáveis como

topografia da região, condições climáticas, altitude, características do terreno e obstruções, tanto obstáculos naturais, como urbanos. Isso resulta em um planejamento das operações militares mais valioso, rico em informações, como por exemplo locar possível posto de repetidoras, avaliar pontos cegos de comunicação e áreas de maiores interferências. Esse nível de detalhe é fundamental para garantir que a tropa possa se comunicar de maneira eficaz. Permitindo antecipar possíveis desafios na comunicação e desenvolver estratégias de mitigação.

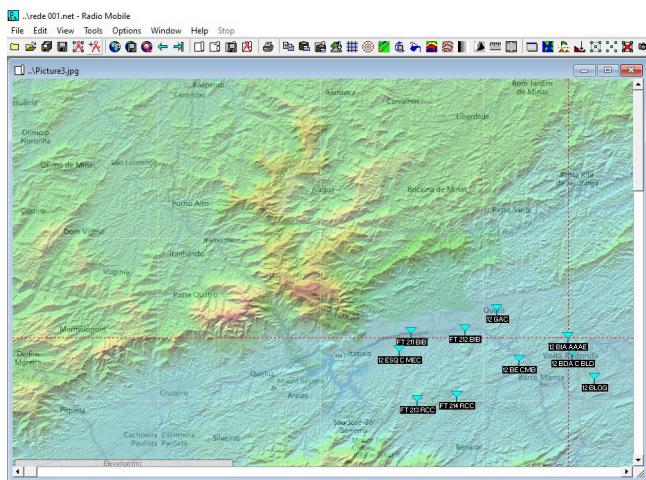
Entretanto, é importante reconhecer que, apesar de suas vantagens, o Radio Mobile não está isento de limitações. A precisão das simulações está intrinsecamente ligada à qualidade dos dados de entrada, incluindo as especificações dos equipamentos, como potência de transmissão, sensibilidade do rádio, ganho de antena e extensão dos cabos. A partir desses elementos, é possível projetar sistemas de telecomunicações no terreno. (Corrêa de Paula, 2020). Além disso, a interpretação dos resultados requer conhecimento de dados técnico e experiência de uso, o que pode dificultar ao usuário não familiarizado com o software.

De acordo com GONÇALVES (2017), em seu estudo, constatou-se que a maioria dos militares, aproximadamente 60% a 70% dos participantes da pesquisa, formados na AMAN, utiliza o programa, sugerindo sua ampla aceitação e qualidade percebida. Segundo, quanto à confiabilidade do programa, cerca de 50% a 60% dos entrevistados afirmaram que ele fornece informações precisas, enquanto cerca de 30% a 10% disseram que as informações eram pouco precisas, com nenhum relato de informações incorretas. Além disso, o programa foi considerado de moderada dificuldade de aprendizagem, com cerca de metade dos entrevistados opinando dessa forma, enquanto apenas uma minoria, entre 20% e 10%, o considerou difícil de aprender. Dessa forma, os resultados sugerem que o Radio Mobile é amplamente utilizado, confiável e, em geral, acessível em termos de aprendizado.

Para otimizar o desempenho e potencializar a qualidade do planejamento, uma solução muito favorável, é a integração do Radio Mobile com Google Earth. Essa integração aproveita os recursos de mapas e imagens para facilitar a tomada de decisões e a identificação de locais ideais para postos de rádio e repetidores.



Figura 1: Interface do Radio Mobile

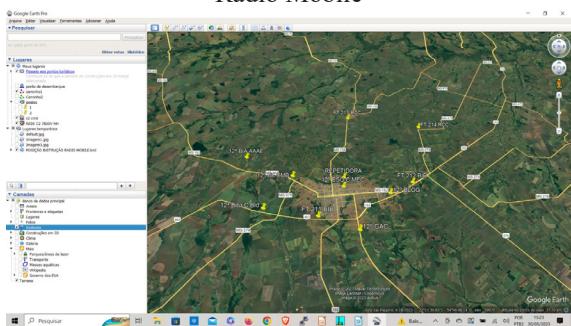


Fonte: Autor, 2023.

A integração do Radio Mobile com o Google Earth oferece uma série de vantagens significativas para os usuários que desejam planejar e otimizar suas redes de comunicação. Ao combinar as capacidades do Radio Mobile com as imagens de satélite detalhadas e as informações geoespaciais do Google Earth, em um planejamento militar, o responsável pode visualizar de forma precisa e intuitiva as áreas de cobertura, os obstáculos e as interferências potenciais em seus enlaces de rádio.

Isso simplifica o processo de planejamento, permitindo uma análise visual imersiva do terreno e da infraestrutura circundante. Além disso, a integração facilita a importação e exportação de dados entre as duas plataformas, tornando o trabalho colaborativo e a troca de informações mais eficientes. Em resumo, a combinação do Radio Mobile com o Google Earth proporciona uma abordagem poderosa e abrangente para o projeto de criação de redes radio se, aumentando a precisão, a eficiência e a capacidade de tomada de decisões informadas. O Radio Mobile pode avaliar enlaces na faixa de frequência de 20 MHz até 20 GHz e pode ser obtido, gratuitamente, em <https://www.ve2dbe.com/english1.html>

Figura 2:Tela do Google Earth com postos exportados do Radio Mobile

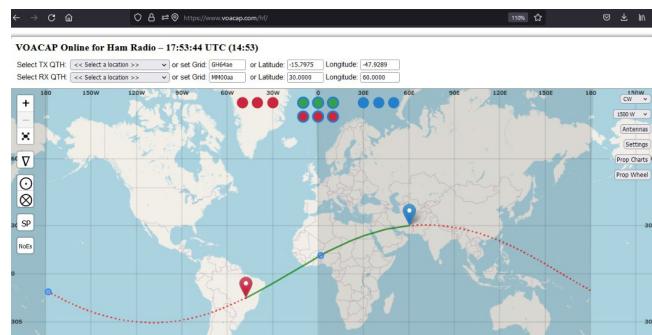


Fonte: Autor, 2023.

## 2.2 VOACAP

A arma de Comunicações está constantemente sujeita à necessidade de ajustar-se ao contexto operacional em que se encontra. Todas as transmissões e recepções realizadas por dispositivos de comunicação dependem de conexões eletromagnéticas ou físicas, tornando essencial a adaptação das técnicas de modulação de acordo com as exigências do ambiente. A seleção adequada do equipamento conforme o ambiente é uma condição primordial para o êxito das operações. Entretanto, em alguns cenários operacionais, até mesmo as abordagens tradicionais podem não ser suficientes para superar os desafios que se apresentam. Um exemplo é a complexidade da selva amazônica, que possui características singulares, exigindo que qualquer equipamento empregado nesse contexto seja altamente adaptável às peculiaridades desse ambiente.(Barbosa Júnior, 2020).

Figura 3:Tela da página do VOACAP online



Fonte: Autor, 2023.

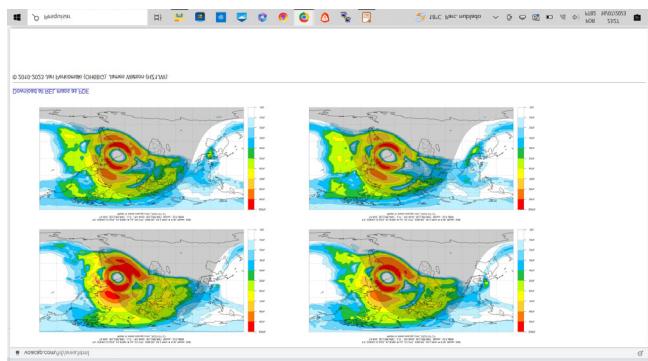
O VOACAP (Voice of America Coverage Analysis Program) é uma ferramenta amplamente reconhecida e utilizada para a predição de enlace de alta frequência (HF). O VOACAP se baseia em modelos matemáticos e dados históricos para calcular com precisão as condições de propagação de ondas de rádio em uma ampla gama de frequências, distâncias e locais geográficos. Possui um banco de dados extenso de condições de propagação históricas que auxiliam na previsão com base em situações passadas semelhantes.(Voacap.blogspot, 2023). Por se tratar de previsões de enlace na faixa HF, entre 3 a 30 Mhz, é essencial considerar uma variedade de critérios, incluindo a distância entre as estações envolvidas, os efeitos de multipercursos, as variações na estrutura da ionosfera durante a transmissão e o nível de interferência local. Segundo AGARD (1990) a ionosfera é uma região composta por íons livres em quantidade suficiente

para afetar as propriedades de ondas eletromagnéticas, entretanto esclarece que a densidade de elétrons pode sofrer grandes variações de acordo com a região geográfica. Ainda de acordo com o Manual do Emprego do Rádio em Campanha (1997), a atividade solar é o principal fator que influencia o comportamento da ionosfera, consequentemente, as condições de propagação via onda ionosférica são sensíveis à hora do dia e à estação do ano, podendo experimentar mudanças significativas em um período de tempo relativamente curto. O enlace ionosférico desempenha um papel fundamental como reserva para sistemas principais, especialmente em situações de busca, salvamento e ajuda humanitária em locais remotos. No contexto militar, estabelecer enlaces de HF é um desafio sensível, equilibrando a importância das longas distâncias com as complexidades da ionosfera.

O programa leva em conta a atividade solar e as variações geomagnéticas, fornecendo gráficos e informações geográficas para analisar as condições de propagação e explorar comunicações ideais nas frequências recomendadas.

É vital destacar a adaptação das frequências às regulamentações da Anatel, garantindo conformidade com as restrições de frequência do Exército.

Figura 4: área de cobertura e o nível de confiabilidade do enlace em determinada região



Fonte: Autor, 2023.

Outro ponto importante, a ser considerado, é de que o programa VOACAP não estima as melhores frequências num determinado dia, e sim com base nos seus dados armazenados, ele faz uma previsão com a média por horários durante o mês selecionado. Por conta disso, as informações como por exemplo a FOT e a MUF são médias. O dia selecionado não será usado para cálculos de previsão de propagação, pois o VOACAP não fornecerá previsões diárias (ou quase em tempo real). O VOACAP não opera com valores SSN (número de mancha solar) diários, mas com valores SSN mensais suavizados que estão sendo previstos para

muitos meses à frente e que também são reajustados em intervalos regulares (Voacap.blogspot, 2023). Em outras palavras, o MUF, por exemplo, é a frequência para a qual o suporte ionosférico é previsto em 50% dos dias do mês, ou seja. 15 dias em 30 dias, desse modo em um determinado dia, as comunicações podem ou não ter sucesso na frequência marcada como MUF.

Dito isso, o programa VOACAP emerge como uma peça essencial no quebra-cabeça das operações militares modernas, fornecendo uma base sólida para o planejamento de comunicações táticas. Sua capacidade de prever as melhores frequências e adaptar-se às variáveis da ionosfera torna-o uma ferramenta indispensável para o Exército Brasileiro. Ao confiar no VOACAP, o planejamento militar pode alcançar comunicações mais confiáveis, seguras e adaptáveis, garantindo que estejam sempre conectadas quando a situação exigir. Em última análise, o VOACAP demonstra ser um aliado inestimável na busca pelo sucesso das transmissões em HF em qualquer cenário operacional.

### 3. CONCLUSÃO

Em conclusão, a discussão sobre o emprego dos softwares Radio Mobile e VOACAP na predição de enlace no contexto militar revela a importância desse tipo de tecnologia na otimização das operações de comunicação, potencializando o planejamento. Ambas as ferramentas demonstraram ser valiosas para o planejamento e execução de comunicações estratégicas, oferecendo insights significativos e informações confiáveis. No entanto, é fundamental reconhecer que a escolha entre esses softwares deve ser feita com base nas necessidades específicas da missão e nas características do terreno. A flexibilidade e versatilidade do Radio Mobile o tornam uma opção atraente em uma variedade de cenários, enquanto o VOACAP se destaca em situações mais complexas e desafiadoras. Em última análise, o sucesso das operações militares depende da capacidade de prever e garantir comunicações eficazes, e essas ferramentas desempenham um papel crucial nesse processo.

Portanto, ao adotar uma abordagem estratégica e ponderada na seleção e aplicação desses softwares, as Organizações Militares podem aumentar sua eficiência e eficácia nas operações de comunicação, contribuindo assim para a segurança e o sucesso das missões.

## Abstract

Within the scope of military operations, the strategic positioning of communications equipment is a complex task, involving tactical and technical factors. In this context, the Communications officer must follow a logical communications reconnaissance process. The use of link prediction programs and software plays a crucial role in reducing expenses, contributing to the preservation of equipment and increasing the probability of good results in the links. Software such as Radio Mobile and VOACAp enable planners to perform preliminary analyses, eliminating unlikely locations and focusing resources on areas with high potential for success. This highlights the importance of using these tools in optimizing military strategies and improving command and control operational efficiency.

**Keywords:** *Link Prediction, Radiofrequency Study, Coverage Prediction Software, Radio Mobile, VOACAP.*

## 4. REFERÊNCIAS

AGARD, Advisory Group for Aerospace Research and Development. **AGARD-AG-326 - Radio Wave Propagation Modeling, Prediction and Assessment.** NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. 1990. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA235180.pdf>. Acesso em: 26 agosto 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de campanha C 24-2: Administração de radiofrequências.** 2 ed. Brasil: Exército, 2002. 4-2 p.

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

BARBOSA JÚNIOR, Rogério Gomes. **Sistema tático de comunicações de BDA e/ou DE : estudo para melhoria das comunicações táticas na faixa HF em apoio às operações de brigada de infantaria de selva.** 2020. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/8408>. Acesso em: 26 agosto 2023.

COLMENARES, Luiggi. **Radio Mobile. 2023.** Instituto Politecnico Santiago Marino, Escuela de ingeniería electronica. Disponível em: <<https://www.slideshare.net/colmenaresluiggi/radio-mobile-71786743>> . Acesso em: 30 ago. 2023.

CORRÊA DE PAULA, Marcello M. **Benefícios do emprego do software Radio Mobile no planejamento do apoio de Comunicações.** Disponível em: <[http://www.ebrevistas.eb.mil.br/O\\_C/article/view/6015](http://www.ebrevistas.eb.mil.br/O_C/article/view/6015)>. Acesso em: 24 agosto 2023.

DEMOCRIS, Davi. **A Inclusão do Software Radio Mobile no plano de disciplina do Curso de Comunicações da AMAN para predição de enlace rádio.** Disponível em <<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/SN/article/download/4379/3704>>. Acesso em: 20 agosto 2023.

GONÇALVES, H R Belonia. **A utilização do software rádio mobile para fins de planejamento na manobra escolar 2017.** Disponível em : <<https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/4568>>. Acesso em: 24 agosto 2023.

PREDIÇÃO. **Dicionário online Michaelis,** 20 agosto 2023. Disponível em <<http://michaelis.uol.com.br>>. Acesso em: 20 agosto 2023.

# HISTÓRIA MILITAR



# A TELEGRAFIA E AS COMUNICAÇÕES DO EXÉRCITO BRASILEIRO

## Originalidade, Resiliência e Contemporaneidade

*Sgt Mário Antônio Costa Souza*

*Sgt Jean Carlos Aguiar da Costa*

### RESUMO

Desde a implantação das primeiras linhas telegráficas no Brasil, em meados do século XIX, a Telegrafia é amplamente empregada nas operações militares, comerciais e sociais. A Guerra do Paraguai foi importante acontecimento da nossa história que ajudou a impulsionar o uso da tecnologia, assim como o lançamento das linhas telegráficas no oeste brasileiro pelo Marechal Rondon no início do século XX. Sua importância foi consolidada com a formação das primeiras turmas de radiotelegrafistas do Exército, já no pós-guerra, fato que acontece até os dias atuais com a formação de radiotelegrafistas, pela Escola de Comunicações, e a atuação dos mesmos na manutenção do Sistema de Comando e Controle do Exército, através da Rede Rádio Fixa.

**Palavras-chave:** Telegrafia, Rede Rádio Fixa, Guerra.

### 1. INTRODUÇÃO

A telegrafia é uma das mais antigas tecnologias de comunicação e a precursora da comunicação de longa distância, sendo utilizada desde o século XIX para transmitir mensagens por meio do código morse.

É um sistema de comunicação que foi desenvolvido antes do telefone, com o objetivo de transmitir mensagens de forma confiável e segura de um ponto a outro através de grandes distâncias. Era amplamente utilizado pelos governos e organizações militares para transmitir mensagens por meio do código criado por Samuel Morse em 1844.

O então Ministro da Justiça, Eusébio de Queiroz Coutinho Matoso Camara, ao anunciar as conquistas da primeira fase do novo projeto de implantação das linhas telegráficas ao Imperador D. Pedro II, declarou:

“A comunicação dos pensamentos, das ordens, das notícias já não encontra demora na distância”.  
(BN, 2020).

Tal feito visava atender aos interesses na-

cionais, incluindo a emissão mais rápida de ordens para reprimir o tráfico de escravos. Para desenvolver este projeto, o Ministro contou com o apoio, conhecimento e experiência do Dr. Guilherme Schuch de Capanema, Professor de Física da Escola Central e idealizador da primeira linha telegráfica, em caráter experimental, que foi inaugurada em 11 de maio de 1852, ligando o Palácio de São Cristóvão ao Quartel Central no Campo da Aclamação. Em seguida, foram instaladas em algumas repartições públicas na Corte, nos quartéis de bombeiros e nas fortalezas da Baía de Guanabara.

O governo imperial contratou a empresa Western Telegraph Company para construir linhas telegráficas entre o Rio de Janeiro e a cidade de Petrópolis, sendo inaugurada, em 1857, a estação telegráfica de Petrópolis. (SILVA, 2011, p. 51).

A partir desse momento, outras linhas foram sendo construídas em diferentes regiões do país, conectando os principais centros urbanos e militares. O império, em vinte anos, estendeu quilômetros de linhas telegráficas ligando o território brasileiro de norte a sul e leste a oeste com 182 estações.

Nessa expansão, já no período da República Velha, tem destaque a atuação do então Major Cândido Mariano da Silva Rondon, que chefiou uma Comissão no final do século XIX, com a missão de expandir as linhas telegráficas pelo noroeste do país, integrando o estado do Mato Grosso à região onde hoje se localizam os estados de Rondônia e Acre.

A telegrafia, ao ser introduzida no território brasileiro em 1852, logo se tornou uma importante ferramenta de comunicação para o Exército Brasileiro. A instalação de linhas telegráficas ao longo do território nacional facilitou a conexão entre diferentes unidades militares, fortalecendo a capacidade de resposta e a eficiência das tropas.



Durante a Guerra do Paraguai (1864-1870), a telegrafia desempenhou um papel fundamental na transmissão de informações entre as tropas brasileiras e seus aliados, permitindo uma coordenação mais eficiente das operações militares.

A experiência nos tempos de guerra ajudou a dar ao telégrafo um sentido de utilidade que até então não tinha, tornando-o efetivamente um aparelho de comunicação a distância (SILVA, 2011, p. 52).

O Exército Brasileiro criou em 1915 sua primeira Rede de Estações Radiotelegráficas, dando origem à Rede Rádio Fixa, constituída originalmente por sete estações estrategicamente localizadas para defender o litoral brasileiro pelo Rio de Janeiro. A Rede Rádio Fixa (RRF) manteve-se operante desde sua criação até os dias atuais, constituindo ferramenta importante para o Sistema Estratégico de Comunicações e Controle do Exército, atuação dos radiotelegrafistas e emprego da telegrafia.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 O PIONEIRISMO E O LEGADO DE RONDON

O Marechal Rondon prestou relevantes serviços ao país, particularmente ao Exército Brasileiro, ao mapear e lançar redes telegráficas na região oeste do Brasil. Atendendo às ordens da Diretoria Geral dos Telégrafos, da Divisão Geral de Engenharia do Ministério da Guerra e do Ministério da Agricultura, Indústria e do Comércio, o então Major Cândido Mariano da Silva Rondon, engenheiro militar formado na Academia da Praia Vermelha, comandou diversas expedições pela região noroeste do país.

As expedições chefiadas pelo Major Cândido Rondon visavam integrar, via telégrafo, o estado do Mato Grosso e a região dos Altos Juruá e Purus (atuais Acre e Rondônia) à capital do país. (RODRIGUES, 2017, p. 126).

A comissão que levava o seu nome,

Comissão Rondon de Linhas Telegráficas (1900 – 1915), instalou estações nas cidades de Ponta Porã, Corumbá e Cuiabá no Mato Grosso, chegando às fronteiras com Paraguai e Bolívia. Rondon e seus adeptos continuaram a distender fios e logo depois adentraram ao Amazonas e Acre, integrando esses estados definitivamente aos demais da federação.

Foto 1 - Repartição Geral dos Telégrafos, na Praça XV de Novembro, Rio de Janeiro.



Fonte: Acervo público digital da Biblioteca Nacional, 2020.

Em 1915, concluiu os trabalhos de lançamento dessas linhas no oeste brasileiro atingindo 2.280 km de construção de rede telegráfica, contribuindo efetivamente para a integração do território nacional.

### 2.2 O SERVIÇO RADIOTELEGRÁFICO

Com a criação do Serviço Rádiotelegráfico do Exército, em 1915, a telegrafia ganhou destaque na operacionalidade de todas as atividades do Exército Brasileiro por constituir o meio de comunicação que permitiria a comunicação em longas distâncias entre as mais diversas unidades da Força.

Durante a primeira Guerra Mundial, ocorrida nos anos de 1914 a 1918, constatou-se a necessidade de introduzir novos conceitos operacionais na tática e estratégia vigentes à época. O Exército Brasileiro, acompanhando as adaptações dos demais congêneres, promoveu mudanças estruturais, adequando-se à nova realidade mundial, para possibilitar estabelecer competente comunicação entre os vários escalões e o comando.

Assim, em 1915, com a criação da primeira Rede de Estações Rádiotelegráfica do Exército, inicialmente constituída por sete estações operando em Continuous Wave (CW), deu-se o início do tráfego de mensagens.

As estações pioneiras foram instaladas em organizações militares localizadas estrategicamente no litoral do estado do Rio de Janeiro, em fortalezas utilizadas à época para defender a costa brasileira de ataques externos. A Fortaleza de São João recebeu o indicativo (PTJ), seguida da Fortaleza de Santa Cruz (PTC), Forte de Imbuhy (PTI), Fortaleza de Lage (PTL) e Quartel General do Exército (PTQ), Vila Militar (PTV) e 2º BC (PTN), na cidade de Niterói-RJ.

Em 1921, a Lei nº 4.263, de 11 de Janeiro, é criado o Serviço Telegráfico do Exército, subordinado à Diretoria de Engenharia, com a finalidade de organizar um serviço de telegrafia militar em tempos de paz, com pessoal técnico e especializado.

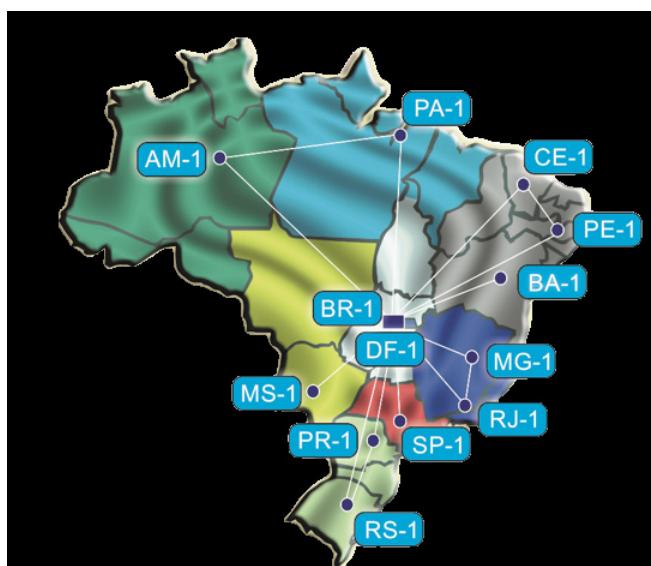
Para suprir as necessidades de pessoal em 1º de julho de 1921, nas dependências da 2ª Companhia do 1º Batalhão de Engenharia, na Vila Militar do Rio de Janeiro, criou-se o Centro de Instrução de Transmissões: um núcleo de preparação dos especialistas comunicantes.

Em 1926, passou a funcionar anexo à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, desvinculando-se do 1º Batalhão de Engenharia. Dez anos depois, fevereiro de 1936, foi denominado Curso Especial de Transmissões e, posteriormente, renomeado para Escola de Transmissões.

Finalmente, a 1º de julho de 1953, por ato do Poder Executivo, foi instituída a denominação de Escola de Comunicações, que, ainda nos dias atuais, é a responsável pela especialização dos 3º e 2º Sargentos de Comunicações em telegrafia.

Ao longo dos mais de cem anos de operação a serviço das comunicações do Exército Brasileiro, muitas foram as denominações e mudanças sofridas pelo Serviço Rádiotelegráfico do Exército. Porém, em 1997, o Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEEx) teve sua origem a partir da fusão de duas organizações militares (OM), o CInfor/11 e o Serviço Rádio do Ministério do Exército (SRMEx). Em 2019, através da Portaria nº 77 do Comandante do Exército, aprovou seu novo regulamento, pelo qual delegou a coordenação da central da Rede Rádio Fixa do Exército (Central Rádio BR1) ao 7º Centro de Telemática de Área.

Figura – 1 Rede Rádio Fixa Principal.



Fonte: Cap RT Terra/CITEEx.

## 2.3 A REDE RÁDIO FIXA DO EXÉRCITO

A Rede Rádio Fixa (RRF) chega aos nossos dias atuais com a herança de mais de cem anos de história e a relevância operacional e administrativa do Serviço Rádiotelegráfico do Exército, criado em 1921, transmitindo mensagens em telegrafia manual (CW), fonia (HF) e dados (TDE-HF) para todo o território nacional, gerenciada pelo Centro Integrado de Telemática do Exército e operacionalmente coordenada pelo 7º Centro de Telemática de Área.

São 12 (doze) Centros de Telemática e 156 (cento e cinquenta e seis) Estações Rádio distribuídas pelo Brasil que compõem a maior Rede Rádio HF na América Latina, representando hoje a presença permanente e operante do serviço telegráfico em todas as regiões do país.

Em razão da sua disposição estratégica para o Exército, grande alcance das suas comunicações rádio em HF, segurança proporcionada pela operação em CW e capacidade dos seus chefes e operadores, a Rede Rádio Fixa, ao longo dos anos, participou de inúmeras missões no exterior e grandes eventos ocorridos no território nacional, sendo eles:

- UNEF I, Força de Emergência das Nações Unidas I na Faixa de Gaza/Egito. (1957-1967);
- MOMEPE, Missão de Observadores Militares do Equador – Peru. (1995-1999)
- UNAVEM III, Terceira Missão de Verificação das Nações Unidas em Angola /África. (1995-1997);



- MINUSTAH, Missão das Nações Unidas para Estabilização do Haiti /América Central. (2004-2017);

Foto 2 - Contato rádio entre Gonaives/Haiti - ER BR1/Brasília-DF.



Fonte: 2º Ten RT Xavier/DGP

- Copa das Confederações da FIFA – Brasil (2013);
- Copa do Mundo da FIFA – Brasil (2014);
- Jogos Olímpicos e Para-olímpicos Rio – (2016); e
- Exercício de Radio-comunicação da Conferência dos Exércitos Americanos (CEA). (2022-2023).

Nos dias atuais, a Rede Rádio Fixa manteve-se operante a serviço da Força, pois possui estações rádio distribuídas por todo o território nacional, com um ponto de presença (Estação Rádio) em todas as guarnições do Exército Brasileiro, reforçando seu importante papel de contingência das comunicações para o Comando e Controle do Exército.

Além da transmissão e recepção de mensagens utilizando o código morse, as estações da Rede Rádio Fixa (RRF) utilizam o novo sistema Tráfego de Dados do Exército em HF (TDE-HF), desenvolvido exclusivamente para a coleta, encaminhamento e entrega de radiogramas e malas diretas entre as organizações militares do Exército Brasileiro. Tal sistema possibilita a configuração com o moderno equipamento rádio Falcon III, da HARRIS, que integrado ao TDE-HF permite a transmissão de dados entre as diversas guarnições da Força, ratificando a RRF como importante me-

canismo do Sistema Estratégico de Comando e Controle do Exército (SEC<sup>2</sup>Ex).

## 2.4 A TELEGRAFIA E O RADIOAMADORISMO

O Serviço Radioamador é um serviço de telecomunicações de interesse restrito, destinado ao treinamento próprio, intercomunicação e investigações técnicas, levadas a efeito por amadores, devidamente autorizados, interessados na radiotécnica unicamente a título pessoal e que não visem qualquer objetivo pecuniário ou comercial (MCOM, 2015).

Os radioamadores exploram a telegrafia em contatos internacionais, facilitados pelo uso do código “Q”, tornando possível a comunicação em qualquer idioma.

A Escola de Comunicações promove anualmente, sempre no mês de agosto, o Concurso Verde e Amarelo (CVA) DX Contest, em CW e Fonia, em comemoração à semana do soldado. O concurso tem como objetivos promover o congregamento entre radioamadores e agremiações radioamadorísticas – civis e militares de todo o mundo – e entrosar radioamadores nas atividades comemorativas da semana do soldado.

Tabela 1: Contatos válidos CVA DX

CW, SSB e Total (QSOs. Válidos)



Fonte: <http://cvadx.org/>

No último concurso, realizado em Agosto de 2023, participaram na modalidade de CW (telegrafia) mais de 9.000 (nove mil) radioamadores com um total de mais de 18.000 (dezoito mil) contatos nacionais e internacionais estabelecidos, evidenciando a grandeza da atividade e a grande importância que a telegrafia ainda desperta no cenário das comunicações mundiais.

### 3. CONCLUSÃO

A telegrafia desde meados do século XIX desempenha um papel importantíssimo no desenvolvimento social, econômico e principalmente militar no Brasil.

Desde a instalação das primeiras estações radiotelegráficas no período imperial, passando pelo exemplar trabalho humanitário, científico e de expansão das linhas telegráficas pelo Marechal Rondon, patrono da Arma de Comunicações, rumo às regiões até então inóspitas do norte do país, até chegar nas participações de missões internacionais e nacionais com os mais variados objetivos, a telegrafia sempre se mostrou eficiente e relevante para as comunicações do Exército Brasileiro.

Por fim, a telegrafia nos dias atuais tem um grande desafio: manter-se operante diante dos mais diversos avanços tecnológicos que naturalmente vão compor todos os níveis de comunicações na Força. Porém, é inquestionável que a telegrafia se mostra resiliente e muito importante para as Comunicações Estratégicas do Exército ao incorporar-se às novas tecnologias sem perder sua segurança, praticidade e prontidão nas transmissões de curta e longa distâncias, consolidando-se cada vez mais como meio indispensável para o SEC<sup>2</sup>Ex.

#### Abstract

*Since the implementation of the first telegraph lines in Brazil in the mid-nineteenth century, telegraphy is widely used in military, commercial and social operations. The Paraguayan War was an important event in our history that helped to boost the use of technology, as well as the launch of telegraph lines in western Brazil by Marshal Rondon already in the early twentieth century. Its importance was consolidated with the formation of the first groups of Army radiotelegraphists, already in the post-war period, a fact that happens until the present day with the formation of radiotelegraphists by the School of Communications and their performance in maintaining the Army Command and Control System through the Fixed Radio Network.*

**Keywords:** *Telegraphy, Fixed Radio Network, War.*

### 4. REFERÊNCIAS

ARFS, 2020. **Associação dos Radioamadores em Feira de Santana.** Disponível em: <https://arfs58.wixsite.com/giro/post/a-telegrafia-nos-dias-atauais> Acesso em: 09 Set 23.

BN, 2020. **Acervo público digital da biblioteca nacional.** Disponível em: <https://antigo.bn.gov.br/acontece/noticias/2020/05/ha-168-anos-era-inaugurada-primeira-linha-telegrafo> 12 Ago 23

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Exploração em Radiotelegrafia e Telegrafia.** EB70-MT-10.409. 1.ed. Brasília, DF: COTER, 2022.

CITEx, 2023. **Centro Integrado de Telemática do Exército.** Disponível em: <https://citex.eb.mil.br/> Acesso em: 09 Set 23.

ESCOM, 2023. **Escola de Comunicações.** Disponível em: <http://www.escom.eb.mil.br/historico> Acesso em: 07 Set 23.

MAPA, 2019. **Memória da Administração Pública Brasileira.** Disponível em: <http://mapa.an.gov.br/index.php/menu-de-categorias-2/336-reparticao-dos-telegrafos> Acesso em: 12 Ago 23.

MCOM, 2015. **Radioamadorismo.** Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/outorga/radioamador-e-radio-cidadao/radioamador> Acesso em: 12 Ago 23.

RODRIGUES, Fernando da Silva Rodrigues. **Marechal Rondon e a Trajetória de um Militar Sertanista na Primeira República Brasileira: Investigação sobre a Intervenção do Estado e o Processo Civilizador da População Indígena.** Estudos Ibero-Americanos, vol. 43, núm. 1, janeiro-abril, 2017, pp. 122-134 Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul Porto Alegre, Brasil.

SILVA, Mauro Costa da. **A telegrafia elétrica no Brasil Império – ciência e política na expansão da comunicação.** In Revista Brasileira de História da Ciência. Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 49-65, jan | jun 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/>



**TDEX-HF, 2020. Tráfego de Dados do Exército em HF (TDEX-HF).** Disponível em: <https://tdex-hf.eb.mil.br/>. Acesso em: 18 Ago 23.

**TDEX-HF, 2020. Tráfego de Dados do Exército em HF (TDEX-HF).** Disponível em: <https://tdex-hf.eb.mil.br/>. Acesso em: 18 Ago 23

VIVEIRO, Esther de. **Rondon conta sua vida.** Biblioteca do Exército. Disponível em: <https://www.calameo.com/exercito-brasileiro/read/00123820649b7c8e96d44>. Acesso em: 12 Ago 23.



# OPERAÇÕES MILITARES



# O AUDIOVISUAL COMO ARMA NA CONQUISTA DA GUERRA DE NARRATIVAS EM COMBATE

*Sgt Thiago Carbos da Silva  
ST Glauber Viana Fernandes*

## RESUMO

O Audiovisual é uma ferramenta poderosa que pode ser usada para moldar a opinião pública e influenciar o curso da história. Durante a guerra, as fotos e vídeos são usados para contar histórias, criar empatia ou desafiar o oponente. Esses produtos podem ser usados para mostrar o sofrimento das vítimas, o heroísmo dos soldados e a brutalidade dos combates. Elas podem ser usadas para influenciar a opinião pública, por meio da guerra de narrativas, e moldar a visão das pessoas sobre a guerra.

**Palavras-chave:** fotografia de guerra, guerra de narrativas, opinião pública, audiovisual em combate.

## 1. INTRODUÇÃO

A fotografia tem sido usada como uma ferramenta de propaganda desde o início da sua criação, que foi feita pelo francês Joseph Niépce, em 1826 e tão ou mais importante que as fotografias são os vídeos para disseminação de uma ideia, criação essa dos irmãos Lumière em 1895. Durante a guerra, as fotos e vídeos são usados para contar histórias, criar empatia e moldar a opinião pública. Eles podem ser usados para mostrar o sofrimento das vítimas, o heroísmo dos soldados e a brutalidade dos combates.

A guerra de narrativas é uma batalha para controlar a história da guerra. Ela é uma batalha para influenciar a opinião pública e moldar a visão das pessoas sobre a guerra.

Durante a Segunda Guerra Mundial, as fotos da batalha de Stalingrado foram usadas para mostrar a brutalidade dos combates e para os líderes de cada país ganharem apoio interno da população. Elas mostravam os corpos dos soldados mortos, os edifícios em ruínas e a devastação causada pelos combates ferozes. Essas fotos ajudaram a moldar a opinião pública sobre a guerra e foram

fator decisivo à obtenção de recursos financeiros e político para financiar a máquina de guerra soviética e nazista.

Na guerra do Vietnã, as fotos dos massacres de My Lai foram usadas para confrontar a opinião pública estadunidense. Elas mostravam os corpos dos civis mortos, as mulheres e crianças estupradas e as atrocidades cometidas pelos soldados americanos. Essas fotografias ajudaram a gerar oposição à guerra e a levar ao seu fim.

Além do impacto na opinião pública, as fotos e vídeos também podem ser usados para fins militares. Elas podem ser usadas para identificar alvos, para avaliar os danos causados pelos combates e para documentar os crimes de guerra. As fotografias também podem ser usadas para melhorar a moral das tropas e para mostrar aos soldados o impacto de seu trabalho, mostrando a sua importância e o propósito de estarem ali.

O Audiovisual é uma ferramenta poderosa que pode ser usada para fins militares e políticos. Ele pode ser usado para contar histórias, criar comoção, gerar sentimentos e influenciar a opinião pública, mudando assim o curso da história do conflito.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 O PODER DO AUDIOVISUAL NA GUERRA DE NARRATIVAS

Os audiovisuais, como forma de comunicação, têm um impacto profundo na percepção humana. Imagens podem evocar emoções, gerar empatia e provocar respostas emocionais, tornando-os elementos poderosos para influenciar a opinião pública. A produção de materiais pelas partes envolvidas na guerra permite que essas apresentem suas versões dos acontecimentos de forma persuasiva e convincente.



Através de fotografias e vídeos de propaganda, documentários, reportagens e outros formatos, os atores em conflito podem retratar seus objetivos, justificar suas ações e construir narrativas que se alinhem aos seus interesses. Isso pode ser realizado por meio da seleção cuidadosa de imagens e cenas, o fazendo por meio de linguagem persuasiva, moldando a percepção dos eventos para se adequarem à visão desejada.

## 2.2 DISSEMINAÇÃO E ALCANCE POR MEIO DE PLATAFORMAS DIGITAIS E MÍDIAS SOCIAIS

No decorrer dos tempos modernos, em períodos de guerra, a relação entre as sociedades e a informação noticiosa ficou marcada por paradigmas comunicacionais surgidos com a evolução tecnológica nos mais diversos setores. No início, os relatos de guerras eram escritos pelos militares, após a Guerra da Criméia surgiram os primeiros correspondentes civis. Na Segunda Guerra as rádios, os filmes, as revistas ilustradas já eram uma realidade. No Vietnã e no Golfo (1991) foi a vez da televisão. A partir da Guerra no Iraque a Web e a digitalização da fotografia tornaram-se os novos paradigmas. (SILVA, 2009. p.10)

O advento das tecnologias digitais e a expansão das mídias sociais abriram novas possibilidades para a disseminação das fotos e vídeos durante os conflitos. Plataformas como YouTube, TikTok, Twitter, Facebook e Instagram têm se tornado palcos para a apresentação de narrativas em tempo real. Esses canais possibilitam que as partes em guerra alcancem grandes audiências, indo além das fronteiras físicas e das barreiras linguísticas.

Além disso, a facilidade de compartilhamento e o alcance viral desses materiais permitem que as mensagens se propaguem rapidamente. Isso contribui para a ampliação do controle da narrativa, uma vez que a rápida disseminação de conteúdos fotográficos influencia mais pessoas em um período de tempo menor.

## 2.3 ESTUDO DE CASO: A GUERRA NA SÍRIA E O USO DE FOTOS E VÍDEOS DE PROPAGANDA

Para ilustrar de forma mais detalhada como o audiovisual tem sido utilizado como uma ferramenta eficaz para o controle da narrativa nas guerras modernas, apresentaremos um estudo de caso real.

A guerra civil na Síria, que teve início em 2011, é um exemplo emblemático do uso estratégico de materiais audiovisuais para moldar a percepção pública e o controle da narrativa.

### Contexto:

O conflito na Síria iniciou-se como uma série de protestos pacíficos em março de 2011, mas rapidamente se transformou em uma guerra civil devastadora. O governo sírio, liderado por Bashar al-Assad, enfrentou uma ampla oposição de grupos rebeldes e forças extremistas. O conflito atraiu a atenção da comunidade internacional e dividiu a opinião pública em relação ao que estava acontecendo no país.

### O Uso de Vídeos de Propaganda:

Durante a guerra, tanto o governo sírio quanto os grupos rebeldes e extremistas utilizaram vídeos de propaganda para influenciar a narrativa do conflito. Esses vídeos eram cuidadosamente produzidos para retratar suas ações e os eventos do conflito de maneira favorável aos seus interesses.

#### 2.3.1 Propaganda Governamental:

O governo sírio lançou uma série de vídeos de propaganda que buscavam retratar o Exército Sírio como defensor da estabilidade e segurança do país. Esses vídeos mostravam cenas de soldados heroicos, ajudando civis e reconstruindo áreas afetadas pelo conflito. A propaganda governamental também tentava retratar a oposição como grupos terroristas, vinculando-os a organizações extremistas conhecidas globalmente, como o Estado Islâmico.

### **2.3.2 Vídeos de Atrocidades:**

Por outro lado, grupos rebeldes e extremistas também utilizaram vídeos para denunciar as ações do governo sírio e suas forças militares. Vídeos mostrando bombardeios a áreas residenciais, feridos e mortos civis, bem como acusações de uso de armas químicas por parte do governo, foram divulgados nas mídias sociais e veículos de comunicação.

### **2.3.3 Criação de Narrativas Conflitantes:**

Esses vídeos criaram narrativas conflitantes e muitas vezes opostas, tornando a compreensão da guerra na Síria extremamente complexa. As imagens impactantes e os relatos emocionais presentes nesses materiais audiovisuais tiveram um efeito significativo na opinião pública internacional, gerando debates acalorados sobre quem era o culpado pelos horrores da guerra.

### **2.3.4 Desafios de Veracidade:**

No entanto, a veracidade dos vídeos de propaganda se tornaram um desafio enorme. Ambos os lados foram acusados de criar e compartilhar vídeos manipulados e imagens falsas para favorecer suas narrativas. Isso levou a uma crescente desconfiança nas informações apresentadas, tornando difícil para o público discernir os fatos reais do conflito.

### **2.3.5 Conclusão:**

O estudo de caso da guerra na Síria destaca como o uso de vídeos de propaganda e conteúdos audiovisuais podem ser poderosos para o controle da narrativa em conflitos modernos.

A guerra afeta as pessoas, reescreve histórias e muda o mundo. Cada um a enxerga ao seu modo. (PEREIRA, 2017, p. 4)

Os combates na Síria foram amplamente travados não apenas no campo de batalha, mas também através da disseminação de informações e imagens. O impacto emocional e a disseminação rápida desses vídeos através de plataformas digitais tiveram um papel significativo na forma como o conflito foi percebido globalmente. No entanto, esse estudo de caso também revela a

importância de se exercer o pensamento crítico ao consumir informações provenientes de materiais audiovisuais em contextos de guerra. O controle da narrativa por meio do audiovisual é uma ferramenta poderosa, mas também traz desafios éticos que precisam ser enfrentados e superados.

## **2.4 PROPAGANDA DE GUERRA**

Governos e grupos em conflito têm usado fotos e vídeos de propaganda como uma maneira de galvanizar seus seguidores e espalhar sua ideologia. Esses vídeos muitas vezes retratam suas ações como atos de heroísmo e justiça, enquanto retratam os oponentes como vilões. A propaganda de guerra, feita pelos mais variados meios como a internet, cinema e músicas é projetada para alimentar o nacionalismo e o apoio popular, além de minar a moral dos inimigos. O cinema entra para a categoria das armas a partir do momento em que está apto a criar a surpresa técnica ou psicológica. (VIRILIO, 1984, p. 15)

## **2.5 REPORTAGENS MANIPULADAS**

Em alguns casos, jornalistas e veículos de comunicação podem ser usados como ferramentas para o controle da narrativa. Reportagens manipuladas ou tendenciosas podem ser usadas para retratar apenas uma visão parcial dos eventos e desinformar a opinião pública. Ao selecionar e editar imagens e informações, a narrativa pode ser distorcida para favorecer uma determinada agenda.

## **2.6 CONTEÚDOS DIGITAIS ENGANOSOS**

Com a proliferação de tecnologias de inteligência artificial e manipulação de áudios, imagens e vídeos, surgiram novas preocupações com a autenticidade das informações veiculadas. Conteúdos digitais enganosos, como deepfakes (vídeos manipulados) e áudios falsificados, podem ser usados para disseminar informações falsas e confundir a opinião pública, tornando o controle da narrativa ainda mais desafiador.

### 3. CONCLUSÃO

O audiovisual tornou-se uma ferramenta poderosa para o controle da narrativa nas guerras modernas. Através de conteúdos audiovisuais bem produzidos, as partes envolvidas no conflito podem influenciar a percepção pública, conquistar apoio e desacreditar adversários. O uso estratégico das plataformas digitais e mídias sociais potencializa a disseminação dessas mensagens, alcançando rapidamente um grande número de pessoas.

No entanto, é fundamental reconhecer os riscos associados a essa prática. O controle da narrativa pode levar à disseminação de informações falsas e à manipulação da opinião pública, minando a confiança nas fontes de notícias e criando uma sociedade vulnerável à desinformação.

Portanto, é essencial que os militares e a sociedade como um todo desenvolvam habilidades críticas para analisar e avaliar o conteúdo audiovisual que consomem.

Em conclusão, o audiovisual desempenha um papel central no controle da narrativa nas guerras modernas, mas o seu uso deve ser ponderado pela necessidade do conflito, uma vez que necessita-se de pessoal altamente especializado para realizar esse tipo de tarefa.

#### Abstract

*Audiovisual is a powerful tool that can be used to shape public opinion and influence the course of history. During war, photos and videos are used to tell stories, build empathy or challenge the opponent. These products can be used to show the suffering of victims, the heroism of soldiers and the brutality of combat. They can be used to influence public opinion, through narrative warfare, and shape people's view of war.*

**Keywords:** war photography, war narratives, public opinion, audiovisual in combat.

### 4. REFERÊNCIAS

PEREIRA, Suzane. **As diferentes visões da guerra ao terror: Das capas do the new york times às ruas do oriente médio.** Artigo apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, Jornalismo, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do título de bacharela em Jornalismo. Lajeado-RS. 2017.

SILVA, Keiny. **Fotografia de Guerra no Iraque: a contribuição da digitalização para a iconografia fotográfica de conflitos.** Universidade Fernando Pessoa, Porto 2009

VIRILIO, Paul. **Guerra e Cinema.** Título original em francês: Guerre et Cinéma 1. Logistique de la perception. 1984. 15 p., 1<sup>a</sup> edição brasileira: fevereiro de 1993. Editora página aberta Ltda. ISBN 85-85328-08-8.

# COMUNICAÇÕES



# A MANUTENÇÃO DE BAIXO CUSTO DOS RÁDIOS MOTOROLA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

*Sgt Lucas Guedes da Silva*

*Sgt Micael Rebouças Pereira*

## RESUMO

A asseguração da efetiva comunicação nas operações militares do Exército Brasileiro por meio dos rádios é de extrema importância. Os rádios operacionais desempenham um papel fundamental na coordenação tática, garantindo segurança e prontidão nas ações. Para otimizar os gastos, o Exército emprega métodos como treinamento interno, medidas preventivas de manutenção e uma gestão eficaz das peças de substituição. Além disso, a padronização de procedimentos e parcerias estratégicas com empresas como a Motorola também têm um papel significativo. É crucial avaliar cuidadosamente o equilíbrio entre custo e benefício das reparações. Em resumo, a manutenção apropriada dos equipamentos de rádio desempenha um papel vital no êxito das operações, e estratégias como o aprimoramento interno e uma gestão eficiente são aplicadas para minimizar os custos.

Para atingir as metas de manutenção dentro de uma grande instituição, é essencial investir. Contudo, em casos de limitações financeiras, a inovação e a utilização criteriosa dos recursos disponíveis se tornam cruciais. Observaremos que alcançar resultados satisfatórios em termos de manutenção com orçamentos reduzidos é factível e gratificante.

Palavras-chave: comunicação por rádio, manutenção, Exército Brasileiro.

## 1. INTRODUÇÃO

A Motorola Solutions é uma empresa americana provedora de equipamentos de telecomunicações e dados que sucedeu a Motorola Inc., após a venda da divisão de telefonia móvel, Motorola Mobility em 2011. Seu principal cliente no Brasil nesse ano de 2011 era o Exército Brasileiro (EB). O EB adquiriu milhares de rádios da Motorola e enquanto estavam em garantia não precisava se preocupar com a manutenção. Mas os anos se passaram e a garantia dos produtos terminaram e um novo desafio estava surgindo.

O EB está constantemente empenhado em aprimorar a preparação de suas forças, especialmente quando se trata da manutenção das comunicações, visando manter os Equipamentos de Emprego Militar (MEM) sempre prontos para qualquer iminência.

A Escola de Comunicações constantemente busca introduzir inovações por meio de Projetos Interdisciplinares desenvolvidos por seus alunos, concentrando-se em áreas de interesse estratégico da instituição.

O Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEX), por meio do Centro de Logística (C Log), tem se esforçado para aprimorar a manutenção dos rádios utilizados, especialmente em operações cruciais. Em 2011, foram adquiridas estações de trabalho para realizar a manutenção dos equipamentos de rádio da marca Motorola. No entanto, o alto custo associado a essas estações impediu que cada Organização Militar (OM) recebesse uma estação, e a própria manutenção dessas estações se torna inviável.

Algumas operações específicas no decorrer dos anos até os dias atuais forçaram o EB a comprar radios da Motorola Inc. A necessidade estava a frente da preocupação com a manutenção futura.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Artigo 57. O procedimento de manutenção tem como propósito estabelecer diretrizes para a condução da manutenção dos variados materiais pertencentes à Classe VII e atualmente em uso no âmbito do Exército. Apesar de ser considerado um processo unitário, na realidade, ele abrange doze diagramas de fluxo distintos, um para cada categoria de equipamento de Comunicações empregado, mesmo que já tenham se tornado obsoletos. (NARMCOMGE, 2019).

De acordo com as orientações da NARMCOMGE, há uma uniformização aplicada ao processo de manutenção para cada gênero de rádio.



No contexto dos rádios fabricados pela Motorola, os quais englobam diversas tipologias, o procedimento tendia a se tornar excessivamente complexo para as Organizações Militares portadoras desses Equipamentos. Foi então que em 2022, após o CCOMGEX lançar diversas missões de Manutenção de Rádios em diversas regiões do Brasil, ocorreu uma modificação no artigo 57 da NARMCOMGE, resultando na seguinte redação:

Art. 57. O processo de manutenção engloba os procedimentos para a Mnt dos MEM Classe VII em uso no Exército, bem como para o trato com os equipamentos obsoletos ou em processo de obsolescência, além da logística reversa do material inservível. (NARMCOMGE, 2022)

Para resolver a questão dos equipamentos Motorola que estavam sem a devida manutenção, o CCOMGEX optou por implementar um modelo de mutirão centralizado nos Parques Regionais, nos quais um grupo de militares altamente capacitados se deslocava até a unidade que centralizava os equipamentos, executando as atividades de manutenção necessárias. Os primeiros esforços nessa direção demonstraram sucesso e rapidamente se expandiram. Contudo, a disponibilidade limitada de pessoal qualificado tornou-se um desafio significativo, e a tarefa de transportar os equipamentos das áreas de manutenção representou um risco de danos aos próprios materiais durante o transporte. Isso se tornou uma preocupação crucial, uma vez que o valor desses equipamentos de manutenção ultrapassava os cinco dígitos. Ao mesmo tempo, a demanda por manutenção de rádios continuava substancial. Vale lembrar que foram anos em que os equipamentos eram adquiridos e distribuídos nas Organizações Militares de todo Brasil, logo, o volume de equipamentos que necessitavam de manutenção era demasiadamente alto.

Durante a missão de paz no Haiti, os rádios da empresa americana Motorola eram muito utilizados por se tratar de operações urbanas. Nesse período, o EB passou a consumir os produtos mais atuais e trocou os antigos Motorola PRO-5150 pelos XTS 1500 e, mais tarde, pelos APX-2000.

Figura 1 – Motorola APX-200



Fonte: <https://www.motorolasolutions.com/>

Visando as missões relacionadas a Copa do Mundo no Brasil e os Jogos Olímpicos, o EB investiu mais na compra dos rádios da Motorola.

Com a manutenção da Classe VII em situação crítica no EB, a Escola de Comunicações estava em busca de soluções para alinhar o processo de manutenção aprendido nos cursos com a realidade das Organizações Militares onde os sargentos qualificados seriam implantados. Foi nesse contexto que, em 2021, o Projeto Interdisciplinar dos alunos do curso Avançado de Eletrônica focou na temática da manutenção de baixo custo dos rádios utilizados pelo Exército, incentivando os futuros especialistas em Eletrônica a encontrar soluções práticas para as demandas existentes.

O projeto, intitulado “POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DE UMA OFICINA DE BAIXO CUSTO PARA MANUTENÇÃO DE CLASSE VII – MOTOROLA XTS 2250/1500”, foi elaborado pelos alunos: 3º SGT Mnt Com DOUGLAS BRANDÃO DE ANDRADE; 3º SGT Mnt Com THIAGO AUGUSTO MARQUES DE OLIVEIRA; 3º SGT Mnt Com MARCOS VINICIUS DOS SANTOS MEIRELES; 3º SGT Mnt Com ARNOLD FÉLIX PEREIRA; e, 3º SGT Mnt Com PIETRO GIACOMIN CONTE. O foco do trabalho foi a manutenção do Motorola XTS 2250/1500 mas englobava todos os rádios motorolas usados no EB e o custo associado a essa abordagem equivalia a somente 2,27% do valor da bancada Motorola, que estava avaliada em pouco mais de R\$ 995.000,00 em 2021.



Ao longo do ano de 2022, as missões de manutenção não apenas ganharam uma maior relevância, mas também passaram a receber maior reconhecimento. O percentual de rádios recuperados sem a necessidade de recorrer à bancada Motorola era notável, destacando a habilidade dos militares engajados nessas operações.

Figura 2 – 3º Sgt Feital e 3º Sgt Arthur Daniel, do 1º BGE, executando a manutenção na missão de Apoio Direto em Curitiba no ano de 2022.



Fonte: [www.defesaemfoco.com.br](http://www.defesaemfoco.com.br)

Em contínuo espírito inovador, a seção de Ensino Bravo da Escola de Comunicações, liderada pelo 1º Tenente Adiniz Ferreira, prosseguiu com o enfoque na temática da manutenção no âmbito do Projeto Interdisciplinar do curso Avançado de Eletrônica - 2023. Nessa ocasião, os alunos do curso desenvolveram vídeos instrucionais destinados a orientar a manutenção dos rádios Motorola nos níveis mais básicos, com a finalidade de capacitar todos os sargentos da Qualificação Militar de Manutenção de Comunicações a executarem tais procedimentos em qualquer parte do Brasil, não sendo necessário um curso ou estágio para adquirir tais conhecimentos. Esses vídeos têm como propósito reduzir a quantidade de equipamentos rádios inoperantes devido à espera pela manutenção executada pelo CCOMGEX.

Estes vídeos, juntamente com o P.I de baixo custo, favorecem a manutenção da classe VII pois as OM detentoras dos rádios poderão fazer, no mínimo, o diagnóstico do problema apresentado.

### 3. CONCLUSÃO

Frente às complexidades inerentes à manutenção dos materiais pertencentes à Classe VII no

Exército, a evolução do processo ganha destaque. Inicialmente fragmentado em doze diagramas de fluxo, cada um correspondente a diferentes categorias de equipamentos de Comunicações, o procedimento se mostrou excessivamente burocrático, principalmente quando se tratava dos rádios Motorola. A reformulação ocorrida em 2022, expressa no Artigo 57 da NARCOMGE, trouxe uma abordagem abrangente, incorporando diretrizes para lidar com os equipamentos obsoletos e introduzindo a logística reversa. Para mitigar a carência de profissionais altamente capacitados, a estratégia de mutirões centralizados demonstrou sua eficácia, porém os desafios logísticos e o risco de danos ainda persistiam. Uma resposta inovadora emergiu da Escola de Comunicações, envolvendo os estudantes do curso Avançado de Eletrônica em projetos voltados para a manutenção econômica. As missões de manutenção de 2022 destacaram-se por seus impressionantes índices de recuperação de equipamentos. A subsequente iniciativa de criar vídeos instrucionais evidencia um comprometimento constante com o aprimoramento das capacitações e a disseminação de conhecimento prático. Assim, a convergência de abordagens centralizadas, inovações educacionais e um enfoque incisivo na eficiência traça um cenário de manutenção mais ágil e eficaz, resultando em uma disponibilidade ampliada dos equipamentos vitais para as Organizações Militares.

### Abstract

*Faced with the complexities inherent to the maintenance of materials belonging to Class VII in the Army, the evolution of the process gains prominence. Initially fragmented into twelve flow diagrams, each corresponding to different categories of Communications equipment, the procedure proved to be excessively bureaucratic, especially when it came to Motorola radios. The reformulation that took place in 2022, expressed in Article 57 of NARCOMGE, brought a comprehensive approach, incorporating guidelines for dealing with obsolete equipment and introducing reverse logistics. To mitigate the lack of highly trained professionals, the centralized collective effort strategy demonstrated its effectiveness, but logistical challenges and the risk of damage still persisted. An innovative response emerged from the School of Communications, involving students from the Advanced Electronics course in projects aimed at economic maintenance. missions stood*

*out for their impressive equipment recovery rates. The subsequent initiative to create instructional videos highlights a constant commitment to improving training and disseminating practical knowledge. Thus, the convergence of centralized approaches, educational innovations and an incisive focus on efficiency outlines a more agile and effective maintenance scenario, resulting in an expanded availability of vital equipment for Military Organizations.*

**Keywords:** NARMCOMGE, Motorola, School of Communications.

#### 4. REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. B.; MARQUES, T. A. O.; MEIRELES, M. V. S.; PEREIRA, A. F.; CONTE, P. G. **Possibilidades e limitações de uma oficina de baixo custo para manutenção de classe vii xts 2250/1500.** Curso Avançado de Eletrônica. Brasília, 2021.

BARROS, Marcelo. 04 de outubro de 2022. **Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército apoia na manutenção de equipamentos em Curitiba.** Site: [www.defesaemfoco.com.br](http://www.defesaemfoco.com.br). Disponível em: <https://www.defesaemfoco.com.br/comando-de-comunicacoes-e-guerra-eletronica-do-exercito-apoia-na-manutencao-de-equipamentos-em-curitiba/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

PEREIRA, Carolina. 26 de julho de 2011. **Rádio digital da Motorola no Exército.** Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/2085/radio-digital-da-motorola-no-exercito/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

REDAÇÃO. 05 de novembro de 2017. **Exército Brasileiro adquiriu estações de reparo para fazer manutenção em rádios.** Disponível em: <https://www.revistamanutencao.com.br/noticias/manutencao/exercito-brasileiro-adquiriu-estacoes-de-reparo-para-fazer-manutencao-em-radios.html>. Acesso em: 10 ago. 2023.

# ARTIGOS CIENTÍFICOS



# GESTÃO



# A ANÁLISE DE DADOS COMO FERRAMENTA AUXILIAR PARA O EXERCÍCIO DA LIDERANÇA MILITAR

## *Cap IVAN DE MOURA BERARD*

### RESUMO

O líder militar poderá estabelecer um ambiente de maior confiança com seus subordinados ao agir baseado em critérios bem definidos e registros de fatos disponíveis que possam amparar a tomada de decisão. A análise de dados úteis cadastrados em um banco de dados que reúna informações dos fatos e feitos dos subordinados, bem como de suas capacidades e habilidades poderá conceder maior transparência, confiança e credibilidade às decisões dos líderes militares perante as suas equipes.

Palavras Chaves: análise, dados, banco de dados, confiança, liderança, militar.

### 1. INTRODUÇÃO

A liderança é um assunto estudado por grandes personalidades da história mundial e de diferentes áreas de atuação. Da área religiosa, militar, empresarial ou das épocas mais antigas da história até a contemporânea, ou do Oriente ao Ocidente, já foram publicados vários livros Best-Sellers com os ensinamentos de São Bento, de Sun Tzu ou até mesmo do brasileiro Flávio Augusto.

Este assunto desperta interesse de milhares de pessoas por ser amplamente necessário na resolução de conflitos, na tomada de decisões diárias e na motivação de equipes em seus diversos campos de trabalho. A vida em sociedade precisa de bons líderes para guiar grupos de pessoas para alcançar objetivos, incentivando-os a superar desafios e se esforçar em prol de uma causa.

Para os militares não é diferente. O estudo da liderança é tão essencial que na formação dos oficiais combatentes de carreira do Exército Brasileiro na Academia Militar da Agulhas Negras (AMAN), os Cadetes são estimulados a entender e a desenvolver o papel do líder de frações. O cadete é estimulado a exercitar o papel de comandante de diversas maneiras: pela frase lida diariamente por todos na frente do refeitório “Cadete, ides comandar, aprendei a obedecer” ou pelo exercício da função de Chefe de Turma, Comandante de Patrulha,

dentre outras.

### 2. DESENVOLVIMENTO

#### 2.1 CHEFIA X LIDERANÇA

A palavra líder pode confundir-se com o significado da palavra chefe. A chefia está mais ligada à hierarquia ou ascensão profissional sobre outras pessoas. Já a liderança possui um significado mais intangível, que não se percebe a olho nu ou de forma imediata.

A função do chefe é a de mandar e tomar decisões. Não necessariamente será um líder, pois a liderança pode acabar recaendo sobre um membro da equipe ao qual consegue motivar e instigar o melhor de seus pares a superação de um desafio. Em outras palavras, o chefe, por sua razão hierárquica funcional é só mais um elemento que aparece no organograma de uma organização, diferentemente do líder militar.

Ao traçar um rápido paralelo, pode-se ouvir dizer que o chefe manda em outras pessoas e o líder inspira os demais. Para inspirar é necessário que a pessoa possa transparecer credibilidade e legitimidade, as quais são impossíveis de serem obtidas sem a confiança de uma equipe. Como seria possível iluminar e guiar, sinônimos da palavra “inspirar”, sem haver uma relação recíproca de crença do público e/ou a vontade de ouvir, aprender e deixar-se ser orientado pelo líder?

#### 2.2 AS CARACTERÍSTICAS DA LIDERANÇA

Há alguns anos, o Exército Brasileiro dava o nome de Atributos da Área Afetiva para abordar aspectos das capacidades e da moral do militar.

A atual política de educação no Exército Brasileiro é pautada no ensino por competências. Esta, é a capacidade de mobilizar conhecimento, habilidades, atitudes, valores e experiência (CHAVE), frente às situações que são apresentadas na vida real. Logicamente que é interessante que um líder reúna boa bagagem de conhecimento e de experiências, mas destaca-se que a chave para o sucesso de um líder está na ATITUDE.



A atitude é a vontade de querer fazer. Está relacionada à proatividade e a intenção de contribuir de alguma maneira para com um grupo ou uma situação. As características de um líder podem ser natas ou adquiridas, mas dizem respeito principalmente aos valores morais e as habilidades interpessoais de relacionamento.

Na frase de Warren Bennis, consultor americano e autor de várias obras sobre liderança contemporânea, afirma que a confiança é essencial para o líder.

“A integridade é a base da confiança, a qual não é tanto um ingrediente da liderança quanto um produto dela. É a única qualidade que não pode ser adquirida, mas deve ser conquistada. É concebida por colaboradores e adeptos, e sem ela o líder não existe.”  
(BENNIS, 1996)

A confiança é a firme crença nas capacidades e habilidades de alguém. Ela é conquistada com o tempo, por meio da convivência e da demonstração de valores como lealdade e justiça. Logicamente que outras características também poderiam ser mencionadas como visão, empatia, compromisso, etc. Entretanto, cabe destacar que os dois primeiros princípios citados, são evidenciados por meio de decisões tomadas no cotidiano em ambientes de serenidade e, principalmente, nas mais desafiadoras ocasiões.

### 2.3 AS FORMAS DE ATUAÇÃO

Quando as situações são apresentadas para um chefe, este pode decidir simplesmente agir pelo regulamento ou pelo seu poder discricionário. Isso seria o bastante para impor a sua vontade. Entretanto, os seres humanos não são regidos meramente pela lógica e razão, mas também pela emoção e instintos. Um chefe deve, ou ao menos deveria, entender que precisa trabalhar com outras pessoas com diferentes cabeças, princípios, valores, culturas, formações e entendimentos. Obviamente que pela hierarquia funcional, aos outros cabe obedecerem ao chefe ao qual detém a legitimidade da decisão e a responsabilidade pelas decisões.

Porém, simplesmente tomar decisões de uma maneira automática, regulamentar e

fria pode não ser suficiente para obter aquele comprometimento genuíno e orgânico dos membros da equipe. Subordinados podem ficar sem entender como a mente do chefe funciona ou ter dificuldade em agir de acordo com a “intenção do comandante” quando houver casos em que somente o regulamento não basta.

Para facilitar o entendimento, pode-se apresentar um exemplo bem simples. Um subordinado se esforça sempre em seus afazeres, mas não se sente prestigiado ou raramente é elogiado pelo seu trabalho. Apesar de não ser mais do que sua obrigação, nota que recebe o mesmo tratamento que outros subordinados que não fazem nem a metade do esperado ou mal se comprometem com as missões recebidas. Também percebe que as atitudes do chefe são meramente regulamentares, burocráticas e instrumentais. Com o passar do tempo, a convivência e o ambiente de trabalho muito “mecânico” desestimula este subordinado a dar o seu melhor, haja vista que o tratamento dispensado a ele é igual a todos os outros e nivelado de uma maneira superficial. Em outras palavras, seu trabalho não é reconhecido.

Em contraponto, o líder também deverá seguir os regulamentos e também fará uso de seu poder discricionário. Entretanto, mais do que impor a sua vontade, com seu exemplo se esforçará para mostrar sua visão ao ponto de convencer outros a compartilharem de suas intenções. Para atingir este objetivo, o líder deverá ter capacidade de convencimento e empatia.

Voltando ao exemplo anterior, o líder buscaria identificar os melhores subordinados, fazer pequenos elogios a respeito de seus esforços e o quanto o trabalho deles têm sido importante para aquela fração. A simples validação do subordinado pelo líder já os estimularia a manter ou aumentar seu comprometimento com o trabalho. Por outro lado, o líder também deve identificar os outros membros da equipe que estão com desempenho inferior e entender as razões pelas quais estão agindo desta maneira. Deverá corrigi-los de maneira objetiva, transparente e leal, mas também buscar meios de retificar procedimentos da própria organização que estão necessitando melhorar. Por vezes, um militar pode estar indo mal por conta da falta de material, ausência de um bom líder, por falta de ordens claras e precisas, dentre outros fatores pessoais ou profissionais.



Para se tornar um bom líder capaz de comandar e liderar com credibilidade sua tropa, é necessário demonstrar a todo instante a empatia com os seus comandados e exercitar a lealdade e a justiça com seus colegas de farda.

Em algum momento, o líder precisará tomar alguma decisão a respeito de seus subordinados. Seja para fazer uma avaliação do desempenho individual, indicação para cursos, promoções, missões, aceitar um novo engajamento para os militares temporários, decisões disciplinares, etc. Para isso, recorre-se ao histórico da pessoa e à avaliação de seu trabalho no dia-a-dia. Todavia, apenas fazer uso da memória pode causar distorções no julgamento da decisão, seja ela boa ou ruim. As distorções podem ocorrer por conta do esquecimento natural de coisas que o militar já fez, pela falta de registro de suas obras e esforços, pela mudança de superiores que já trabalharam com o militar e poderiam ajudar no assessoramento, ou até mesmo pela falta do poder comparativo com outras pessoas que desempenham cargo ou função similar. Se não impedir, ao menos dificulta tomar uma decisão com poucos elementos para sustentar uma decisão.

A intenção de uma pessoa verdadeiramente comprometida com seu cargo de chefia ou liderança é a de tomar decisões baseadas em um bom assessoramento. Para tomar atitudes mais importantes ou com maiores consequências, é ideal estar cercado por fundamentos, fatos e dados que corroboram com uma determinada linha de ação. Em outras palavras, seria dizer que os fatos justificam plenamente a decisão tomada. Para isso, possuir um catálogo organizado de dados auxilia na obtenção da excelência do processo de decisão.

## 2.4 A PIRÂMIDE INFORMACIONAL

A tabela abaixo é conhecida como Pirâmide Informacional. Quanto mais perto do topo, maior é o grau de abstração ou subjetividade. Isso quer dizer que uma decisão tomada sem fundamentos concretos poderá ser facilmente flexibilizada ou até mesmo questionada, criando precedentes e problemas para a administração militar. Decisões que tenham fatos base (Dados), relevantes e com propósito (Informações), contextualizados, organizados e padronizados (Conhecimento), direcionam para decisões melhores fundamentadas.

Foto 1: Pirâmide informacional



Fonte: o autor

É assim feito com os trabalhos de planejamento de Estado Maior nos jogos de guerra e assim pode ser feito para o exercício da liderança. Diversas informações objetivas subsidiam as atitudes a serem tomadas.

## 2.5 COMO AVALIAR O SUBORDINADO?

Uma questão que pode ser desafiadora para qualquer superior hierárquico é a de avaliar objetivamente seus subordinados baseados em questões subjetivas. Como comparar de maneira objetiva o zelo e a cooperação entre duas pessoas? Como graduar do primeiro ao último, os militares de uma Subunidade (SU) com a melhor apresentação individual? Quais são os critérios objetivos e nítidos para todos, para mensurar quem merece uma indicação para um Curso de Formação de Sargento Temporário? Como saber quantas vezes a mesma pessoa errou nas mesmas coisas ao longo de um ano? Como mensurar a quantidade de atrasos em um período de tempo, ou identificar de maneira prática os militares que corriqueiramente estão errando e não estão sendo sancionados? Como ser mais justo na avaliação do Sistema de Gestão do Desempenho (SGD) com os seus subordinados?

Para auxiliar o comandante de fração a tomar decisões de maneira mais fácil e oportuna, é importante utilizar indicadores, aos quais podem ser mensurados, acompanhados e comparados por período e por fração. Isso permitirá a um comandante, saber quando intensificar a sua ação de comando em uma determinada área que esteja mais fraca ou quando poderá conceder recompensas a sua tropa ou a algum elemento em específico.

Para o exercício da função de Comandante de Subunidade (Cmt SU) incorporada nos anos de 2021 e 2022 no 6º Regimento de Cavalaria Blindado em Alegrete (6º RCB), Rio Grande do Sul (RS),

e em 2023 na Escola de Comunicações (EsCom) situada em Brasília, Distrito Federal (DF), foi criada uma simples ferramenta de registro e avaliação dos subordinados. Neste sistema chamado FO Online (Fato Observado Online), os comandantes de fração, em seus diversos níveis podem avaliar os seus subordinados de maneira rápida e eficaz, respondendo a perguntas objetivas a respeito do militar, do seu trabalho, das C.H.A.V.E evidenciados e até dos talentos demonstrados.

Esta ferramenta piloto conta com um simples formulário de múltipla escolha. O avaliador registra a data do fato, identifica o fato e classifica-o em positivo ou negativo e suas respectivas consequências.

Foto 2: Após selecionar o(s) militar(es) alvo(s) da avaliação, deverá ser registrada a data do fato e a classificação

**GDH e tipo do FO**

Registre quando foi o fato. Classifique em positivo ou negativo.

Selezione o GDH do fato observado. \*

Dia, mês, ano

O FO é... \*

Positivo

Negativo

Fonte: o autor

Foto 3: A ferramenta oferece algumas opções pré-preenchidas para seleção, as quais podem ser alteradas de acordo com a necessidade. A última opção permite a escrita livre para descrição de outros fatos.

**Em caso de FO+**

Selezione ou descreva o FO positivo.

Qual foi o fato? \*

Abriu mão de interesses particulares para auxiliar a missão

Ajudou outros militares espontaneamente

Boa apresentação individual

Contribuiu com o bom ambiente de trabalho

Demonstrou vivacidade e comprometimento com a missão

Pontual

Se esforça para melhorar no TFM

Voluntário para missão fora do expediente

Zeloso com o material

Outra opção...

Fonte: o autor

Foto 4: Há várias opções para selecionar os atributos da área afetiva evidenciados.

**Atributos evidenciados \***

Abnegação

Adaptabilidade

Auto aperfeiçoamento

Integridade

Camaradagem

Comprometimento

Criatividade

Dedicação

Disciplina

Espírito de corpo

Equilíbrio emocional

Honestidade

Iniciativa

Lealdade

Liderança

Profissionalismo

Responsabilidade

Resistência

Tato

Zelo

Fonte: o autor



A diferença das avaliações recaem apenas na classificação dos fatos, com a respectiva alteração das opções em caso do fato ser negativo.

Foto 6: Registro de fatos negativos.

Qual foi o fato? \*

- Apresentação individual
- Atraso ao expediente
- Atraso para missão dada
- Atraso na parada diária
- Chegou bêbado no regimento
- Conduzir veículo sem habilitação para tal
- Danificar material e/ou instalações da SU
- Desculpinhas esfarradas e esquiva de missão
- Demonstrar falta de vontade e/ou comprometimento com a missão recebida
- Discutir com superior hierárquico
- Envolver-se em briga com outros militares
- Falta ao expediente
- Falta a parada diária
- Falta ao serviço
- Não cuidar do material sob sua posse e/ou responsabilidade
- Não executa ordem unida corretamente
- Não fez TFM por motivo irrelevante/uniforme
- Pouco cuidado com documentos sob sua posse
- Uso de drogas
- Uso de celular no serviço e/ou momento impróprio

Fonte: o autor

## 2.6 BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

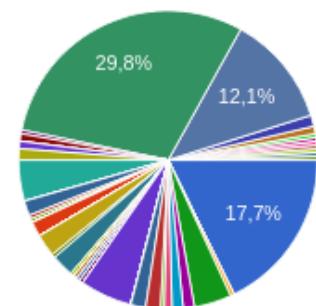
A ideia de registrar as atitudes dos subordinados não é nova. Já é utilizada nas escolas de formação, como nos Centros de Formação e Graduação de Sargentos espalhados pelas Unidades do país. Para a tropa convencional não há um sistema informatizado dedicado para avaliar os militares de uma subunidade. Por tal razão, este sistema foi idealizado com o intuito de auxiliar o Comandante de Subunidade a tomar decisões mais sábias e até a manter a tropa mais informada.

Com o uso dessa ferramenta, o Cmt SU pode identificar de forma clara o Comandante de Fração que mais participa ativamente da vida profissional do subordinado, os que estão mais atentos. Possibilita também, identificar quem são os militares mais avaliados no sistema e por quais motivos, sejam eles positivos ou negativos. Desta forma, há um controle individual quantitativo, de quantas vezes alguém foi avaliado, e qualitativo de cada militar. Isso permite ao Cmt SU exercer a sua liderança de forma mais oportuna. Ao identificar quem ou o quê está precisando de intervenção, pode acionar os comandantes de fração ou grupo para uma determinada ação, abrir um diálogo mais direcionado com algum militar, impor ou excluir alguma Norma Geral de Ação (NGA) da SU, etc.

Foto 7: Gráfico da participação dos avaliadores.

Quem é o observador do fato?

248 respostas



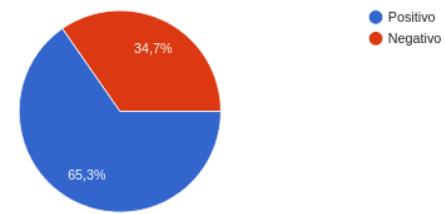
Fonte: o autor.

Durante o período que esta ferramenta piloto tem sido utilizada, adotou-se como boa prática chamar o militar que foi avaliado na primeira oportunidade e dizer diretamente o motivo pelo qual foi avaliado, o impacto e quantas avaliações positivas e negativas ele já acumulou. Com este tipo de atitude, percebeu-se maior envolvimento de todos na ação de comando, maior entendimento do subordinado com relação às ordens de seus superiores e aproximou as pessoas no ambiente de trabalho. Essas medidas trouxeram maior transparência e confiança para com o trabalho do Cmt SU.

Foto 8: Relação entre FO positivo e negativo.

O FO é...

248 respostas



Fonte: o autor.

Ao deixar os registros catalogados, os subordinados sentiram-se validados em suas boas atitudes, aprenderam mais rapidamente com os seus erros, além de se sentirem mais importantes nos processos diários sem se sentirem esquecidos. Isso criou um sentimento de pertencimento à fração ao qual estava enquadrado. Quando foi preciso tomar medidas disciplinares mais energicas, como a apuração de transgressão disciplinar, evitou-se o

sentimento de injustiça, ou evitou a comparação entre pares por terem sido selecionados em missões melhores ou piores por entenderem o processo de escolha baseado em meritocracia, perfil e avaliações atitudinais. Esse feedback conferido a cada militar traz um grande sentimento de empatia e confiança no superior, facilitando a sua liderança.

Stephen Covey, autor do livro best-seller “Os Sete hábitos das pessoas altamente eficazes”, registrou em sua obra que uma tomada de decisão baseada em dados “...promove a confiança. Quando você deixa claro que as decisões estão ligadas aos fatos, estabelece credibilidade e legitimidade, além de criar um precedente para um processo de decisão confiável” (COVEY, 2017).

O FO Online é basicamente um banco de dados de apoio à decisão. Um banco de dados é um conjunto de dados relacionados, integrados e acessíveis. Cabe ao líder, gerir o legado de dados obtidos, extrair informações e gerar conhecimentos para bem assessorar seus superiores e orientar os subordinados. Para isso deverá usar as suas capacidades intelectuais e a sua experiência para interpretar o que os dados estão indicando.

Transformar dados em informação e consequentemente em conhecimento traz vantagens tangíveis e intangíveis para o exercício da liderança. Os dados obtidos auxiliam a conhecer cada subordinado individualmente, possibilitam entender melhor o clima organizacional, facilitam a tomada de decisões e permitem ao líder investir maior tempo e energia direcionada para corrigir ou validar algum indicador.

## 2.7 O USO DOS DADOS NO MUNDO

Grandes empresas buscam utilizar bancos de dados para quase tudo. As plataformas digitais registram tudo que o usuário faz em determinado aplicativo para colher o máximo de informações e mostrar anúncios cada vez mais persuasivos e direcionados. Órgãos públicos cruzam dados de pessoas para obter maior controle dos serviços oferecidos à população. Hospitais catalogam experiências anteriores, pesquisas, resultados de exames, histórico do paciente e diversas outras informações para oferecerem um tratamento mais adequado e gerenciar corretamente os custos.

O registro de dados e a análise de indicadores também estão no mundo dos esportes. A história contada no filme baseado em fatos reais, chamado Moneyball, mostra como a obtenção e

interpretação de dados pode dar excelentes resultados para o processo de liderança. O filme aborda sobre a liga de baseball americana, por volta dos anos 2000, quando Paul DePodesta revolucionou o esporte ao utilizar um banco de dados, estatísticas e métricas apuradas para auxiliar na tomada de decisões, levando o time a qual trabalhava a atingir bons resultados.

## 3. CONCLUSÃO

Portanto, não é um exagero dizer que um líder qualificado, que quer agir com lealdade e justiça, precisa cercar-se de dados e examiná-los cuidadosamente. Logicamente não é somente isso que o caracterizará como um bom líder, mas certamente será uma ferramenta valiosa para o exercício de seu comando, da sua liderança e da obtenção da confiança de seus subordinados.

### Abstract

*The military leader will be able to establish an environment of greater trust with his subordinates by acting based on well-defined criteria and records of available facts that can support decision-making. The analysis of useful data registered in a database that brings together information on the facts and actions of subordinates, as well as their capabilities and skills, can provide greater transparency, trust and credibility to the decisions made by military leaders before their teams.*

**Keywords:** analysis, data, database, trust, leadership, military.

## 4. REFERÊNCIAS

ESPINOSA, Maria Fernanda. **Mudando o jogo com a análise de dados.** [S. l.], 20 jan. 2017. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/mudando-o-jogo-com-a-analise-de-dados/>. Acesso em: 10 set. 2023.

JOHNSTON, Allison Witherspoon. **Três maneiras de melhorar as decisões de liderança com os dados: O que diferencia um líder que se baseia em dados?** [S. l.], 19 jan. 2023. Disponível em: <https://www.tableau.com/pt-br/blog/3-ways-data-driven-leaders-make-better-decisions>. Acesso em: 10 set. 2023.



JUNIOR, Gen Div R1 Joarez Alves Pereira. **Liderança: Como convencer os liderados a compartilhar da visão do líder.** [S. l.]: Defesanet, 22 jul. 2021. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/41429/lideranca-como-convencer-os-liderados-a-compartilhar-da-visao-do-lider/>. Acesso em: 10 set. 2023.

JUNIOR, Gen Div R1 Joarez Alves Pereira. **Três práticas da liderança militar a serem incorporadas por todos os líderes.** [S. l.]: Defesanet, 8 dez. 2021. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/42951/tres-praticas-da-lideranca-militar-a-serem-incorporadas-por-todos-os-lideres/>. Acesso em: 10 set. 2023.

ROMANO, Jefferson Antanavicius. **A utilização dos bancos de dados para a tomada de decisão.** [S. l.], 9 mar. 2017. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/a-utilizacao-dos-bancos-de-dados-para-a-tomada-de-decisao>. Acesso em: 10 set. 2023.

SCHLESINGER, Ernesto. Moneyball: **Os ensinamentos do filme sobre inteligência e análise de dados.** [S. l.], 28 set. 2021. Disponível em: <https://www.unicorc.com.br/moneyball-os-ensinamentos-do-filme-sobre-inteligencia-e-analise-de-dados/>. Acesso em: 10 set. 2023.



# ELETRÔNICA



# APLICAÇÃO DE ARDUINO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

## Projeto de um rastreador solar de baixo custo para aumento da eficiência energética em placas solares

### Ten Jefferson Adiniz Borges Ferreira

### Sgt Silvanei da Silva Santos

#### RESUMO

As fontes de energias limpas e sustentáveis vem ganhando cada vez mais espaço no cenário nacional e internacional, o Brasil fechou o ano de 2022 entre os 10 primeiros países do mundo em geração fotovoltaica, o país superou 24 GW de capacidade instalada conforme mostrou o relatório da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA). O projeto consiste na criação de um rastreador solar controlado por Arduino, de baixo custo, visando maximizar a eficiência da captação de energia solar ao longo do dia. O sistema utiliza sensores de luz para detectar a posição atual do sol e ajusta automaticamente a orientação de um painel solar para garantir que ele esteja sempre voltado para a fonte de luz.

O Arduino atua como o cérebro do sistema, processando dados dos sensores e controlando os motores responsáveis pelo movimento do painel. Essa solução oferece uma maneira eficiente de aproveitar a energia solar ao longo do dia, aumentando a produção de energia limpa e reduzindo a dependência de fontes de energia tradicionais. É um projeto simples que contribui para a sustentabilidade energética e pode ser adaptado para uso residencial, comercial ou industrial.

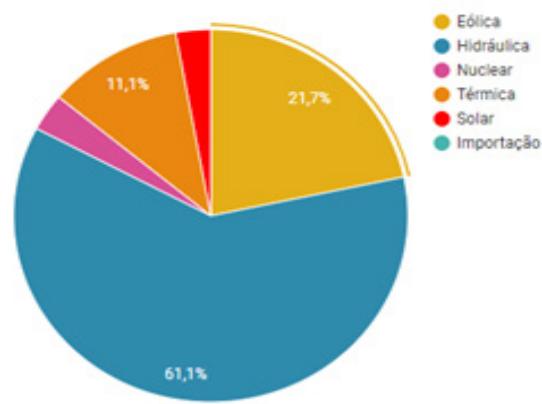
**Palavras-chave:** Seguidor Solar, Arduino, Energia Fotovoltaica, Sustentabilidade.

#### 1. INTRODUÇÃO

Em virtude de seus recursos naturais, o Brasil não teve grandes problemas no seu fornecimento energético, exceto em período esporádicos em decorrência das secas de rios, os quais são responsáveis pela maior porcentagem da produção de energia elétrica do país, resultantes da hidrelétricas. Isso é uma grande vantagem para o país que tem sua maior parte da capacidade energética oriunda de fontes não-poluentes. No entanto, cresce de importância que tal setor estratégico para o país não possua dependência exclusiva de um fonte energética. Nos últimos anos, com a regulamentação da

área de energia fotovoltaica, também houve um crescente aumento da energia solar, embora ainda represente apenas 1,3% da produção total do país, conforme consta na imagem abaixo retirada do site Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Figura 1 - Gráfico de Geração Elétrica ONS



Fonte: imagem retirada do site da ONS(2023)

A era tecnológica tem uma busca incessante pela eficiência dos recursos, corroborando com este entendimento, procura-se neste trabalho com o uso de arduino obter maior eficiência na produção de energia fotovoltaica, por meio de um dispositivo de baixo custo. Dessa forma, dividimos o trabalho numa breve explanação contextualizando o cenário atual da produção de energia elétrica do país, em seguida uma descrição e o desenvolvimento do projeto que visa o aumento da eficiência das placas solares por meio do uso de arduino, por fim uma breve conclusão com a demonstração percentual de quanto isso representa em ganho de produção de energia elétrica.

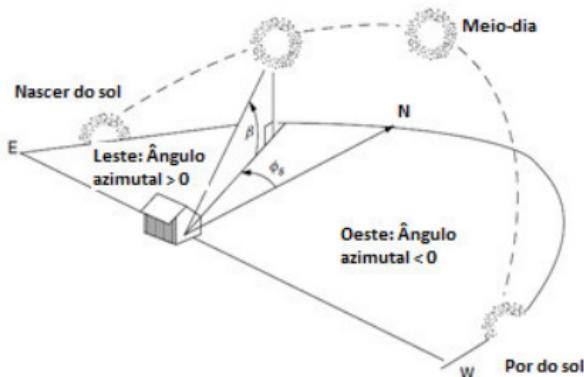
Criado em 2005, na Itália, o arduino é um microcontrolador de prototipagem eletrônica, versátil e com diversas possibilidades de emprego nas mais variadas áreas com uso de componentes eletrônicos, MCROBERTS, 2015. Ele é composto de software livre e hardware e tem finalidade o baixo custo, além disso é baseado em programação C/C++, sendo usados em diversas empresas e setores no mundo. Em consonância com os

assuntos abordados no curso Avançado de Eletrônica, realizado na Escola de Comunicações, o presente trabalho pretende apresentar uma forma de emprego do arduino para o aumento da eficiência da capacidade de geração elétrica por placas solares. Para isso, orienta-se por meio da metodologia de estudo de caso e revisão bibliográfica.

O desenvolvimento de um sistema rastreador necessita de considerações em relação à variação da radiação, que está diretamente relacionada à posição geográfica. Em suma, o princípio básico de um seguidor solar é permitir que o ângulo de incidência dos raios solares sejam sempre perpendiculares ao plano do módulo. Isso permite um melhor aproveitamento da energia solar incidente (J.-S. Ko, 2009) (M. Neves, 2009).

O ponto a ser analisado é a localização do sol durante o dia. Ela pode ser descrita em termos da altitude  $\beta$  e o ângulo azimutal  $\phi_s$ , como apresentado na Figura 2 (M. Neves, 2009). O azimute é o ângulo da projeção do sol com o norte, enquanto a altitude solar é o ângulo que o sol faz com o plano horizontal. Figura abaixo: A posição do sol pode ser descrita pelo ângulo de altitude  $\beta$  e o seu ângulo azimutal  $\phi_s$  (Masters, 2004).

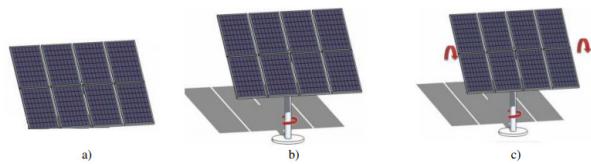
**Figura 2** - A posição do sol descrita pelo ângulo de altitude  $\beta$  e o seu ângulo azimutal  $\phi_s$



Fonte: M. Neves, 2009

Durante a manhã o ângulo do azimute é positivo, quando o sol se encontra no leste, e negativo durante as tardes, quando o sol se encontra no oeste, estes ângulos são importantes para a construção do seguidor solar que se classificam quanto ao número de eixos rotativos, o tipo de estrutura para a sustentação do painel fotovoltaico e o tipo de controle para o seu movimento (Pinto, 2010), na Figura 3 é apresentada as classificações de seguidores solares quanto ao número de eixos rotativos:

**Figura 3** - Classificação de painéis solares quanto ao número de eixos rotativos: a) painel estático – 0 eixos, (b) painel movido unidirecionalmente – 1 eixo, (c) painel movido bidirecionalmente - 2 eixos



Fonte: Pinto, 2010

- Classificação de painéis solares quanto ao número de eixos rotativos: a) painel estático – 0 eixos, (b) painel movido unidirecionalmente – 1 eixo, (c) painel movido bidirecionalmente - 2 eixos (Pinto, 2010).

As diferenças quanto a utilização de cada um dos casos anteriores são dadas pelo tipo de mecânica e controle, custo, precisão e área de terreno ocupada. Essas características são apresentadas na Tabela 1 (Pinto, 2010):

TIPO	MECÂNICA	CUSTO	PRECISÃO	ÁREA
ESTÁTICO	nenhum	Nenhum	Baixa	Baixa
1 EIXO	Simples	Baixo	Média	Baixa

A produção de energia elétrica utilizando painéis fotovoltaicos é possível com a presença da radiação solar, por esta razão se faz necessário saber em qual horário o sol nasce e em qual horário ele se pôe, evitando assim o desperdício de energia na utilização do sistema de controle. Essas situações são dadas por Eq.(3) e Eq.(4), onde  $\delta$  é o ângulo de declinação solar,  $L$  a latitude do local onde o dispositivo está sendo instalado,  $n$  o número do dia no ano,  $HSR$  uma variável auxiliar,  $H_{nascente}$  horário em que o sol nascerá e  $H_{poente}$  horário no qual o sol irá se pôr (Masters, 2004):

$$(1) \delta = 23,45 \cdot \text{sen} \left[ \left( \frac{360}{365} \right) \cdot (N - 81) \right]$$

$$(2) H_{SR} = \cos^{-1} [-\text{tg}(L) \text{tg}(\delta)]$$

$$(3) H_{nascente} = 12 - \frac{H_{SR}}{15}$$

$$(4) H_{poente} = 12 + \frac{H_{SR}}{15}$$

As equações apresentadas a seguir calculam o máximo valor teórico de radiação absorvida pelo painel em cada um dos três casos, são eles: para o painel estático e sustentado por um seguidor solar de 1 eixo e 2 eixos. Esses valores são importantes e são apresentados na interface gráfica, para se ter ideia o quanto de nuvens (SOMBREAMENTO) ou a refletância do local onde está instalado o dispositivo está influenciando na captura de radiação solar em nosso sistema.

**Sistema estático:** Como os sistemas estáticos não acompanham o sol durante o seu movimento diário, em maior parte do tempo eles não captam o máximo da radiação disponível pelo sol, já que para um mesmo nível de radiação o raio solar incidirá em uma área superior neste painel do que em painéis móveis, ou seja, a potência elétrica será menor. A radiação máxima captada para um dia qualquer é dado por Eq.(16) (Masters, 2004):

$$m = \frac{1}{\operatorname{sen}(\beta)}$$

$$A = 1160 + 75 \cdot \operatorname{sen} \left[ \frac{360}{365} \cdot (n - 275) \right]$$

$$k = 0,174 + 0,035 \cdot \operatorname{sen} \left[ \frac{360}{365} \cdot (n - 100) \right]$$

$$I_b = A e^{-km}$$

$$\theta = \cos^{-1} [\cos(\beta) \cos(\phi_s - \phi_c) \operatorname{sen}(e) + \operatorname{sen}(\beta) \cos(e)]$$

$$I_{bc} = I_b \cos(\theta)$$

$$C = 0,095 + 0,04 \operatorname{sen} \left[ \frac{360}{365} \cdot (n - 100) \right]$$

$$I_{dh} = CI_b$$

$$I_{bh} = I_b \operatorname{sen}(\theta)$$

$$I_{dc} = I_{dh} \left[ \frac{1 + \cos(e)}{2} \right]$$

$$I_{rc} = \rho I_{bh}$$

$$I_c = I_{bc} + I_{dc} + I_{rc}$$

Onde m é a relação de massa de ar, A a insolação extraterrestre aparente, k a profundidade óptica da atmosfera, Ib a insolação incidente sobre a superfície extraterrestre,  $\beta$  o ângulo de altitude solar,  $\theta$  o ângulo de incidência,  $\phi_s$  o ângulo azimutal solar,  $\phi_c$  o ângulo azimutal do coletor, e o ângulo de inclinação do coletor, Ibc a insolação incidente diretamente sobre o coletor, C o fator de difusão do céu, Idh a componente difusa de insolação sobre uma superfície horizontal, Ibh a componente direta incidente sobre uma superfície horizontal,

Idc a insolação refletida pelo solo,  $\rho$  a refletância do solo, Irc a insolação difusa na atmosfera e Ic a radiação absorvida pelo painel fotovoltaico

**Sistema sustentado por um seguidor solar movido em 1 eixo:** Para os sistemas movidos em um eixo, como o desenvolvido neste trabalho, as equações são simplificadas e a radiação absorvida pelo painel fotovoltaico é dada pela Eq. (20) (Masters, 2004):

$$I_{bc} = I_b \cos(\delta)$$

$$I_{dc} = CI_b \left[ \frac{1 + \cos(90 - \beta + \delta)}{2} \right]$$

$$I_{rc} = \rho \cdot (I_{bh} + I_{dh}) \cdot \left[ \frac{1 + \cos(90 - \beta + \delta)}{2} \right]$$

$$I_c = I_{bc} + I_{dc} + I_{rc}$$

**Sistema sustentado por um seguidor solar movido em 2 eixos:** As equações para os painéis fotovoltaicos movidos nos dois eixos também são simplificadas, tal situação não foi utilizada na prática, mas esses resultados teóricos são apresentados na interface para efeito de comparação. A radiação máxima teórica absorvida por painéis movidos nos dois sentidos é dada por Eq. (24) (Masters, 2004):

$$I_{bc} = I_b$$

$$I_{dc} = CI_b \left[ \frac{1 + \cos(90 - \beta)}{2} \right]$$

$$I_{rc} = \rho \cdot (I_{bh} + I_{dh}) \cdot \left[ \frac{1 + \cos(90 - \beta)}{2} \right]$$

$$I_c = I_{bc} + I_{dc} + I_{rc}$$

Cálculo para estimativa de painéis solares. Este levantamento tem como objetivo encontrar a quantidade de placas a serem instaladas para o cliente de acordo com sua necessidade, para isso utilizamos o seguinte cálculo: *Energia Geração = Potência Total dos Painéis x Tempo de Exposição*. Porém devido a perda nos painéis e cabos é necessário adicionar uma variável de rendimento para minimizar os erros, sendo assim nossa equação passa a ser da seguinte forma: *Potência Total dos Painéis = Energia de Geração x Tempo de Exposição x N rendimento*. Para o levantamento da demanda energética anual da placa é necessário reunir algumas informações referente ao consumo diário do proprietário, como por exemplo, analisar o histórico de consumo dos últimos 12 meses e ver qual tipo de ligação possui,



de acordo com a concessionária, o tipo de ligação influência no pagamento mínimo da fatura na conta de luz. Calcular o rendimento é preciso levar em conta algumas perdas sofridas durante o processo de captação e transformação da energia, com isso os dados de perdas são calculados da seguinte forma: Perda por Temperatura (aquecimento): (7,0% a 18%) = (100% - 11.5%) = (0,885) Incompatibilidade elétrica: (1% a 2%) = (100% - 1,5%) = (0,985) Acúmulo de sujeira: (1% a 8%) = (100% - 2%) = (0,980) Cabos CC = (0,5% a 1%) = (100% - 1%) = (0,990) Cabos CA = (0,5% a 1%) = (100% - 1%) = (0,990) Inversor = (2,5% a 5%) = (100% - 4%) = (0,960). Assim é realizado o cálculo da quantidade de painéis conforme a potência desejada, painéis residenciais normalmente utilizam placas de 250W a 280W, no qual temos uma equação para definir quantos painéis utilizar. *Quantidade de painéis - Potência total do painel / Potência da placa solar.*

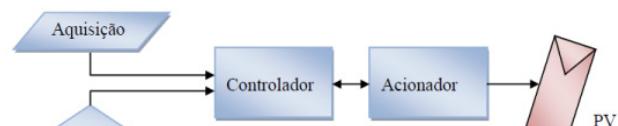
## 2. DESENVOLVIMENTO

Existem formas diferentes de se obter o controle de seguimento. O controle pode ser realizado em malha aberta, ou seja, através de algoritmos que efetuam o cálculo da posição do sol, em malha fechada, com o uso de sensores ou ainda de forma mista, como o nome já diz, efetua a interação entre sensores e o algoritmo (CORTEZ, 2012). Em uma configuração mais completa, um sistema de seguimento pode ser composto por:

- Aquisição: Responsável por fornecer os dados de latitude, longitude e por disponibilizar dados relativos à posição do Sol. A hora solar é bastante utilizado para a inicialização da orientação do painel fotovoltaico;
- Sensores: Responsável por detectar a posição do sol durante o dia, sem a necessidade das coordenadas solares e a hora solar, podendo ser fotosensores de tipos como: LDR (do inglês Light Dependent Resistor), também denominado de fotoresistor ou resistor dependente de luz; fototransistor; fotodíodo; entre outros;
- Controlador: Circuito elétrico com ou sem a presença de microcontroladores, onde são processados os sinais emitidos dos sensores de acordo com a lógica de controle ou programação (quando se faz uso de microcontroladores) e de onde saem os sinais de comando para os atuadores;
- Acionador: Sua função é realizar a movimentação do sistema a partir dos sinais vindos do controlador, sendo geralmente utilizados motores de corrente contínua.

A imagem abaixo ilustra a composição de um sistema de rastreio solar a partir de um diagrama.

Figura 4 - Diagrama de controle do funcionamento do seguidor solar.

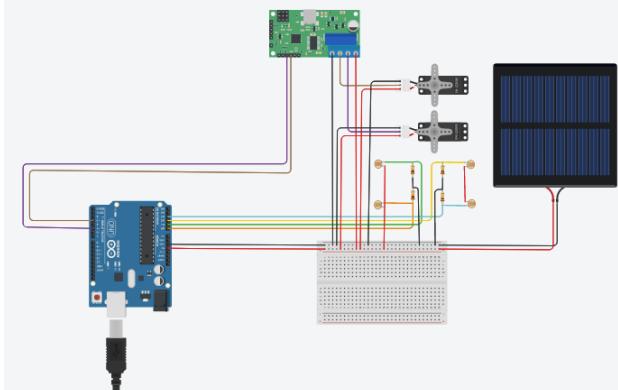


Fonte: Próprio autor (2023)

O microcontrolador usado neste projeto foi o Arduino UNO, além de ser baixo-custo é fácil de encontrar no mercado. Nele temos a ligação de 4 LDR's, instalados nos cantos das extremidades de superfície, que são responsáveis por orientar a movimentação do servo-motor, conforme atingidos pela luz solar.

O projeto elétrico com o esquemático de ligação foi desenvolvido, primeiramente, no Tinkercad. Uma plataforma gratuita disponível na internet que possui ferramentas diversas para a criação de circuitos elétricos, conforme consta na imagem.

Figura 5 - Esquemático do circuito eletrônico do seguidor



Fonte: Próprio autor, elaborado no Tinkercad (2023)

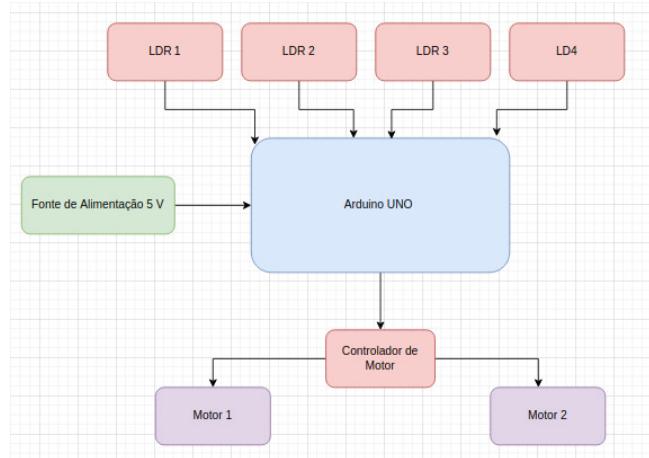
Material utilizado:

- 1 Placa Uno SMD + Cabo USB para Arduino;
- 1 Mini Painel Solar Fotovoltaico 12V 125mA;
- 1 Estrutura em MDF para Rastreador Solar;
- 2 Micro Servo Motor 9g SG90 180°;
- 1 Extensor de Portas com Jack P4;
- 4 LDR Sensor de Luminosidade 5mm;
- 4 Resistores de 10 k;
- 5 Parafuso Philips M3 x 10mm Metálico;
- 6 Jumper Premium para Protoboard Macho-Fêmea 20 cm;

- 2 Jumper Premium para Protoboard Macho-Macho 20 cm;
- 4 Jumper Premium para Protoboard Macho-Macho 30 cm;
- 2 Jumper Premium para Protoboard Fêmea-Fêmea 30 cm;
- 1 Fonte de Alimentação Chaveada 5VDC 1A.

A descrição do fluxograma de funcionamento e seus respectivos componentes com suas aplicações no sistema está detalhado a seguir conforme imagem abaixo:

Figura 6 - Fluxograma de funcionamento do seguidor solar.



Fonte: Próprio autor (2023)

**Sensores LDR (Light Dependent Resistor):** são responsáveis por detectar a intensidade da luz incidente em diferentes direções. Cada sensor LDR mede a quantidade de luz que atinge sua superfície. À medida que a luz solar incide sobre eles, a resistência dos sensores varia. Quanto mais luz, menor a resistência e vice-versa.

**Resistências:** As resistências são usadas em conjunto com os sensores LDR para formar um divisor de tensão, permitindo que o Arduino leia a variação de resistência dos sensores e, assim, a intensidade da luz incidente. As resistências são conectadas em série com os sensores LDR e, dependendo da quantidade de luz que atinge os sensores, a resistência total do circuito varia. Isso resulta em uma voltagem diferente na junção entre o sensor e a resistência, que o Arduino pode ler para determinar a intensidade da luz.

**Arduino:** é o cérebro do sistema, responsável por coletar informações dos sensores LDR, calcular a direção do sol com base nessas informações e controlar os servo motores para ajustar a posição da placa solar. O Arduino lê a voltagem nas junções entre os sensores LDR e as resistências, compa-

rando as leituras dos sensores para determinar em que direção o sol está mais forte. Com base nessa informação, ele aciona os servo motores para ajustar a posição da placa solar, garantindo que ela siga o sol ao longo do dia.

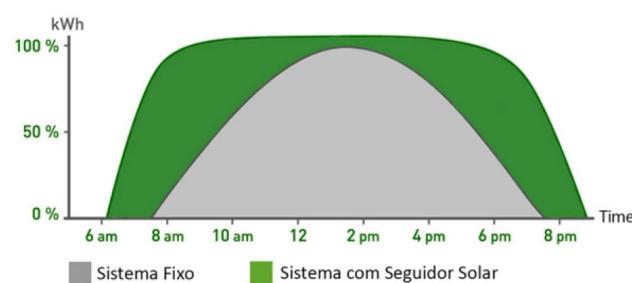
**Servo Motores:** Os servo motores são responsáveis por mover a placa solar em direção ao sol, garantindo que ela esteja sempre alinhada com a luz solar direta. O Arduino controla os servo motores com base nas informações dos sensores LDR. Se um sensor detectar que mais luz está chegando de uma direção específica, o Arduino aciona os servo motores para mover a placa solar naquela direção, mantendo-a alinhada com o sol.

O sistema opera continuamente, ajustando a posição da placa solar para seguir a trajetória do sol ao longo do dia, maximizando assim a captação de energia solar e aumentando a eficiência da placa solar como geradora de energia elétrica.

**Placa Solar (ou painel solar):** A placa solar é a parte do sistema que converte a energia solar em energia elétrica. Quanto mais diretamente ela estiver exposta à luz do sol, maior será a eficiência na geração de energia. A placa solar é montada em um suporte que permite que ela seja ajustada em diferentes ângulos horizontal e verticalmente para seguir a trajetória do sol durante o dia.

Resultado Simulado em Valldorex green power abaixo:

Figura 7 - Comparação entre a energia gerada por um sistema fixo e outro com seguidor solar



O código desenvolvido e utilizado para programar o Arduino encontra-se no Apêndice deste artigo, foi desenvolvido em Linguagem C++ é um programa para controlar dois servomotores, um na horizontal e outro na vertical, com base na leitura de quatro sensores de luz (LDRs) posicionados em cantos opostos de uma superfície. O objetivo é que

O objetivo é que os servomotores movam uma placa solar montada neles para seguir a fonte de luz mais brilhante. A explicação passo a passo do código:

Inclui a biblioteca Servo para permitir o uso de servomotores no Arduino.

Inicializa duas instâncias de servomotores: Horizontal e Vertical.

Define valores fixos para a posição inicial dos servos: ServoHorizontal = 90 e ServoVertical = 90.

Define os limites de rotação para os servos horizontal e vertical (LimiteServoHorizontalMax, LimiteServoHorizontalMin, LimiteServoVerticalMax e LimiteServoVerticalMin).

Inicializa quatro pinos analógicos para os sensores de luz LDR: LDRDC, LDRDB, LDREC e LDREB.

No método setup(), faz o seguinte:

Anexa os servos aos pinos 3 e 5 do Arduino (D3 e D5).

Define a posição inicial dos servos Horizontal e Vertical para 180 e 45, respectivamente, e aguarda 3 segundos.

O método loop() é executado continuamente: Lê os valores analógicos dos quatro sensores de luz (LDC, LEC, LDB e LEB).

Calcula médias e diferenças entre esses valores para determinar a direção da fonte de luz mais brilhante.

Com base nas leituras dos sensores, o código ajusta as posições dos servos para seguir a fonte de luz: Se a diferença entre os valores dos sensores superior e inferior (DifSupInf) for maior que um limite de tolerância (tol), ajusta a posição do servo Vertical para seguir a fonte de luz;

Se a diferença entre os valores dos sensores direita e esquerda (DifDirEsq) for maior que um limite de tolerância (tol), ajusta a posição do servo Horizontal para seguir a fonte de luz;

Os limites de rotação são verificados para garantir que os servos não ultrapassem suas posições máximas ou mínimas; e

Há um atraso de 100 milissegundos entre cada iteração do loop para evitar movimentos excessivamente rápidos dos servos.

Em resumo, este código permite que um sistema de rastreamento de luz com dois servomotores ajuste a posição de uma placa solar montado nos servos para seguir uma fonte de luz brilhante detectada pelos sensores LDR. Os limites de rotação dos servos garantem que eles não se movam para além de posições seguras.

### 3. CONCLUSÃO

Em síntese, este projeto de rastreador solar Arduino apresenta uma das muitas formas em direção à otimização da captação de energia solar. Ao longo do desenvolvimento, o objetivo principal de apresentar um projeto com versatilidade, eficácia e baixo custo de um seguidor solar foi alcançado, tendo o Arduino como centro de controle, permitindo uma adaptação precisa às mudanças na posição solar. Essa flexibilidade não apenas aumenta a eficiência da geração de energia solar, mas também demonstra o potencial para redução de custos e a dependência de fontes de energia não renovável.

Com possíveis aplicações em residências, indústrias e sistemas autossuficientes, esse projeto desempenha um papel na promoção de fontes de energia limpa e sustentável, ilustrando como a tecnologia pode impulsionar a preservação ambiental, contribuindo para um futuro mais ecológico e energeticamente eficiente. Além disso, prima, principalmente, na Eficiência, em um dos princípios que norteiam a administração pública, conforme consta na Constituição Federal de 1988.



## Abstract

Clean and sustainable energy sources are gaining more space on the national and international scene, Brazil closed the year 2022 among the top 10 countries in the world in photovoltaic generation, the country surpassed 24 GW of installed capacity as shown in the report from International Renewable Energy Agency (IRENA).

The project consists of creating a low-cost Arduino-controlled solar tracker, aiming to maximize the efficiency of capturing solar energy throughout the day. The system uses light sensors to detect the current position of the sun and automatically adjusts the orientation of a solar panel to ensure it is always facing the light source.

The Arduino acts as the brain of the system, processing data from the sensors and controlling the motors responsible for the panel's movement. This solution offers an efficient way to harness solar energy throughout the day, increasing clean energy production and reducing dependence on traditional energy sources. It is a simple project that contributes to energy sustainability and can be adapted for residential, commercial or industrial use.

**Keywords:** Solar Tracker, Arduino, Photovoltaic Energy, Sustainability.

## 4. REFERÊNCIAS

CAMPOS, E., 2013. **Construção de um caracterizador de painéis solares utilizando um conversor boost.** Viçosa-MG: s.n.

EPIA, E. P. I. A., 2013. **Global Market Outlook For Photovoltaics**, s.l.: s.n.

H. DONG, W. Z.-C. S. H. X. G.-L. e. L. F.-P., 2009. **Research and design on a robust sun-tracker**, s.l.: International Conference on Sustainable Power.

HURLEY, S. A. e. W., 2005. **Investigating the Effectiveness of Maximum Power Point Tracking for a Solar System**, s.l.: Power Electronics Specialists.

J.-S. Ko, J.-S. C. ,. S.-J. K. ,. M.-G. J. ,. J.-W. B. ,. D.-K. K. e. D.-H. C., 2009. **A novel tracking system development of photovoltaic for low radiation**, s.l.: Telecommunications Energy Conference.

LEHMAN, D. N. e. B., 2008. **A Reconfigurable Solar Photovoltaic Array Under Shadow Conditions**, s.l.: Applied Power Electronics Conference and Exposition.

MICROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2 ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda, ©2015. 506 p.

M. Neves, C. C. R. e. F. M. E., 2009. **Módulo fotovoltaico com seguimento da posição solar**, s.l.: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.

Masters, G. M., 2004. **Renewable and Efficient Electric Power Systems**, s.l.: John Wiley & Sons.

PINTO, A. M. M. e. Z. R., 2010. **Descrição de seguidores solares e sua aplicação em centrais fotovoltaicas conectadas à rede**, Belém-PA: III Congresso Brasileiro de Energia Solar.

PORTAL ENERGIA. **Construir Seguidor Solar Caseiro com Servo Motor Controlado por Arduino**. Disponível em: <<https://www.portal-energia.com/construir-seguidor-solar-caseiro-servo-motor-controlado-arduino/>>. Acesso em: 30 de Agosto.

CORTEZ, Ramiro José Monteiro. **Sistema de Seguimento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica**. Portugal, 2012. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia do Porto – FEUP.

LIMA, Daniel Silva. **Análise comparativa entre um sistema solar fotovoltaico fixo e um móvel**. Brasil, 2016. Monografia de Graduação. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

MASTERS, Gilbert M. **Renewable and efficient electric power systems**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

RIBEIRO, Sandro Carneiro; PRADO, Pedro Paulo Leite do; GONÇALVES, João Bosco. **Projeto e Desenvolvimento de um Rastreador Solar para Painéis Fotovoltaicos**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 11., 2012, Rio de Janeiro. Artigo. Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2012. v. 1, p. 1 - 10.



SHAYANI, R. A. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica**, Publicação PPGENE.DM-265/06, v Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006, p.58.

VIEIRA, R. G. **Análise comparativa do desempenho entre um painel solar estático e com rastreamento no município de Mossoró-RN**. 2014. 88f. Dissertação (Pós-Graduação em Sistemas de Comunicação e Automação) - Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, Mossoró-RN.

**REPOSITÓRIO ANIMA EDUCAÇÃO. Eficiência Energética em Placas Solares com Uso de Bases Automatizadas.** Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/17745/1/Efici%C3%A3ncia%20energ%C3%A9tica%20em%20placas%20solares%20com%20uso%20de%20bases%20automatizadas.pdf>>|. Acesso em: 30 de Agosto.

**USINA INFO. Rastreador Solar com Arduino: Um Seguidor Solar Através de LDR.** Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/blog/rastreador-solar-com-arduino-um-seguidor-solar-atraves-de-ldr/>>|. Acesso em: 30 de Agosto.

**ONS. Energia Agora: Carga e Geração.** <https://www.ons.org.br/paginas/energia-agora/carga-e-geracao>. Acessado em: 11 de setembro de 2023.

**CÂMARA DOS DEPUTADOS. Legislação informatizada.** <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acessado em: 8 de setembro de 2023.

## 5. APÊNDICE

Código do Seguidor Solar utilizado comentado  
#include <Servo.h> // Inclui a Biblioteca

Servo Horizontal;// Inicia o Servo da Horizontal  
Servo Vertical;// Inicia o Servo da Vertical

```
int ServoHorizontal = 90;// Estabelece valor fixo à ServoHorizontal  
int ServoVertical = 90;// Estabelece valor fixo à ServoVertical
```

```
int LimiteServoHorizontalMax = 180;// Estabelece os limites de rotação
```

```
int LimiteServoHorizontalMin = 65;// Estabelece os limites de rotação
```

```
int LimiteServoVerticalMax = 120;// Estabelece os limites de rotação  
int LimiteServoVerticalMin = 15;// Estabelece os limites de rotação
```

```
int LDRDC = A0;// Inicia LDRDC no pino A0  
int LDRDB = A1;// Inicia LDRDB no pino A1  
int LDREC = A2;// Inicia LDREC no pino A2  
int LDREB = A3;// Inicia LDREB no pino A3
```

```
void setup() {  
    Horizontal.attach(3);// Inicia servo Horizontal na porta D3  
    Vertical.attach(5); // Inicia servo Vertical na porta D5
```

```
    Horizontal.write(180);// Inicia servo Horizontal na posição 180
```

```
    Vertical.write(45);// Inicia servo Horizontal na posição 45  
    delay(3000); // Aguarda 3 segundos  
}
```

```
void loop() {  
    int LDC = analogRead(LDRDC);// Leitura Analógica do LDR Direita Cima  
    int LEC = analogRead(LDREC);// Leitura Analógica do LDR Esquerda Cima  
    int LDB = analogRead(LDRDB);// Leitura Analógica do LDR Direita Baixo  
    int LEB = analogRead(LDREB);// Leitura Analógica do LDR Esquerda Baixo
```

```
    int tol = 50;
```

```
    int ValorSup = (LDC + LEC) / 2;// Média da leitura dos LDR superior
```

```
    int ValorInf = (LDB + LEB) / 2;// Média da leitura dos LDR inferior
```

```
    int ValorDir = (LDC + LDB) / 2;// Média da leitura dos LDR da direita
```

```
    int ValorEsq = (LEC + LEB) / 2;// Média da leitura dos LDR da esquerda
```

```
    int DifSupInf = ValorSup - ValorInf; // Diferença entre LED superior e inferior
```

```
    int DifDirEsq = ValorDir - ValorEsq; // Diferença entre LED direita e esquerda
```



```

/*-----*/
// Realiza a leitura e executa os movimentos referente ao Servo Vertical
if (-1 * tol > DifSupInf || DifSupInf > tol) {
    if (ValorSup > ValorInf) {
        ServoVertical = ++ServoVertical;
        if (ServoVertical > LimiteServoVerticalMax) {
            ServoVertical = LimiteServoVerticalMax;
        }
    }
    else if (ValorSup < ValorInf) {
        ServoVertical = --ServoVertical;
        if (ServoVertical < LimiteServoVerticalMin) {
            ServoVertical = LimiteServoVerticalMin;
        }
    }
    Vertical.write(ServoVertical);
}

// Realiza a leitura e executa os movimentos referente ao Servo Horizontal
if (-1 * tol > DifDirEsq || DifDirEsq > tol) {
    if (ValorDir > ValorEsq) {
        ServoHorizontal = --ServoHorizontal;
        if (ServoHorizontal < LimiteServoHorizontalMin) {
            ServoHorizontal = LimiteServoHorizontalMin;
        }
    }
    else if (ValorDir < ValorEsq) {
        ServoHorizontal = ++ServoHorizontal;
        if (ServoHorizontal > LimiteServoHorizontalMax) {
            ServoHorizontal = LimiteServoHorizontalMax;
        }
    }
    else if (ValorDir = ValorEsq) {
    }
    Horizontal.write(ServoHorizontal);
}

delay(100); // Aguarda 0,1 segundo
}

```



# A INFLUÊNCIA DO ATERRAMENTO DO EQUIPAMENTO HARRIS MPR-9600-MP FALCON II NA QUALIDADE DO SINAL

*Ten Matheus Henrique Barreto dos Santos*

*Ten BM Pedro Augusto Warlet Reis Brito*

## RESUMO

O aterramento de sistemas de radiocomunicação é uma prática já estabelecida para preservação dos componentes eletrônicos frente a transitórios eletromagnéticos nocivos. No entanto, pouco se sabe acerca da influência do aterramento sobre a qualidade dos sinais transmitidos pelo sistema de rádio dada a ausência de bibliografia que verse sobre o assunto. De forma a se pesquisar sobre a influência do aterramento em um sistema de rádio muito utilizado pelo Exército brasileiro, o MPR-9600-MP, foi proposto testar o equipamento em campo, sendo uma vez com aterramento e outra sem, em duas faixas de frequência de interesse e com três potências distintas. Para a análise foi utilizado analisador de espectro fornecido pelo 1º BGE. Após devidas etapas procedimentais, foram coletados dados que mostraram atenuação do ruído do equipamento MPR-9600-MP e uma melhora da Relação Sinal-Ruído. Concluiu-se desta forma que o aterramento influencia positivamente na melhoria da qualidade do sinal.

**Palavras-chave:** Analisador de Espectro. Aterramento Elétrico. MPR-9600-MP. Qualidade do Sinal. Relação Sinal-ruído.

## 1. INTRODUÇÃO

O aterramento elétrico de radiotransmissores é um aspecto crítico nos sistemas de comunicações, por desempenhar um papel vital na garantia de eficiência e segurança. Essa ligação elétrica, mantém um desempenho de sinal estável e protege o sistema de antena e equipamentos conectados contra surtos elétricos, externos e internos. (MORENO, 1999)

Além da segurança e proteção, o aterramento também desempenha um papel na redução da interferência eletromagnética (EMI) (SANCHES, 2003), causada por ruídos elétricos em componentes internos, que podem degradar a qualidade do sinal.

Muitos autores compactuam com a necessidade do aterramento como prática fundamental

para garantir da segurança energética de um conjunto elétrico. No entanto, pouco se fala da correlação da produção de ruído elétrico e sua influência na transmissão de radiofrequência (RF).

Apesar da extensa literatura disponível, as diferentes funções do aterramento são ainda frutos de discussões atuais em todas as aplicações que a necessitam (BATISTA, 2020), devido a diferentes visões que profissionais de áreas distintas possuem sobre o assunto. (TELLÓ, 2007)

Em situações não favoráveis às comunicações, por exemplo, a melhoria do sinal causada pelo aterramento, segundo Cassiolato (2013), pode ser um fator decisivo para o enlace rádio, ao impedir a emissão do ruído junto ao sinal modulador, o que se faz refletir na relevância dessa técnica para a transmissão.

No âmbito militar, a depender do teatro de operações, nem sempre o operador de equipamento de RF possuirá ferramentas e/ou tempo para a montagem de um sistema de comunicação obedecendo a todos os preceitos de instalações elétricas. Ademais, a falta de conhecimento técnico e de bibliografia específica sobre o tema também podem levar a um ciclo vicioso de práticas equivocadas de instalações elétricas.

Para tanto, este estudo visa testificar a hipótese de que um sistema de radiocomunicação corretamente aterrado é mais otimizado em relação a um sistema sem aterramento, considerando observar a sua real compensação, frente a um sistema sem essa prática.

Através da experimentação, este trabalho tem por objetivo apresentar a influência do aterramento no transceptor HARRIS MPR-9600-MP FALCON II, amplamente utilizado nas operações militares do Exército Brasileiro (EB), em situações de enlaces com antena vertical. Para cumpri-lo, foram designadas as seguintes metas fundamentais:

a) Analisar e comparar o sinal de transmissão (Tx) em um analisador de espectro, emitido por um transmissor aterrado e não-aterrado;



b) Utilizar as diferentes potências e frequências de Tx do equipamento como variáveis nos testes.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 TIPIFICAÇÃO E FASES DO ESTUDO

Para atingir as metas propostas, o estudo utilizou a metodologia pesquisa-ação. Segundo Tripp (2005), pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.

Com base na metodologia escolhida, o artigo foi dividido em duas fases: a pesquisa bibliográfica, seguido da experimentação.

Na primeira fase, o estudo de bibliografias buscou encontrar literaturas que retratassem a respeito do aterramento, seus benefícios, especialmente aqueles relacionados à melhoria da qualidade do sinal em uma transmissão, com o objetivo de enriquecer o trabalho ou na falta de documentos, fazê-lo ganhar ainda mais relevância.

Na segunda fase, a ação prática envolveu a realização de experimentos por meio de medições em campo para quantificar o impacto do uso de aterramento no desempenho da transmissão.

A escolha do transceptor MPR-9600-MP para o teste, justifica-se por ter acessórios de aterramento próprio e adaptados ao conjunto rádio. Assim evita-se a necessidade de realizar adaptações que não fossem condizentes com o uso real do equipamento.

Além disso, o dispositivo é de fácil disponibilidade nas organizações militares do EB, previsto para enlaces de longas distâncias no emprego de Unidades e Subunidades segundo a Nota Doutrinária nº 04/2021 do Comando de Operações Terrestres (BRASIL, 2021). Pelo uso histórico do equipamento e questões logísticas, é ainda mais frequente que sua versão atual RF 7800-H-MP.

FIGURA 1 – Transceptor HARRIS MPR-9600-MP FALCON II



Fonte: Harris, 2012.

De forma a mitigar outras variáveis nas experimentações, os testes foram feitos em local, distância e horários iguais. As potências e frequências de Tx foram as variáveis consideradas nos sistemas com e sem aterramento para a interpretação dos dados.

As potências foram variadas em cada teste, de 1 W, 5 W e 20 W. Essas potências são as disponíveis no equipamento, de acordo com o manual de operação do rádio. (HARRIS, 2012). Já as frequências escolhidas, além de estarem contidas dentro da faixa de operação de 1,6 MHz a 29,99 MHz, foram determinadas segundo as frequências disponíveis para uso do EB, pela Resolução nº 646 da ANATEL. (ANATEL, 2014). Das frequências mínima e máxima de operação do rádio disponíveis pela resolução foram as frequências de 2,218 MHz e 22,877 MHz, com larguras de banda de 12,0 kHz.

### 2.2 PREPARAÇÃO PARA OS TESTES

Para a realização do experimento, foi montado um conjunto rádio MPR-9600-MP com antena monopolo vertical e um analisador de espectro para realizar a leitura da emissão rádio do transceptor nas potências e frequências determinadas, em um sistema aterrado e não aterrado.

O equipamento rádio foi configurado para modulação Upper Side Band (USB), modulação em amplitude que utiliza o lado superior do espectro de frequência do sinal, com largura de banda de 3 kHz. As demais configurações estão apresentadas a seguir:

QUADRO 1 – Padrões de configuração do rádio MPR-9600-MP

Configuração	Opção	Observação
Mode	FIX	Frequência Fixa
Compression	ON	Melhoria de qualidade do sinal.
Voz Criptografada	CW	-
Chave	PT	Transmissão em Claro
SQUELCH	OFF	-
AGC	MEDIUM	-

Fonte: o autor.

Destarte, foi solicitado apoio ao 1º Batalhão de Guerra Eletrônica (1º B GE), em Brasília-DF, para a disponibilização de dispositivo e pessoal capacitado para a leitura do espectro na faixa de emissão proposta e apresentar os valores de potência emitida e de ruído de canal.

### 2.3 BANCADA DE TESTES

De posse de todos os equipamentos necessários, foi montada uma bancada de teste, no dia 10 de outubro de 2023, composta pelo analisador de espectro (nome do equipamento e imagem omitidos por razões de segurança, de acordo com as normas de confidencialidade aplicáveis a este estudo científico), com antena de ganho zero do dispositivo, conectado a um notebook, rodando seu software de controle e, afastado 5 metros, o rádio MPR-9600-MP assentado no solo, inicialmente sem aterramento.

FIGURA 2 – Bancada de Teste



Fonte: o autor.

Para a avaliação do nível do sinal, utilizou-se o áudio, disponível na Plataforma Spotify, de ruído branco (HUGHES, 2022) na transmissão do rádio. A escolha do áudio se deu pelo fato do ruído branco possuir intensidade e densidade espectral constantes, em consequência facilitando a visualização do sinal modulado no analisador de espectro, haja vista ocupar todo o espectro de frequência.

Após a análise dos primeiros resultados, optou-se pela realização de um novo teste, no dia 18 de outubro de 2023, com as mesmas configurações, porém com a mudança da antena do analisador para a Antena *Cross-loop*, por ser mais sensível à faixa HF, sendo devidamente aterrada.

FIGURA 3 – Antena Cross-Loop



Fonte: o autor.

Além da antena, foi realizada a troca da transmissão do ruído branco por um sinal contínuo de telegrafia de 1 kHz, através da ferramenta de geração de tom disponível online (ONLINE TONE GENERATOR, 2022), de forma que a modulação USB produzisse apenas um pico de amplitude na frequência desejada, ao contrário do ruído branco, o qual se distribui ao longo de todo o espectro de frequência.

FIGURA 4 – Configurações do Online Tone Generator para um tom de 1 kHz

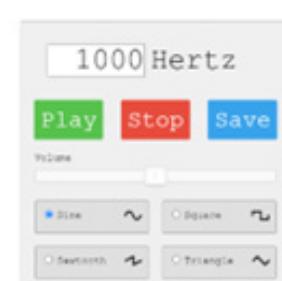
#### Online Tone Generator

Free, Simple and Easy to Use.

Simply enter your desired frequency and press play. You will hear a pure tone sine wave sampled at a rate of 44.1kHz. The tone will continue until the stop button is pushed.

The tone generator can play four different waveforms: Sine, Square, Sawtooth and Triangle. Click on the buttons to select which waveform you would like to generate.

Please always make sure headphones/speakers are set to a low volume to avoid damage to hearing or equipment.



Fonte: ONLINE TONE GENERATOR, 2022.

A alteração foi realizada visando analisar com maior precisão o nível do sinal pelo equipamento.

## 2.4 ETAPAS DO EXPERIMENTO

A unidade de medida do analisador de espectro para avaliação do sinal de RF é o decibel microvolt (dB $\mu$ V), que expressa a relação entre o sinal e uma referência de 1 microvolt. Essa unidade de medida foi a forma escolhida para analisar a influência do sinal da transmissão de um transceptor com e sem aterramento.

As etapas do experimento, que inclui os dois testes citados anteriormente, foram as seguintes:

a) Medição do nível de ruído estático (ruído do ambiente), com o analisador de espectro em dB $\mu$ V, para a faixa de frequência de 2,218 MHz;

b) Configuração do rádio sem aterramento, para a emissão do sinal (ruído branco ou tom de 1 kHz), na frequência de 2,218 MHz, variando as potências de Tx 1 W, 5 W e 20 W;

c) Ativação do áudio de ruído branco (Teste 1) ou de sinal de telegrafia (Teste 2) próximo ao bocal do microfone do rádio e acionamento do PTT, realizando a transmissão;

d) Leitura do nível do sinal irradiado em dB $\mu$ V no analisador de espectro para as potências de Tx de 1 W, 5 W e 20 W;

e) Avaliação da relação entre as leituras capturadas de Tx com o nível de ruído estático na frequência de 2,218 MHz, subtraindo o valor do ruído do canal, da leitura capturada de cada Tx;

f) Configuração do rádio com aterramento, para a emissão do sinal (ruído branco ou tom de 1 kHz), na frequência de 2,218 MHz, variando as potências de Tx 1 W, 5 W e 20 W;

g) Realizar as etapas das alíneas “c” até “e”;

h) Avaliação dos resultados, para comparação entre os valores dos sistemas com e sem aterramento;

i) Realizar todas as etapas anteriores, na frequência de 22,877 MHz.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

De acordo com as pesquisas realizadas na primeira fase, a literatura foca, predominantemente, na técnica de aterramento, com base em conhecimentos extraídos das boas práticas, que proporcionam segurança pessoal e de edificações, proteção contra descargas atmosféricas, controle de sobre tensões, controle do valor da corrente de

curto-círcuito fase-terra e controle da formação de arcos elétricos (PAULINO et al., 2016).

Os livros abordam inúmeros métodos de aterramento, que também são utilizados em equipamentos eletrônicos de radiocomunicação para a proteção do dispositivo. Contudo, nenhuma referência literária foi encontrada versando sobre o quanto o aterramento influencia em termos de eficiência do equipamento de rádio em sua transmissão.

Sabe-se que o aterramento de fato é utilizado como parte integrante de sistema de blindagem eletromagnética de diversos dispositivos, como mostrado em normas internacionais segundo a norma MIL-HDBK-2036 (NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND, 1999), utilizada inclusive pela Marinha do Brasil nas especificações técnicas de sistemas navais. A norma versa sobre o aterramento de sistemas com antenas, especificando que deverá ser realizado o aterramento de forma adequada, porém não cita o motivo, nem as consequências da sua realização ou não.

A importância do aterramento, segundo Sanches (2003), é destacada por sua capacidade de prevenir choques elétricos, reduzir EMI e estabilizar níveis de tensão. Partindo-se da premissa de há a redução de interferências, o experimento tratado neste estudo ganha relevância para a aferição da influência do aterramento pela SNR da transmissão pretendida.

### 3.2 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para melhor visualização e compreensão dos resultados, as capturas de tela do software de analisador de espectro alusivos aos níveis do ruído dos canais e das amplitudes de sinal das transmissões no rádio MPR-9600-MP encontram-se nos Anexos A e B deste artigo. O Anexo A compõe as capturas de tela do Teste 1 (antena de ganho 0 dBi e áudio do ruído branco), enquanto o Anexo B compõe as capturas de tela do Teste 2 (Antena Cross-loop e áudio de 1 kHz).

Os valores em dB $\mu$ V de cada captura foram transcritos para os Quadros 02 e 03, para simplificação do cálculo de SNR e comparativo entre os sistemas com e sem aterramento.

Para o cálculo de SNR, destaca-se que não é necessária a conversão de dB $\mu$ V para decibel miliwatts (dBm), haja vista que a relação sinal ruído se dá em dB, uma escala logarítmica.

Se houvesse conversão para dBm, considerando a impedância da antena do rádio de 50 ohms (HARRIS, 2012), resultaria na mesma SNR se calculada em dB $\mu$ V.

### 3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Quadro 2 com os resultados para o cálculo da SNR, principal parâmetro de análise, o qual consiste na diferença da amplitude do sinal menos a amplitude do ruído, contém os valores do Tete 01, a seguir:

QUADRO 2 – Teste 01: com antena de ganho 0 dBi e Ruído Branco transmitido.

Aterramen- to	Parâmetros		Potência (dB $\mu$ V)		
	frequên- cia (MHz)	Ruído (dB $\mu$ V)	P <sub>tx</sub> <sup>1</sup> = 1W	P <sub>tx</sub> = 5W	P <sub>tx</sub> = 20W
SEM	2,218	-5	17	26	46
	SNR Virtual <sup>2</sup> (S <sup>3</sup> - N <sup>4</sup> ) SNR Virtual [sem]		23	31	51
COM	02,218	-9	17	22	27
	SNR Virtual (S - N) SNR Virtual [com]		26	31	36
SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem]			3	0	-15
SEM	22,877	-7	70	73	75
	SNR Virtual (S - N) SNR Virtual [sem]		77	80	82
COM	22,877	-12	61	66	74
	SNR Virtual (S - N) SNR Virtual [com]		73	78	86
SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem]			4	2	4

Fonte: o autor.

Legenda:

1 - Potência de transmissão do transceptor.

2 - Valor da amplitude do sinal subtraído do ruído do canal

3 - Amplitude do sinal capturado pelo analisador do espectro referente a transmissão do rádio em 1 W, 5W ou 20 W.

4 - Ruído Estático (ambiente) ou ruído do canal capturado pelo analisador de espectro na faixa de frequência em 2,218 MHz ou 22,877 MHz.

A análise dos sistemas, com e sem aterramento, nos mostra um padrão de emissão, no qual o aumento da potência do rádio em determinada frequência induz um aumento da amplitude do sinal capturada pelo analisador de espectro e da respectiva SNR.

Ressalta-se, nesse ponto, que o analisador não interpreta o sinal capturado. O que de fato é analisado na antena do receptor é a energia total que chega, não fazendo distinção de sinal e ruído do rádio emitidos em conjunto pela antena de Tx.

O que é chamado de SNR Virtual é a relação da potência total transmitida (sinal mais o ruído do rádio) menos o ruído do canal, também capturado pelo analisador.

Ao analisar os sistemas com aterramento percebeu-se que das seis comparações possíveis, a SNR Virtual em 3 casos foi menor, 2 casos ela aumentou e 1 permaneceu semelhante, se comparado com os sistemas sem aterramento, com as mesmas variáveis:

a) SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem], na faixa de 2,2180MHz, para 1W, 5W e 10W, respectivamente: 3 dB, 0 dB e -15 dB;

b) SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem], na faixa de 22,877MHz, para 1W, 5W e 10W, respectivamente: -4 dB, -2 dB e 4 dB.

A interpretação dos resultados considera que:

a) A única variável entre os testes para uma mesma frequência e mesma potência foi a presença de aterramento;

b) A potência do rádio estabelecida (1 W, 5 W e 20 W), isto é, a potência do sinal, não varia em função do aterramento;

c) O ruído do canal medido para cada frequência não varia em função do aterramento (por ser independente do sistema transmissor);

d) O analisador de espectro captura apenas o nível de energia (potência) que excita a sua antena, ou seja, não distingue o que é sinal e o que é ruído do equipamento;

e) Independentemente do tipo de antena emissora, ela irá amplificar o sinal e o ruído do equipamento na mesma ordem.

Ainda que à primeira vista possa parecer atípico que a SNR menor indique uma melhor qualidade do sinal, deve-se relembrar das considerações supracitadas.



O valor da subtração entre a amplitude do sinal capturado menos o ruído estático do canal é o que se pode chamar de SNR Virtual e que, independente do aterramento, o nível do ruído do ambiente não é afetado.

Pode-se compreender então, com a análise dos resultados, que a “atenuação” na SNR Virtual se deu unicamente na componente ruído do equipamento, haja vista a constância dos demais parâmetros, ou seja, o aterramento de fato melhorou a qualidade do sinal emitido na metade das comparações.

Destarte, a única componente afetada é a potência do ruído do equipamento rádio, a qual certamente foi atenuada resultando em uma melhor qualidade do sinal, ou seja, uma melhor SNR real, conforme mostrado abaixo:

a) Potência Recebida na Antena do Analisador (dB) = Potência do Sinal (dB) + Potência do Ruído do rádio (dB) + Potência do Ruído do Canal (dB):

$$P_{Rx} = P_S + P_{Rr} + P_{Rc}$$

b) SNR virtual = Potência Recebida na Antena do Analisador (dB) - Potência do Ruído do Canal (dB):

$$SNR_{Virtual} = P_{Rx} - P_{Rc}$$

c) SNR real = SNR virtual - Potência do Ruído do rádio (dB):

$$SNR_{Real} = SNR_{Virtual} - P_{Rr}$$

Uma vez que os valores Potência do Sinal (definido pelo controlador do rádio, portanto um valor fixo) e Potência do Ruído do Canal (medido pelo analisador e mostrado no Quadro 2, fornecendo uma relação também constante) não sofreram alterações diante da existência ou não de aterramento, conclui-se que a diferença entre as SNR virtuais com e sem aterramento se deram no valor de Potência do Ruído do MPR-9600-MP, ou seja, a potência do Ruído do equipamento transmitida diminuiu com a presença do aterramento.

De toda forma, dois valores (marcados em amarelo no Quadro 2) se contrapõem à lógica estabelecida. Ainda que tenha-se teorizado que o pequeno tamanho das antenas emissoras e receptoras possa ter afetado o resultado para a faixa HF, es-

pecialmente para baixas frequências onde o comprimento de onda se torna relativamente grande, bem como a possibilidade de saturação das antenas quando utilizando-se 20W, foi proposto novo teste com o analisador de espectro, utilizando a Antena Cross-loop, maior e mais sensível, além de utilização da antena do MPR 9600 totalmente desdobrada e emitindo um sinal de telegrafia em 1 kHz que permitiria maior precisão espectral.

Os resultados desse teste estão expostos no Quadro 3, a seguir:

QUADRO 3 – Teste 02: Antena Cross-loop e Sinal de Telegrafia de 1 kHz transmitido.

Aterramen-to	Parâmetros		Potência (dB $\mu$ V)		
	frequênci-a (MHz)	Ruído (dB $\mu$ V)	P <sub>Tx</sub> <sup>1</sup> = 1W	P <sub>Tx</sub> = 5W	P <sub>Tx</sub> = 20W
SEM	2,218	4	66	74	76
	SNR Virtual <sup>2</sup> (S <sup>3</sup> - N <sup>4</sup> ) SNR Virtual [sem]		<u>62</u>	<u>70</u>	<u>72</u>
COM	02,218	8	65	73	77
	SNR Virtual (S - N) SNR Virtual [com]		<u>57</u>	<u>65</u>	<u>69</u>
SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem]			<u>-5</u>	<u>-5</u>	<u>-3</u>
SEM	22,877	-28	81	90	94
	SNR Virtual (S - N) SNR Virtual [sem]		<u>109</u>	<u>118</u>	<u>122</u>
COM	22,877	-28	78	87	92
	SNR Virtual (S - N) SNR Virtual [com]		<u>106</u>	<u>115</u>	<u>120</u>
SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem]			<u>-3</u>	<u>-3</u>	<u>-2</u>

Fonte: o autor.

Legenda:

- 1 - Potência de transmissão do transceptor.
- 2 - Valor da amplitude do sinal subtraído do ruído do canal
- 3 - Amplitude do sinal capturado pelo analisador do espectro referente a transmissão do rádio em 1 W, 5W ou 20 W.
- 4 - Ruído Estático (ambiente) ou ruído do canal capturado pelo analisador de espectro na faixa de frequência em 2,218 MHz ou 22,877 MHz.



A análise dos resultados para o novo sistema, com e sem aterrramento, é surpreendente. Não só o padrão identificado no primeiro teste se manteve, demonstrando coerência e precisão na execução dos testes, como não houve mais resultados discrepantes:

- a) SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem], na faixa de 2,2180MHz, para 1W, 5W e 10W, respectivamente: -5 dB, -5 dB e -3 dB;
- b) SNR Virtual [com] – SNR Virtual [sem], na faixa de 22,877MHz, para 1W, 5W e 10W, respectivamente: -3 dB, -3 dB e -2 dB.

Inclusive o padrão de redução foi estabelecido dentro de uma faixa coerente, indicando que o aterrramento afetou de forma padronizada as diferentes emissões realizadas.

Todas as SNR do sistema aterrado foram menores que as SNR do sistema sem aterrramento, lembrando que o analisador indica apenas a potência total recebida. Destarte, efetivamente as potências de sinal emitido e ruído de canal se mantiveram, ou seja, a redução da SNR indica unicamente a redução de ruído do MPR-9600-MP, escondido pelo sistema de aterrramento.

Realizando-se novamente as considerações expostas na análise do primeiro teste, comprehende-se que o novo teste ratificou a hipótese de que o aterrramento atenua o ruído do equipamento emissor, na faixa de 2 a 5 dB de redução, promovendo um ganho de qualidade do sinal recebido ao se reduzir o ruído emitido quando da transmissão.

#### 4. CONCLUSÃO

Além de todas as implicações relacionadas à segurança do usuário e preservação dos equipamentos elétricos, fica-se comprovado que o aterrramento também proporciona uma melhor qualidade do sinal transmitido, com atenuação do ruído do equipamento e, consequentemente, um melhor sinal recepcionado quando da utilização do MPR-9600-MP na faixa de frequência estudada.

Como citado no item anterior, o valor de SNR mostrado é virtual, e considera como potência do sinal a soma da potência do sinal com a potência do ruído do equipamento, subtraída da potência do ruído do canal. Feita a análise, comprovou-se que a potência do ruído do equipamento foi atenuada devido a presença do aterrramento, fornecendo, maior qualidade do sinal, ao aumentar a SNR real do MPR-9600-MP:

$$\uparrow \text{SNR real} = \text{SNR virtual} - \downarrow \text{Potência do Ruído do rádio (dB)}$$

O aumento da SNR real sempre é algo positivo, pois reflete em diversas vantagens para o sistema receptor, em especial a parte de demodulação, muitas vezes prejudicada ou totalmente inviabilizada pela forte presença de ruído, gerando prejuízos na qualidade e interpretação do sinal recebido

Considerando que a Comunicação Crítica que o EB necessita, dado o caráter sensível das operações da Defesa Nacional, imbuída de requisitos de confidencialidade, integridade e disponibilidade, uma alta SNR sempre é desejada. Sistemas de comunicações digital quantizam, digitalizam, modulam e codificam os sinais transmitidos, de forma a garantir os requisitos supracitados em sua transmissão. No entanto, o rádio receptor necessita decodificar, demodular e processar o sinal recebido de forma a convertê-lo em informação coerente para o operador. Desta forma, o sinal deve chegar de forma suficientemente satisfatória para que o sistema de recepção o converta em informação útil.

O sinal chegar de forma satisfatória depende das características físicas do sinal, representadas por sua potência, ser mantida dentro de um intervalo pré-estabelecido. No entanto, uma forte presença de ruído altera tais características, somando ao sinal transmitido de forma que, a depender da quantidade de ruído, a informação pode ser perdida.

Tal comportamento é válido para sinais analógicos e digitais, porém, para transmissões digitais, a situação torna-se crítica por haver uma enorme concentração de informações em uma forma de onda, tornando o sistema vulnerável a mudanças dos sinais transmitidos frente à interferência.

Diante do exposto, qualquer atenuação de ruído passa a ser desejada, de forma a mitigar os efeitos nocivos aos enlaces pela de ruído.

Nessa esteira, os resultados encontrados sobre o aterrramento tornam-se valiosa ferramenta para os operadores, haja vista possibilitar uma redução suficiente para evitar falhas de comunicação em situações de cobertura limítrofe.

Frisa-se que o aterramento se constitui de boa prática, destarte é plausível se pensar que ele já é realizado, ainda que o operador não entenda o motivo de tal prática. No entanto, a difusão do



conhecimento desenvolvido pelo presente processo torna-se essencial para mudar o entendimento daqueles que não tenham o costume de realizar o aterramento por motivos como o tempo gasto para o correto aterramento.

Ainda que o presente trabalho foque na qualidade do sinal, não se deve esquecer que o aterramento também protege os equipamentos de transitórios eletromagnéticos, aumentando a sua vida útil.

O presente trabalho também possui relevante significância pelo fato de não ter sido encontrada literatura que verse sobre a influência de aterramento na qualidade de sinais em sistemas de rádio em geral, sendo um trabalho inédito que poderá evitar que futuros acadêmicos com as mesmas dúvidas e motivações dos autores estudem os mesmos problemas.

Ressalta-se, no entanto, que a forma como a pesquisa foi conduzida, por meio da utilização do analisador de espectro para análise de uma transmissão realizada pelo MPR-9600-MP, não adentrou o mérito do quanto a recepção é otimizada. Desta forma, futuros trabalhos podem continuar a presente linha de pesquisa para avaliar parâmetros específicos. Uma hipótese é a análise em termos de Bit Error Rate (BER), por exemplo, um excelente parâmetro a ser analisado por indicar a taxa de erros de bits por unidade de tempo e potencialmente suscetível à presença de ruído. Desta forma, é possível que a redução de ruído alcançada com o aterramento afete diretamente a BER, fornecendo dados precisos do quanto a qualidade do sinal poderá ser melhorada no receptor. Tal informação, além de ter valor acadêmico muito grande, fornece dados para o processo decisório de como utilizar o equipamento em operações reais.

Outra oportunidade de desenvolvimento de literatura é a análise de potência do sistema transmissor, por meio de Wattímetro e Carga Fantasma, por exemplo. A análise de parâmetros no sistema de emissão de RF permitiria quantificar de fato o valor de potência do sinal e de potência de ruído, em watts. Ao confrontar o sistema aterrado com o sem aterramento nessa linha de pesquisa, os valores reais do quanto o ruído é atenuado pela presença de aterramento seriam encontrados, propiciando oportunidades para os operadores configurarem o sistema de forma mais precisa, otimizando o enlace.

Tais sugestões de trabalhos futuros, combinadas com o presente trabalho, que comprovou a

influência positiva do aterramento no MPR-9600-MP em relação à qualidade da transmissão, fornecerão bibliografia robusta, inédita e de grande importância para o EB, contribuindo e se somando com o conjunto de boas práticas que optimizam os sistemas de comunicação da Força.

Em resumo, o aterramento elétrico é essencial para os sistemas de antena devido ao seu papel na otimização do desempenho do sinal e evitando danos causados por surtos elétricos.

Compreender a importância das práticas adequadas de aterramento é fundamental para os projetistas, instaladores e operadores dos sistemas para garantir desempenho e proteção ideais.

A ausência de perícia na execução do aterramento, ou ainda a total negligência com tal prática, pode parecer inofensiva, haja vista o sistema permanecer em funcionamento. No entanto, deve ser objetivo da Força Terrestre, em especial da Arma de Comunicações, a otimização de suas capacidades de comunicação. Alia-se ao problema supracitado a ausência de bibliografia específica acerca da influência do aterramento em enlaces de rádio, ainda que se considere uma boa prática o correto aterramento, dadas as consequências elétricas positivas de notório saber, expostas na introdução.

Com base no exposto, o presente Projeto apresentou um resultado importante para a otimização da eficiência de enlaces de rádio, vitais para a comunicação da Força Terrestre, seja em tempos de Guerra ou de Paz. Com a disseminação do conhecimento aqui produzido, os gestores e operadores de comunicação darão a devida importância ao aterramento quando da montagem de seus sistemas, propiciando melhor qualidade do sinal e resguardando seus equipamentos frente à distúrbios elétricos, evitando-se a necessidade de reposição de componentes de comunicação em situações em que o Teatro de Operações não o permita.

## Abstract

*The grounding of radio communication systems is an established practice to protect electronic components from harmful electromagnetic transients. However, little is known about the influence of grounding on the quality of signals transmitted by the radio system due to the lack of literature on the subject. In order to investigate the influence of grounding on a radio system widely used by the Brazilian Army, the MPR 9600 MP, it was proposed to test the equipment in the*

field, once with grounding and once without, in two frequency bands of interest and with three different power levels. An spectrum analyzer provided by the 1st BGE was used for the analysis. After the necessary procedural steps, data was collected that showed attenuation of the equipment's noise and an improvement in the Signal-to-Noise Ratio. It was concluded that grounding has a positive influence on improving signal quality.

**Keywords:** Electrical Grounding. MPR-9600-MP. Signal Quality. Signal-to-noise ratio. Spectrum Analyzer.

## 5. REFERÊNCIAS

**ANATEL. Resolução ANATEL nº 646, de 22 de zembro de 2014.** Agência Nacional de Telecomunicações. 2014.

**BATISTA, M. H. S. Aterramento de estações rádio:** equipotencialização, potenciais no solo e equipamentos sensíveis. 2020. Vorbe. Disponível em: <https://www.vorbe.com.br/artigos/aterramento-estacoes-radio/>. Acesso em: 10 out. 23.

**BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. Nota Doutrinária nº 04/2021: Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre.** 1a Ed. Brasília, DF: COTER, 2021.

**CASSIOLATO, C. EMI-Interferência Eletromagnética.** 2013. Disponível em: <https://www.profibus.org.br/images/arquivo/pdf-6-543ec6bc-451ff.pdf>. Acesso em 23 out. 23.

**HARRIS. MPR-9600 Rádio HF Tático Avançado:** Manual de Operação. Melbourne, 2012. 222 p.

**HUGHES, M. Deep Phase Noise 1.** 2022. Disponível em: <https://open.spotify.com/track/5MOWBRtP53q5yNOtHaMVTh?si=fI3UeammSo2kKp-DwVs1BCA&context=spotify%3Aplaylist%3A37i9dQZF1DWUZ5bk6qqDSy>. Acesso em: 12 abr. 2008.

**MORENO, H.; COSTA, P. F. Aterramento Elétrico.** Procobre. São Paulo, p. 28. 1999. Disponível em: [https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/01\\_e-book-procobre-aterramento.pdf](https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/pdflibrary/01_e-book-procobre-aterramento.pdf). Acesso em: Acesso em 23 out. 23.

**NAVAL SEA SYSTEMS COMMAND. Depart-**

ment of the Navy. **MIL-HDBK-2036: Preparation of Electronic Equipment Specifications.** United States Department of Defense. 1999.

**NETTO, P. G. T. E. de. S.; PIMENTEL, G. R. de. O.; KERTSCHER, F. Interferência eletromagnética em sistemas de áudio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Elétrica), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10037>. Acesso em: 23 out. 23.

**ONLINE TONE GENERATOR. Online Tone Generator.** 2022. Free, Simple and Easy to Use. Disponível em: <https://onlinetonegenerator.com/>. Acesso em: 18 out. 23.

**PAULINO, J. O. S.; BARBOSA, C. F.; MOREIRA, R. K.; BARBOSA, W. A.; LOBO, M. A. F.; LOBO, A. R. Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações.** [S.I.]: Clamper, 2016. V. 1. 258 p.

**SANCHES, D. Interferência Eletromagnética.** [S.I.]: Interciência, 2003.v.1.

**TELLÓ, M. Aterramento elétrico: impulsivo em baixa e alta frequências-Com apresentação de casos.** Edipucrs, 2007.

**TRIPP, D. Pesquisa-ação:** uma introdução metodológica. Educação e pesquisa, v. 31, p. 443-466, 2005.

O 2º Tenente Pedro Augusto Warlet **Reis Brito** é bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UnB). Foi aluno do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecatrônica - Mestrado da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – PLOI-USP. Concluiu com aproveitamento o Curso de Formação de Oficiais da Marinha 2014, Curso Expedito de Controle de Avarias em Instalações Terrestres 2018, o Estágio em Gestão de Riscos em 2018, Curso de Habilitação de Oficiais do CBMDF 2022 e Curso de Gerenciamento de Sistema Tetra da PMDF em 2022. É pós-graduado em Administração para Engenheiros pela Universidade Anhanguera. Atualmente, exerce a função de Chefe da Subseção Técnica de Radiocomunicação na Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e pode ser contactado pelo e-mail [pedro.warlet@cbm.df.gov.br](mailto:pedro.warlet@cbm.df.gov.br).



O 1º Tenente **Matheus Henrique Barreto dos Santos** é bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). Concluiu com aproveitamento o Estágio de Atividades Cibernéticas do CIGE. Atualmente, exerce a função de Instrutor do Curso de Comunicações do CPOR/R e pode ser contactado pelo e-mail matheussantos.barreto@eb.mil.br.



# INFORMÁTICA



# MONITORAMENTO DOS RECURSOS DO EQUIPAMENTO RÁDIO L3 HARRIS RF 7800VHH UTILIZANDO O SOFTWARE ZABBIX

*Sgt Lucas Pimentel Diniz  
Sgt Anderson Lucio Gomes*

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma sugestão de uso do software Zabbix, uma aplicação web open source de monitoramento de ativos de redes, com o foco específico no monitoramento do equipamento rádio L3 Harris 7800V-HH. O Zabbix é uma ferramenta poderosa e versátil que permite às organizações monitorar de forma eficaz seus recursos de rede, garantindo um desempenho otimizado e a detecção precoce de problemas. Neste artigo, exploraremos as funcionalidades essenciais do Zabbix, discutiremos suas vantagens e forneceremos exemplos práticos de sua aplicação no monitoramento do equipamento L3 Harris 7800V-HH que é um ativo crítico em infraestruturas de comunicação.

**Palavras-Chave:** Monitoramento, Zabbix, L3 Harris 7800V-HH

## 1. INTRODUÇÃO

Na era da informação e da conectividade ininterrupta, as redes de comunicação desempenham um papel vital em garantir que organizações e instituições possam operar de maneira eficaz e coordenada. A interligação de sistemas, serviços e dispositivos tornou-se uma espinha dorsal para a realização de uma ampla gama de operações críticas, desde comunicações de emergência até missões de defesa e segurança nacional. No centro dessa infraestrutura de comunicação, o equipamento rádio L3 Harris 7800V-HH emerge como um ativo crítico, desempenhando um papel fundamental na manutenção da conectividade e na garantia da eficiência das operações.

A necessidade de monitorar de forma constante e proativa essas redes de comunicação tornou-se inegável. Afinal, a confiabilidade e o desempenho contínuo dessas infraestruturas são cruciais para o sucesso das operações em diversas esferas, desde missões militares até serviços de emergência e comunicações corporativas. O monitoramento não é apenas uma medida preventiva, mas também uma ferramenta indispensável para a identificação precoce de problemas, a manutenção

proativa e a melhoria contínua da infraestrutura de comunicação.

No cerne desse contexto, o equipamento rádio L3 Harris 7800V-HH assume um papel de destaque, pois sua capacidade de assegurar comunicações confiáveis em situações desafiadoras o coloca como um componente crítico em infraestruturas de comunicação tática. Seu desempenho e disponibilidade podem afetar diretamente a eficácia das operações, a segurança das equipes e a qualidade dos serviços prestados. Portanto, o monitoramento contínuo desse equipamento é imperativo.

Além disso, o contexto militar e estratégico, juntamente com a gestão eficaz do comando e controle, exige uma compreensão completa da infraestrutura de comunicação e dos ativos associados, como o L3 Harris 7800V-HH. A consciência situacional do comando depende da capacidade de monitorar e responder rapidamente a eventos e problemas que possam afetar a comunicação e, por conseguinte, a capacidade de decisão.

Neste artigo, exploraremos a importância crítica do equipamento rádio L3 Harris 7800V-HH em infraestruturas de comunicação, destacando a necessidade vital de seu monitoramento constante. Além disso, discutiremos como o uso do software Zabbix pode oferecer soluções eficazes para essa tarefa, capacitando organizações a manter operações fluidas, eficientes e seguras em um mundo cada vez mais dependente da conectividade.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 GERENCIAMENTO DE REDES

As redes de computadores modernas são compostas por uma grande variedade de dispositivos que precisam se comunicar e compartilhar recursos. A eficiência dos serviços prestados está associada ao bom desempenho dos sistemas da rede. Para gerenciar esses sistemas e as próprias redes, é necessário um conjunto eficiente de ferramentas de gerenciamento automatizadas.

Com a rápida evolução das tecnologias de redes e a redução dos custos dos recursos compu-



tacionais, as redes de computadores proliferaram em todos os segmentos da sociedade. As redes passaram a fazer parte do cotidiano das pessoas como uma ferramenta que oferece recursos e serviços que permitem uma maior interação entre os usuários e um consequente aumento de produtividade.

O gerenciamento de rede pode ser definido como a coordenação (controle de atividades e monitoração de uso) de recursos materiais (modems, roteadores, etc.) e ou lógicos (protocolos), fisicamente distribuídos na rede, assegurando, na medida do possível, confiabilidade, tempos de resposta aceitáveis e segurança das informações.

Um sistema de gerência de rede pode ser definido como um conjunto de ferramentas integradas para o monitoramento e controle, que oferece uma interface única e que traz informações sobre o status da rede podendo oferecer ainda um conjunto de comandos que visam executar praticamente todas as atividades de gerenciamento sobre o sistema em questão, PINHEIRO, 2006.

## 2.2 FERRAMENTAS DE MONITORAMENTO DE REDES UTILIZADAS ATUALMENTE

Há uma grande oferta de aplicações de monitoramento e centralização de logs com ferramentas free e open source:

**Zabbix:** Esta é uma ferramenta de monitoramento de código aberto que abrange diversos componentes de TI, incluindo redes, servidores, máquinas virtuais e serviços em nuvem. O Zabbix oferece métricas de monitoramento, como uso de rede, carga da CPU e espaço em disco.

**Prometheus:** Uma ferramenta que coleta informações de aplicativos e infraestrutura, como uso de memória RAM e CPU, e as disponibiliza por meio de um endpoint. Geralmente, é usada em conjunto com outras ferramentas para criar painéis informativos com base nessas informações.

**Grafana:** Esta ferramenta é usada em conjunto com o Prometheus para criar gráficos e painéis inteligentes que se atualizam em tempo real, permitindo um acompanhamento constante dos dados coletados.

**Elastic APM:** Similar ao SkyWalking, o Elastic APM possui uma versão de código aberto mais simples que permite a análise em tempo real do tempo de resposta de aplicativos, entre outras funcionalidades.

**ELK Stack:** O conjunto de ferramentas

Beat + ElasticSearch + Kibana é amplamente utilizado para coletar métricas, logs e informações de aplicativos e exibi-los em um painel no Kibana. O ELK Stack é uma solução completa para análise de registros.

**Graylog:** Com o objetivo de consolidar logs de diversas fontes em um único frontend, o Graylog é usado para gerenciamento, agregação, análise e monitoramento de registros em ambientes que fazem uso intensivo de containers Docker e plataformas de orquestração.

**Istio:** Essa ferramenta é empregada para monitorar microsserviços em clusters Kubernetes, permitindo a análise das relações entre esses microsserviços e a identificação de possíveis problemas nos sistemas, 4LINUX, 2022.

**Snort:** O Snort é um sistema de prevenção de intrusões em redes de código aberto, mantido e desenvolvido pela Cisco nos últimos cinco anos. Esta ferramenta se sobressai devido à sua capacidade de analisar o tráfego em tempo real e registrar os pacotes do protocolo TCP (Protocolo de Controle de Transmissão).

Graças a essa versatilidade, o Snort pode cumprir três funções essenciais para monitorar um servidor. Portanto, ele pode ser utilizado como um capturador de pacotes (semelhante ao tcpdump), um registrador de pacotes e/ou um sistema avançado de prevenção de intrusões, DELFINO, 2022.

## 2.3 A IMPORTÂNCIA DE MONITORAR ATIVOS DE REDE

Estar preparado para ação, ou mesmo agir preventivamente, são resultados de um ambiente de monitoramento eficaz. Além disso, os dados históricos coletados por um sistema de monitoramento competente oferecem insights para a tomada de decisões conscientes sobre aquisições e atualizações de recursos tecnológicos, fundamentadas em análises de capacidade.

Toda essa compreensão do estado do seu sistema é viabilizada por meio de ferramentas de monitoramento que permitem a apresentação visual de métricas por meio de gráficos e mapas. Informações como uso de largura de banda, utilização da CPU, alocação de memória, tempo de consulta do banco de dados e tempo de resposta de solicitações da web podem ser prontamente acessadas, tanto em tempo real quanto em registros históricos.



Um sistema de monitoramento eficiente possibilita a configuração de alertas para eventos anormais e a emissão de notificações com base nesses eventos.

As ferramentas de monitoramento devem garantir que as métricas dos recursos tecnológicos da infraestrutura sejam centralizadas, permitindo que toda a equipe responsável por esses recursos consulte e avalie esses dados. Na maioria das ferramentas de monitoramento, é possível comparar as métricas com valores aceitáveis, facilitando a identificação de irregularidades e, consequentemente, agilizando a resolução de incidentes, quando necessário.

Graças à centralização das métricas, é possível visualizar tendências no uso de recursos de forma gráfica, seja em períodos específicos, como durante o horário comercial ou durante o lançamento de uma nova campanha da organização. O monitoramento inteligente pode ser uma ferramenta valiosa para reduzir os custos relacionados aos recursos tecnológicos, uma vez que a rápida identificação e resolução de incidentes reduzem o tempo de indisponibilidade dos serviços.

## 2.4 MONITORAMENTO VS DEFESA CIBERNÉTICA

A relação entre o monitoramento de redes e a defesa cibernética é fundamental para garantir a segurança e a eficácia das infraestruturas de tecnologia da informação em organizações. Ambas as áreas desempenham papéis complementares, embora distintos, na proteção contra ameaças cibernéticas. Vamos explorar essa relação em mais detalhes:

O monitoramento de redes envolve a coleta contínua e a análise de dados relacionados ao tráfego de rede, desempenho de sistemas, dispositivos e aplicativos em uma rede, seu objetivo principal é manter a disponibilidade, o desempenho e a integridade da infraestrutura de TI.

Esse monitoramento fornece informações em tempo real sobre a operação da rede, permitindo a identificação de problemas de desempenho, congestionamentos, falhas e problemas operacionais.

A defesa cibernética refere-se a um conjunto de estratégias, políticas, práticas e tecnologias projetadas para proteger sistemas, redes e dados contra ameaças cibernéticas, como ataques de hackers, malwares, phishing e outras atividades mali-

ciosas. O principal objetivo da defesa cibernética é a segurança da informação, garantindo a confidencialidade, integridade e disponibilidade dos dados. Ela envolve a implementação de medidas de segurança, como firewalls, antivírus, detecção de intrusões, autenticação multifator, controle de acesso, criptografia e respostas a incidentes de segurança.

A defesa cibernética é proativa e reativa, visando prevenir ataques, detectar atividades suspeitas e responder a incidentes de segurança quando eles ocorrem.

A Relação entre Monitoramento de Redes e Defesa Cibernética se destaca em:

### Detecção de Ameaças:

O monitoramento de redes pode detectar anomalias de tráfego que podem indicar atividades maliciosas. Por exemplo, um aumento súbito no tráfego de saída pode ser um sinal de um ataque de exfiltração de dados. Essas detecções iniciais podem acionar a defesa cibernética para responder rapidamente.

### Visibilidade e Contexto:

O monitoramento de redes fornece visibilidade em tempo real da infraestrutura de TI. Essa visibilidade é essencial para a defesa cibernética, pois permite que os profissionais de segurança entendam o contexto em que os eventos de segurança ocorrem e contribui para a consciência situacional.

### Resposta a Incidentes:

Quando um incidente de segurança é detectado, a defesa cibernética pode usar as informações coletadas pelo monitoramento de redes para investigar o incidente com mais detalhes e tomar medidas corretivas.

### Otimização da Segurança:

O monitoramento de redes também pode ser usado para avaliar a eficácia das medidas de segurança implementadas. Se o monitoramento identificar brechas ou vulnerabilidades, a defesa cibernética pode ser ajustada para reforçar a proteção.

### Monitoramento de Ativos Críticos:

A defesa cibernética pode se concentrar em monitorar ativamente sistemas e ativos críticos, enquanto o monitoramento de redes fornece uma visão mais ampla de toda a infraestrutura.



## 2.5 O EQUIPAMENTO RÁDIO L3 HARRIS 7800V-HH

O dispositivo de comunicação RF-7800V-HH VHF, pertencente à família Falcon III, opera na faixa de frequência entre 30 e 108 MHz, com uma potência variando de 0,5 a 50 Watts quando utilizado em modo veicular. Ao empregar a técnica MELP (Mixed-Excitation Linear Predictive) para codificação e decodificação de áudio, e com uma taxa de transmissão de 2400 bps, ele é capaz de receber sinais fracos que normalmente não seriam captados em comunicações analógicas. Além disso, oferece a capacidade de estabelecer ligações de voz e transferência de dados seguros (COMSEC) por meio de uma rede sem fio que pode ser configurada tanto manualmente quanto por software, possibilitando uma comunicação eficaz em médias de 30 Km para transmissão de voz e 10 Km para transmissão de dados quando usado em veículos.

A integração de uma rede LAN (Local Area Network) na configuração do equipamento permite conectar o rádio a uma rede IP local ou a um dispositivo compatível com esse protocolo, resultando em uma taxa de transmissão de dados IP de 64 kbps em canais com largura de banda de 25kHz e 192 kbps em canais de 75kHz, viabilizando a criação de uma rede de dados simples e a realização de chamadas VoIP simultaneamente à transmissão de áudio, o que é uma característica fundamental desse equipamento.

Ele também dispõe de uma interface USB (Universal Serial Bus) que possibilita o carregamento das configurações do rádio por meio de um pendrive.

## 2.6 PROTOCOLO SNMP NO EQUIPAMENTO RÁDIO RF 7800V-HH

O SNMP, ou “Simple Network Management Protocol,” é o protocolo padrão usado para monitoramento e gerenciamento de redes. Ele é amplamente utilizado para obter informações sobre ativos de rede e serviços. O SNMP permite que um sistema de gerenciamento trabalhe com produtos de diversos fabricantes, tornando-o flexível e interoperável.

No SNMP, os dispositivos gerenciáveis são chamados de “agentes,” enquanto os sistemas que consultam ou modificam informações são chamados de “gerentes.” O SNMP também permite a geração de alertas (TRAP) em resposta a eventos

específicos.

O SNMP é suportado por várias ferramentas de monitoramento de redes, como HP Open View, IBM Tivoli, Nagios e Zabbix. Essas ferramentas podem usar alertas SNMP para notificar os responsáveis sobre problemas.

O SNMP opera com base em um sistema de identificação chamado MIB e OID, que permite ao gerente acessar as informações disponíveis nos agentes. Os OIDs são organizados em uma hierarquia, garantindo a consistência na identificação de dispositivos e serviços.

No contexto do rádio L3 Harris RF-7800V-HH, usado em ambientes militares e de segurança pública, o SNMP é empregado para monitorar e gerenciar aspectos relacionados à rede e ao próprio rádio. Isso inclui:

**Gerenciamento de configuração:** O SNMP permite configurar o rádio remotamente, facilitando a manutenção em locais com acesso limitado.

**Coleta de estatísticas:** Pode ser configurado para registrar estatísticas de uso, como chamadas realizadas e uso de frequência, úteis para relatórios e planejamento.

**Alarms e notificações:** O SNMP emite alertas em tempo real para identificar e solucionar problemas rapidamente.

**Segurança:** É importante configurar permissões de acesso adequadas e usar criptografia para proteger as informações transmitidas.

As configurações SNMP específicas do rádio Harris RF-7800V-HH incluem a escolha da versão do protocolo, a sequência de caracteres da comunidade SNMP, protocolos de autenticação e criptografia, senhas de autenticação e privacidade, permissão para enviar interceptações SNMP e o endereço IP de destino das interceptações. Essas configurações permitem ajustar a funcionalidade SNMP do rádio de acordo com as necessidades de gerenciamento e segurança, com ênfase na recomendação do uso da versão 3 do SNMP devido às suas medidas avançadas de segurança.

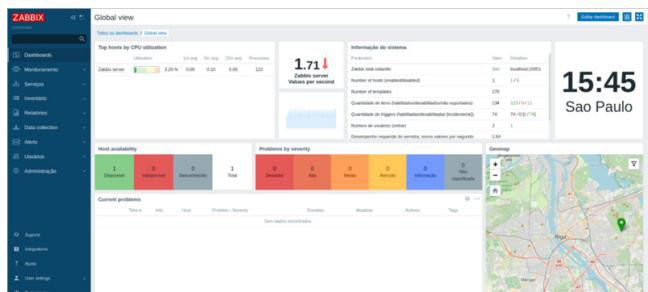
## 2.7 O SOFTWARE ZABBIX: CONCEITOS E FUNCIONAMENTO

O Zabbix (figura 01) representa uma solução de monitoramento para redes, servidores e serviços, desenvolvida com o propósito de supervisionar a disponibilidade, a experiência do usuário e a qualidade dos serviços.



A arquitetura do Zabbix e a versatilidade de seus módulos possibilitam a sua utilização em diversas áreas, incluindo o monitoramento convencional (verificação se está ativo ou inativo), o acompanhamento do desempenho de aplicações, a análise da experiência do usuário e a investigação das causas raiz em ambientes complexos, tudo isso por meio do servidor Zabbix e das regras de correlação.

Figura 01- Dashboard Zabbix



Fonte: Autor

Esta ferramenta de monitoramento de redes disponibiliza uma interface totalmente baseada na web para a administração e visualização de dados. Os alertas gerados pelo sistema de monitoramento Zabbix podem ser configurados para utilizar uma variedade de métodos de comunicação, como SMS, e-mail e até mesmo a criação de chamados em sistemas de suporte técnico. Além disso, o sistema permite a execução de ações automáticas, como o reinício de serviços, quando eventos específicos ocorrem.

O Zabbix oferece a opção de monitoramento sem a necessidade de instalar agentes em hosts, suportando vários protocolos, e possui funcionalidades de descoberta automática de itens (auto-discovery) e de descoberta de métricas em itens monitorados em níveis mais detalhados (low level discovery). Os principais componentes do sistema de monitoramento Zabbix incluem:

**Zabbix Server:** O servidor Zabbix coleta dados tanto de hosts com agentes instalados quanto de hosts sem agentes. Quando são identificadas irregularidades, alertas são acionados visualmente e por meio de diferentes canais de comunicação, como e-mail e SMS. No entanto, apenas o servidor Zabbix é necessário para sistemas Unix ou Linux.

**Zabbix Proxy:** O Zabbix Proxy coleta informações de uma parte do ambiente monitorado e repassa esses dados para o servidor Zabbix. Esse componente é essencial em arquiteturas de monitoramento distribuído e é especialmente útil em

cenários com coleta assíncrona em redes distintas, onde não é viável manter regras de roteamento e firewall para cada host monitorado.

**Zabbix Agent:** O agente Zabbix é instalado nos hosts que se deseja monitorar e permite a coleta de métricas comuns específicas de um sistema operacional, como informações sobre CPU e memória. Além disso, o agente Zabbix permite a coleta de métricas personalizadas através do uso de scripts ou programas externos, possibilitando a captura de métricas mais complexas e até a execução de ações diretamente no agente Zabbix.

## 2.8 MONITORANDO O RÁDIO L3 HARRIS 7800V-HH COM O ZABBIX

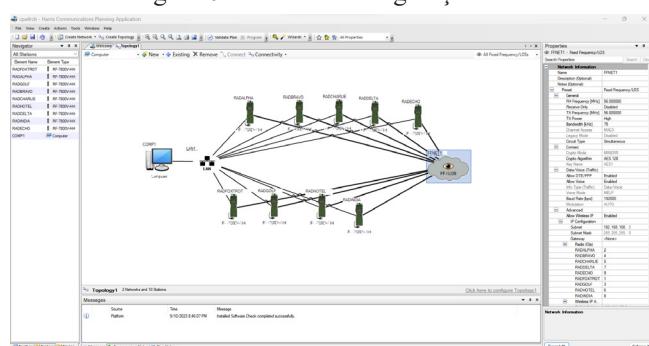
Juntamente com uma variedade de opções adicionais, o dispositivo de comunicação de rádio L3 Harris 7800V-HH inclui a funcionalidade de supervisão através do protocolo SNMP (Protocolo de Gerenciamento de Rede Simples), nas versões 1, 2 ou 3. No seu Navegador de Arquivos, ele armazena os arquivos relacionados aos recursos disponíveis para acesso via SNMP (MIB - Management Information Base), permitindo a monitorização de recursos como potência, frequência, transmissão e recepção, bem como endereços de rede e uma ampla gama de informações relacionadas às configurações e ao desempenho do dispositivo em tempo real. É igualmente possível tomar ações sobre algumas dessas informações, tais como ajustar o volume, alterar o canal, modificar a potência e ativar o PTT do dispositivo, através do protocolo SNMP. No Zabbix, é viável criar itens e gatilhos que emitem alertas em tempo real acerca de quaisquer recursos disponíveis nas MIBs do dispositivo de rádio, incluindo a exibição de notificações sobre transmissões ou recepções de rádio, o monitoramento de endereços IP, bem como potência ou frequência de utilização.

O rádio é configurado através do software CPA (Communication Planning Application) (figura 02), o qual permite definir, com suporte gráfico e intuitivo, as topologias de redes e os hosts (rádios) ou outros dispositivos que estarão conectados a elas, bem como seus respectivos endereços IP. É criada uma topologia com frequência fixa, a qual possibilita comunicação de dados IP e voz, e dentre os parâmetros estabelecidos, é possível definir a versão do protocolo SNMP que será utilizada, bem como a comunidade SNMP que terá acesso aos recursos que o protocolo dispõe. Após



definir as configurações, gerar o arquivo de configuração e programar o equipamento rádio, este está em condições de ser um ativo participante da rede, bem como ser monitorado.

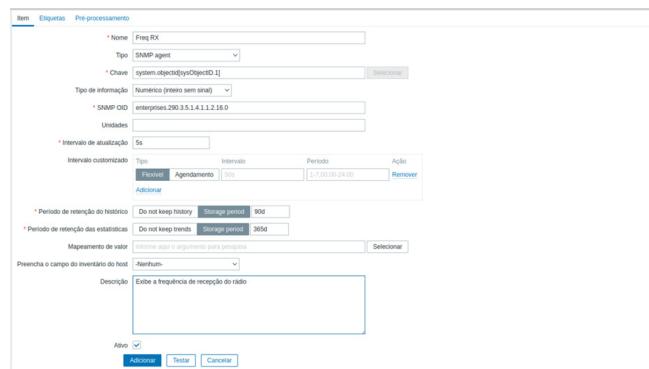
Figura 02 - Tela de configuração CPA



Fonte: Autor

No Zabbix são criados os itens (figura 02), nos quais são cadastrados os parâmetros referentes ao recurso que será monitorado, e posteriormente as respectivas triggers, as quais serão disparadas de acordo com o comportamento do equipamento rádio, gerando alertas na dashboard do zabbix, podendo ou não receber um tratamento via o recurso “action”, e gerando um banco de dados de comportamento host monitorado.

Figura 03 - Criação de item para monitoramento de RX, via Zabbix.



Fonte: Autor.

Após realizadas as configurações, host adicionado e item e trigger criados, o rádio pode ser adicionado aos mapas de monitoramento, e a visualização dos eventos é possível também através da dashboard do Zabbix (figura 01).

Por ser considerado um ativo, ao estar conectado a uma rede, o dispositivo de rádio RF 7800V-HH se transforma em um elemento que requer o monitoramento dos seus recursos, assim como a avaliação das suas métricas, tanto para garantir a segurança e a estabilidade das conexões de dados, como para preservar a integridade da rede à qual está conectado.

### 3. CONCLUSÃO

Este artigo destacou a importância crítica do monitoramento do equipamento rádio L3 Harris 7800V-HH em infraestruturas de comunicação, especialmente em contextos militares e estratégicos. Este equipamento desempenha um papel fundamental na manutenção da conectividade e na garantia da eficiência das operações, tornando o monitoramento contínuo uma tarefa imperativa.

Além disso, exploramos o uso do software Zabbix como uma solução eficaz para monitorar o equipamento L3 Harris 7800V-HH. O Zabbix é uma ferramenta poderosa e versátil que permite às organizações monitorar de forma eficaz seus recursos de rede, garantindo um desempenho otimizado e a detecção precoce de problemas.

A relação entre o monitoramento de redes e a defesa cibernética também foi discutida, destacando como ambas as áreas desempenham papéis complementares na proteção contra ameaças cibernéticas. O monitoramento de redes, incluindo o uso do SNMP, desempenha um papel crucial na detecção de anomalias e no fornecimento de informações para a defesa cibernética agir proativamente.

Em resumo, o monitoramento constante do equipamento rádio L3 Harris 7800V-HH, combinado com o uso eficaz do software Zabbix e protocolo SNMP, é essencial para garantir a disponibilidade, desempenho e segurança das infraestruturas de comunicação em cenários críticos. Isso não apenas ajuda a manter operações fluidas e eficientes, mas também contribui para a segurança e o sucesso das missões e operações estratégicas.

### Abstract

*This work presents a suggestion for using the Zabbix software, an open source web application for monitoring network assets, with a specific focus on monitoring L3 Harris 7800V-HH radio equipment. Zabbix is a powerful and versatile tool that allows organizations to effectively monitor their network resources, ensuring optimized performance and early detection of problems. In this article, we will explore the essential functionalities of Zabbix, discuss its advantages and provide practical examples of its application in monitoring L3 Harris 7800V-HH equipment which is a critical asset in communications infrastructures.*

**Keywords:** Monitoring, Zabbix, L3 Harris 7800V-HH.



#### 4. REFERÊNCIAS

**4-LINUX, Software para monitoramento TI.** Disponível em: <<https://4linux.com.br/software-free-open-source-para-monitoramento-ti/>>. Acesso em 17 mai 23

**4-LINUX, O que é Monitoramento de TI.** Disponível em: <<https://4linux.com.br/o-que-e-monitoramento-ti/>>. Acesso em 10 jun 2023.

**4-LINUX, O que é SNMP.** Disponível em: <<https://4linux.com.br/o-que-e-snmp/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

**DELFINO, Pedro. Snort: A Solução Completa Para Monitorar Tráfego Em Redes.** Disponível em: <[https://e-tinet.com/snort-monitor-redes/#:~:text=O%20Snort%20%C3%A9%20um%20sistema,TCP%20\(Transmission%20Control%20Protocol\).>](https://e-tinet.com/snort-monitor-redes/#:~:text=O%20Snort%20%C3%A9%20um%20sistema,TCP%20(Transmission%20Control%20Protocol).)

Acesso em 15 jul 23

**DINIZ, Lucas Pimentel, e TAMIOSSO, Juliano Silva. RÁDIO VHF RF-7800V-HH (FALCON III): INTEGRAÇÃO RÁDIO TELEFÔNICA - TRI.** 2020.

**HARRIS CORPORATION RF COMMUNICATIONS DIVISION. RF-7800V-HH: Rádio VHF portátil – manual de operações.** NY USA, 2012. Rev. E. Número da Publicação: 10515-0363-4204.

**PINHEIRO, J. M. S. Gerenciamento de Redes de Computadores: Uma Breve Introdução.** Disponível em: <[https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_gerenciamento\\_de\\_redes\\_de\\_computadores.php](https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_gerenciamento_de_redes_de_computadores.php)>. Acesso em: 10 jun. 2023.

O 2º Sgt Lucas Pimentel **Diniz** é formado no Curso de Comunicações da Escola de Sargentos das Armas. Concluiu com aproveitamento o curso de Operador de Tecnologia da Informação e Comunicação e o curso de Proteção Cibernética. Atualmente, exerce a função de monitor de estabelecimento de ensino na Escola de Comunicações e pode ser contactado pelo email [diniz.lucas@eb.mil.br](mailto:diniz.lucas@eb.mil.br).

O 2º Sgt Anderson **Lucio** Gomes é Técnologo em Jogos Digitais Pelo Instituto Federal do Mato

Grosso do Sul. É formado no Curso de Comunicações da Escola de Sargentos das Armas. Atualmente, exerce a função de monitor de estabelecimento de ensino na Escola de Comunicações e pode ser contactado pelo email [lucio.gomes@eb.mil.br](mailto:lucio.gomes@eb.mil.br).

