



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP COM RUDY BRANDÃO CUNHA

**SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE:
VULNERABILIDADES ÀS MEDIDAS DE APOIO DE GUERRA
ELETRÔNICA**

**RIO DE JANEIRO
2018**



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP COM RUDY BRANDÃO CUNHA

**SISTEMAS DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE:
VULNERABILIDADES ÀS MEDIDAS DE APOIO DE GUERRA
ELETRÔNICA**

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

**RIO DE JANEIRO
2018**



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

ASSESSORIA DE PESQUISA E DOCTRINA / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Cap Com RUDY BRANDÃO CUNHA**

Título: **SISTEMA DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE: VULNERABILIDADES ÀS MEDIDAS DE APOIO DE GUERRA ELETRÔNICA**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase em Guerra Eletrônica, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM _____ / _____ / _____ CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

| Membro | Menção Atribuída |
|--|------------------|
| _____ DARDANO DO NASCIMENTO MOTA - Maj Cmt Curso e Presidente da Comissão | |
| _____ FLÁVIO CORSI- Cap 1º Membro | |
| _____ RAPHAEL ALVES DA SILVA- Cap 2º Membro e Orientador | |

RUDY BRANDÃO CUNHA – Cap
 Aluno

SISTEMA DE COMUNICAÇÕES POR SATÉLITE: VULNERABILIDADES ÀS MEDIDAS DE APOIO DE GUERRA ELETRÔNICA

Rudy Brandão Cunha*

RESUMO

Esta pesquisa tem como tema as Vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por Satélite às ações de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE). É assunto de relevância institucional para o Exército Brasileiro, tendo em vista que este tipo de sistema de transmissão de informações tem grande importância a nível mundial, sendo utilizado tanto por civis, quanto por militares, desde o nível tático até os níveis estratégico e político. O problema escopo deste estudo é: Quais Vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por Satélite pode ser explorado por cada uma das ações de MAGE? Para analisá-lo, realizou-se uma pesquisa aplicada, de cunho exploratório, tendo como fontes de coleta de dados uma pesquisa bibliográfica em fontes criteriosamente selecionadas e entrevista à especialista qualificado sobre o tema. Chegou-se a algumas conclusões. A exploração do alvo Satélite pelas MAGE não é trivial, necessitando de conhecimentos e equipamentos muito específicos. Entre as vulnerabilidades encontradas, destacaram-se a facilidade para realização da Localização Eletrônica e para a Aquisição dos dados e o uso de protocolos de conhecimento público no tratamento digital das mensagens transmitidas pelo sistema alvo, facilitando uma análise técnica e possível extração de conteúdo.

Palavras chave: Vulnerabilidades. Sistema de Comunicações por Satélite. Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE). Ações de MAGE.

RESUMEN

Esta investigación tiene como tema las Vulnerabilidades del Sistema de Comunicaciones por Satélite a las acciones de Medidas de Apoyo de Guerra Electrónica (MAGE). Es un tópico de relevancia institucional para el Ejército Brasileño, haya vista que este sistema de transmisión de informaciones tiene gran importancia a nivel mundial, siendo utilizado tanto por civiles, como por militares, desde el nivel táctico hasta los niveles estratégico y político. El problema foco de este estudio es: ¿Qué Vulnerabilidades del Sistema de Comunicaciones por Satélite pueden ser exploradas por cada una de las acciones de MAGE? Para analizarlo, se realizó una investigación aplicada, de carácter exploratorio, teniendo como fuentes de recolección de datos una investigación bibliográfica en fuentes rigurosamente seleccionadas y entrevista a especialista calificado sobre el tema. Se llegó a algunas conclusiones. La exploración del blanco satélite por las MAGE no es trivial, necesitando conocimientos y equipamientos muy específicos. Entre las vulnerabilidades encontradas, se destacaron la facilidad para la realización de la localización electrónica y para la busca de los datos y el uso de protocolos de conocimiento público en el tratamiento digital de los mensajes transmitidos por el sistema blanco, facilitando un análisis técnico y posible extracción de contenido.

Palabras clave: Vulnerabilidades. Sistema de Comunicaciones por Satélite. Medidas de Apoyo de Guerra Electrónica (MAGE). Acciones de MAGE.

* Capitão da Arma de Comunicações. Bacharel em Ciências Miliars pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2008.

1. INTRODUÇÃO

A Guerra Eletrônica (GE) tem sido uma ferramenta primordial no aumento da consciência situacional do Comandante no atual contexto dos conflitos de amplo espectro, marcados pela grande utilização de meios de Comunicação e Informática, rápido avanço tecnológico em apoio aos atores participantes dos conflitos, e pela alta velocidade de mudança dos cenários envolvidos.

Assim sendo, cabe à GE assegurar o domínio na dimensão do Espectro Eletromagnético às forças amigas, prejudicar o uso do mesmo pelo Inimigo e também manter-se atualizada e pronta para atender aos novos desafios trazidos, principalmente, pelas aceleradas inovações no campo da Tecnologia da Informação.

Sabe-se que existem diversos meios de transmissão que as comunicações amigas e inimigas podem utilizar, tais como: meio físico (fio duplo telefônico, fibra ótica etc.), rádio (nas frequências HF, VHF e UHF), mensageiro. Além desses, existe um meio nobre, com alta capacidade de transmissão de dados, marcado pela elevada necessidade de capital intelectual e financeiro para sua utilização, que é o Sistema de Comunicações por Satélite. Cabe à GE a capacidade de atuar sobre todos os meios de transmissão, inclusive sobre o Sistema Satélite.

É nesse contexto que desponta o tema desta pesquisa: Vulnerabilidade do Sistema de Comunicações por Satélite às ações de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE).

1.1 PROBLEMA

As Unidades (U) e Subunidades (SU) de GE do Exército Brasileiro (EB) têm demonstrado alta capacidade de atuação sobre o meio de transmissão rádio, com destaque para as faixas de frequência *high frequency* (HF), *very high frequency* (VHF) e *ultra high frequency* (UHF), no que tange a obtenção do conteúdo de sinais analógicos. Contudo, os sinais digitais, com seus protocolos bastante específicos, algumas vezes ainda são obstáculo para a extração do conteúdo da mensagem de interesse. E o satélite é um alvo que trabalha, principalmente, com sinais digitais, muitas vezes multiplexados e complexos.

Tal deficiência tem sido rapidamente sanada nos últimos dez anos, principalmente com o maior impulso dado à GE após a criação do Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEx) em 2008 e da implantação das primeiras fases do Sistema de Monitoramento de Fronteiras (Sisfron) logo em seguida. Porém, a demanda de aperfeiçoamento da Guerra Eletrônica para atuar sobre o alvo “Satélite” ainda não foi sanada.

Na última década, o incremento de recursos investidos na GE no EB tem fomentado a ampliação de suas capacidades. É preciso aproveitar este momento para a realização de pesquisas e estudos sobre como a GE pode explorar o Sistema de Comunicação Satélite de uma possível Força Oponente, garantindo o domínio no Espectro Eletromagnético também sobre este sistema. Isso exigirá, além do conhecimento técnico, que a Força Terrestre possa adquirir equipamentos adequados, capazes de realizar Mediadas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE) ou até mesmo Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), tendo como alvo o Sistema Satélite.

De toda esta análise e percebendo a necessidade de restringir o tema da pesquisa, pois Guerra Eletrônica e Sistema de Comunicações Satélite são escopos muito amplos, surge o problema a ser pesquisado no presente estudo:

Quais vulnerabilidades de um Sistema de Comunicações por Satélite podem ser exploradas por cada uma das ações de MAGE?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar e compreender as vulnerabilidades de um Sistema de Comunicações Satélite genérico que podem ser exploradas por cada uma das ações de MAGE, visando obter informações sobre este sistema ou, até mesmo, a mensagem em claro enviada pelo transmissor.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Descrever o Sistema de Comunicações por Satélite abordando genericamente seus subsistemas;

- Descrever o subsistema de comunicações de um Sistema Satélite, com ênfase nos processos pelos quais a informação passa, desde a sua origem no transmissor até a chegada no receptor, tendo em vista que o trabalho das MAGE nada mais é que buscar formas de executar a “engenharia reversa” do sinal modulado, codificado até a extração da mensagem original em claro (voz ou dados);

- Descrever cada ação de MAGE: Busca de Interceptação (BI), Monitoração (Mon), Localização Eletrônica (Loc Elt), Registro (Reg) e Análise de GE (Anl GE)

- Relacionar os conhecimentos teóricos sobre Sistema de Comunicações por Satélite, Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica e dados obtidos na coleta de dados a fim de buscar uma solução prática ao problema desta pesquisa.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

O tema desta pesquisa, bem como o problema específico a ser estudado são de profunda relevância para a Força Terrestre (F Ter) por diversos motivos, tais como:

- O conhecimento pesquisado neste artigo é uma lacuna no âmbito da F Ter. Ao buscar trabalhos científicos previamente realizados pelo Centro de Instrução de Guerra Eletrônica, não foi encontrado nenhum estudo sobre o tema aquisição de dados satelitais;

- Uma das grandes vantagens deste estudo é que a consecução dos objetivos geral e específicos produzirá conhecimento útil para as Organizações Militares de GE do Exército Brasileiro e das demais FA, contribuindo para a atualização da GE frente ao veloz avanço tecnológico dos meios de TI e para o aumento de sua capacidade técnica de atuação sobre o alvo “Satélite”;

- Pode-se citar, ainda, outras vantagens esperadas a partir deste estudo. O levantamento de vulnerabilidades e de possibilidades de exploração de um Sistema de Comunicações por Satélite pelas MAGE abrirá portas para futuros estudos científicos na área, imprescindíveis para a manutenção do domínio do Espectro Eletromagnético, tal como o estudo das Medidas de Proteção Eletrônica para salvaguardar os nossos sistemas e dados transmitidos por satélite, o SISCOMIS. Pode-se ainda estudar, a partir do aprofundamento sobre

os dados técnicos deste sistema alvo, como que as MAE podem atuar sobre o mesmo.

- Portanto, se torna evidente a serventia do estudo das Vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por Satélite às ações de MAGE para o EB, com a possibilidade de gerar uma contribuição para um crescimento do conhecimento técnico de GE e para a atualização e inovação em suas capacidades, podendo atuar sobre alvos mais nobres e complexos, chegando a ultrapassar o nível tático, atuando em níveis estratégico ou político, tendo em vista o tipo de dados que trafegam pelo meio Satélite.

2. METODOLOGIA

O presente artigo apresenta uma **pesquisa aplicada**, pois a utilização de Sistema de Comunicações por Satélite é uma realidade nos conflitos do século XXI e conhecer as vulnerabilidades deste sistema às ações de MAGE é um problema real e específico a ser solucionado, com o benefício de aumento de informações acerca do Inimigo e da consciência situacional.

Quanto à forma de abordagem, trata-se de uma **pesquisa qualitativa**, cujas variáveis envolvidas no problema pesquisado são “x” - vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por satélite e “y” – ações de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica. O instrumentos de coleta de dados foram pesquisa bibliográfica e entrevista.

Quanto ao objetivo geral de pesquisa, trata-se de uma **pesquisa exploratória**, tendo em vista a taxonomia que nos propusemos a estudar, a saber, **identificar e compreender** as possíveis vulnerabilidades do Sistema Com Satélite.

Esta pesquisa busca compilar informações iniciais sobre o tema, nem por isso menos úteis, já que contribuirão deste já para uma melhor utilização de equipamentos MAGE com capacidade de aquisição de dados satelitais, quando adquiridos pelo Exército Brasileiro.

Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma **pesquisa bibliográfica**, que encontrou óbices devido à peculiaridade do tema, muitas vezes de difícil acesso no domínio público e de levantamento de dados, por meio de uma entrevista à especialista com conhecimentos afins ao tema pesquisado.

E quanto à coleta de dados, foi utilizado um questionário para a obtenção das informações.

O quadro abaixo resume o delineamento deste estudo:

| Pesquisa | Classificação | Modalidade |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------|
| Tipo | quanto à natureza | Aplicada |
| | quanto à abordagem | Qualitativa |
| | quanto ao objetivo geral | Exploratória |
| | quanto aos procedimentos técnicos | Bibliográfica |
| Levantamento | | |
| Técnica | quanto à coleta de dados | Entrevista |

QUADRO 1 – delineamento da pesquisa

Fonte: o autor

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

Para revisão da literatura, foram buscadas informações em fontes amplas e diversas, inclusive algumas estrangeiras (EUA, Espanha e Portugal), com destaque para fontes de renome nacional e internacional tais como Instituições Federais ou Instituições de Ensino Superior.

Verificou-se a dificuldade em encontrar artigos publicados sobre MAGE sobre o meio Satélite, o que possivelmente está relacionado ao fato de esta atividade estar relacionada à GE e à Inteligência do Sinal nos níveis Estratégico e Político. Assim sendo, é uma expertise que não está disponível no domínio público.

Procurou-se superar tal limitação por meio do correlacionamento das fontes sobre os diversos temas envolvidos no problema pesquisado, bem como com os dados obtidos nos outros instrumentos de coleta de dados utilizados.

a. Critério de Inclusão:

- Manuais militares nos campos das Comunicações e da Guerra Eletrônica, Artigos científicos e Trabalhos de Conclusão de Curso abordando os temas: Sistema de Comunicações por Satélite, Subsistema de Com de um Sistema Satélite e ações de MAGE.

b. Critério de exclusão:

- Estudos que abordam a utilização de ações de MAE contra Sistemas de Comunicações por Satélite e que tratem de outros subsistemas do Sistema Satélite distintos do subsistema de Comunicação.

2.2 COLETA DE DADOS

Buscou-se realizar entrevista com oficial do Exército Brasileiro com as seguintes qualificações: Curso no Exército Brasileiro e em outras forças nas áreas de GE e/ou Inteligência do Sinal, experiência como instrutor de GE no CIGE na área de Análise de Sinais ou prática em OM operacional de GE, cursos sobre codificação e decodificação de sinais digitais e cursos em instituições civis na área de TI. Este conjunto muito específico de critérios nos levou a um grupo focal composto por 01 (um) militar a ser entrevistado.

2.2.1 Instrumentos de coleta de dados

Utilizou-se dois instrumentos para coleta de dados:

| Instrumento | Amostra |
|------------------------|--|
| Pesquisa Bibliográfica | Realizar pesquisa exploratória sobre os assuntos relacionados nesta pesquisa: Sistema de Comunicações por Satélite, Subsistema de Comunicações de um Sistema Satélite, Ações de MAGE |
| Entrevista | 01 (um) especialista de GE em Análise de Sinais Digitais, com o objetivo de levantar possíveis vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por Satélite às diversas ações de MAGE |

QUADRO 2 – Instrumentos de Pesquisa
Fonte: O Autor

Para realização da entrevista, foi aplicado um questionário ao especialista visando apontar caminhos que ajudassem a levantar possíveis vulnerabilidades do Sistema alvo desta pesquisa às ações de MAGE, visando, em estudos futuros, verificar como tais vulnerabilidades podem ser exploradas pela GE.

Procurou-se dividir as vulnerabilidades apontadas dentro de cada ação de MAGE: Busca de Interceptação, Monitoração, Localização Eletrônica, Registro e Análise de GE.

2.2.2 Grupo Focal

O principal fator limitador da amostra a ser entrevistada foi a necessidade de uma capacitação técnica muito específica do entrevistado para a coleta dos dados. Após a busca de currículos na plataforma LATES e em outras plataformas de pesquisa, chegou-se à amostra de um especialista em GE que atendesse as seguinte critério de qualificações:

| Nome | Qualificações que justificaram a escolha do entrevistado |
|-------------------------------------|---|
| LEANDRO ARAUJO DA SILVA – Cap EB | <ul style="list-style-type: none"> - Oficial do Exército com ampla experiência profissional em GE; - Conhecimento técnico sobre Análise de Sinal Digital; - Cursos em instituições civis na área de Tecnologia da Informação |

QUADRO 2 – Quadro de Especialista entrevistado

Fonte: O autor

A partir do levantamento do grupo focal a ser estudado, foram formuladas perguntas a serem aplicadas na entrevista, com base na revisão bibliográfica realizada previamente, visando coletar dados que elucidassem o problema pesquisado.

Para analisar dos dados, foi feito o cruzamento das informações obtidas pelos dois instrumentos de coleta de dados utilizados, a pesquisa bibliográfica e a entrevista com especialista na área investigada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compreensão didática do tema, esta seção foi dividida em quatro subseções: 3.1 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SATELITAL, 3.2 SUBSISTEMA DE COMUNICAÇÕES, 3.3 AÇÕES de MAGE, para as quais foi utilizado como instrumento de coleta de dados a pesquisa bibliográfica e uma quarta subseção, 3.4 DISCUSSÃO DA ENTREVISTA, para a qual foi utilizado um questionário para obter dados de especialista qualificado no tema.

Somente após compreender o funcionamento geral de um sistema satelital, em seguida mais especificamente do seu subsistema de comunicações, é possível identificar vulnerabilidades e inferir como cada uma das ações de MAGE podem atuar sobre este alvo eletrônico.

3.1 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SATELITAL

O Manual C11-1: Emprego para as Comunicações traz as seguintes definições básicas:

“4-2. CONCEITOS BÁSICOS a. Meios de Transmissão (1) Definição - Os meios de transmissão são veículos que conduzem a informação levada de um ponto a outro. (2) Tipos - São três os tipos de meios de transmissão: (a) Ondas eletromagnéticas; (b) Meios físicos; (c) Mensageiro. b. Terminais de Comunicações (1) Definição - São equipamentos destinados a transmitir ou receber uma mensagem. O telégrafo, o telefone, o fax, o rádio, o microcomputador e o teleimpressor são exemplos de terminais de comunicações.” (BRASIL, 1997, p. 4-1).

Assim sendo, o Satélite, mesmo não sendo citado explicitamente tendo em vista a data da publicação deste manual, pode ser entendido como um terminal de comunicações que utiliza ondas eletromagnéticas como meio de transmissão.

O Sistema de Comunicações por Satélite pode ser definido da seguinte maneira:

“a. Sistema de enlace por satélite (1) A base do sistema de enlace por satélite é uma estação rádio - repetidora espacial, onde o sinal transmitido ao espaço é igual ao sinal recebido em terra em decibéis (dB), mesmo com a atenuação em espaço livre. Visa cobrir vasta região e vencer grandes distâncias.” (BRASIL, 1997, p.2-4)

Este sistema é um exemplo de sistema de comunicações de longo alcance, cujos equipamentos são capazes de fornecer, seja para dados ou voz, comunicações seguras, pelo meio de transmissão rádio, seja em operações táticas ou para fins logísticos ou administrativos, por enlaces de micro-ondas, ou por link satélite – SATCOM. (BRASIL, 2015).

Funcionamento de Sistema de Comunicações por Satélite em linhas gerais: existem duas ou mais estações em solo, podendo estar localizadas a longas distancias entre si, sem necessidade de visada direta, que se comunicam realizando o apontamento de suas antenas para um satélite, que é uma estação de retransmissão do sinal, localizada na órbita da Terra. Para tal não é necessária a visada direta entre as estações terrenas, mas tão somente a visada

ao satélite, cujo principal obstáculo físico para o estabelecimento do link se materializa nas más condições do tempo, em especial, as chuvas. (NETO, 2015)

Para finalizar essa seção relativa ao funcionamento geral do Sistema Satelital, vale conhecer o funcionamento dos diversos subsistemas que o compõe (MARTINÉZ, Ramón e CALVO, Miguel, 2009):

- a) Subsistema de Controle Orbital, Posição e Propulsão. Tem por finalidade manter a posição orbital por meio de correções periódicas;
- b) Subsistema de Energia: Proporciona energia elétrica ao satélite por meio de energia solar;
- c) Subsistema de Controle Térmico: Mantém reguladas as margens de temperatura adequadas ao correto funcionamento do sistema;
- d) Subsistema de Processamento de Dados: É o cérebro do sistema, responsável pelo controle e distribuição de informação entre os subsistemas;
- e) Subsistema de Telecomando, Telemetria e Seguimento: Mede os parâmetros orbitais e outros para controlar o funcionamento do satélite;
- f) Subsistema de Antenas: Captura e irradia sinais;
- g) Subsistema de Comunicações: Recebe, amplifica, processa e transmite os sinais às estações terrenas.

Os subsistema Comunicações constitui o “core” objeto desta pesquisa.

3.2 SUBSISTEMA DE COMUNICAÇÕES

Um dos grandes benefícios da utilização do Satélite, por meio de seu subsistema de comunicações, é a possibilidade de estabelecimento de conectividade ponto – multiponto, com uma estação espacial conectando diversas estações terrenas. Além disso, é necessário que o transponder localizado no Satélite seja capaz de realizar um gerenciamento inteligente da banda de frequência a ser alocada pra cada usuário ou estação terrena, evitando colisão dentre os sinais transmitidos por cada usuário do sistema. Tal técnica é denominada múltiplo acesso, cujos principais tipos são: FDMA, TDMA e CDMA. (PROTZEK, Marcio A; DESCARDECI, José R, 2001)

A figura abaixo exemplifica o uso do Subsistema de Comunicação Satélite por duas estações terrenas. Note que cada estação transmite em uma frequência, no que é conhecido como “*up link*” e recebe em outra, chamada de “*down link*”:

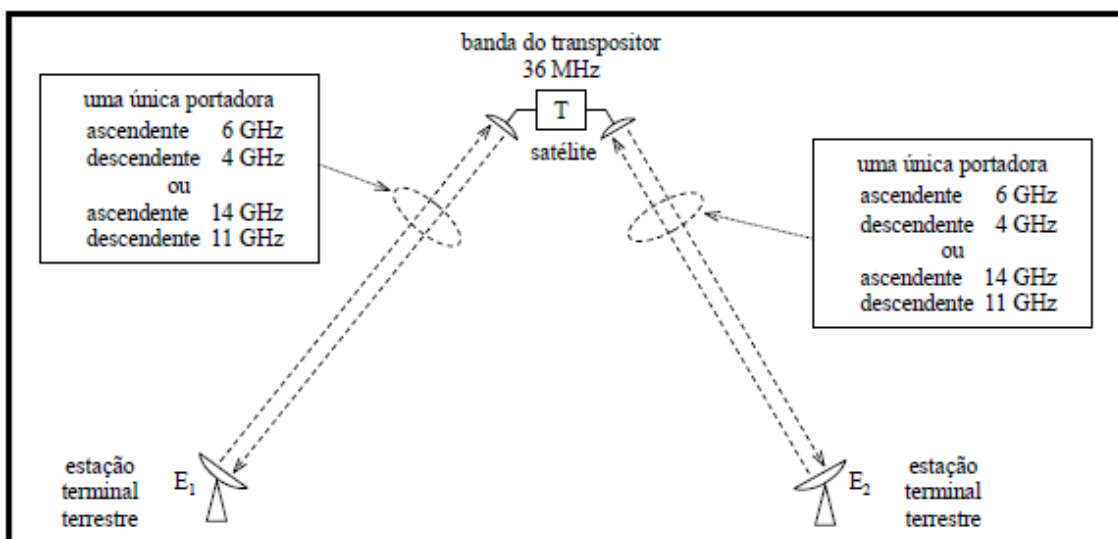


FIGURA 1 – Esquema de básico de acesso simples a satélite

Fonte: LEITÃO, Mário J M, disponível em: <
https://web.fe.up.pt/~mleitao/SRCO/Teoricas/SRCO_SAT.pdf>. Acesso em 01 Jul. 2018.

O sinal passa pelas seguintes fases numa estação terrena até a sua transmissão para a estação satelital: a informação analógica ou digital é modulada em uma frequência intermediária (FI), que geralmente assume os valores de 70 ou 140 MHz na maioria dos sistemas. Nos sistemas digitais, as modulações predominantes são 2FSK, BPSK, QPSK, 8PSK E 16 QAM. Em seguida o sinal em FI é convertido pelo “up-converter” para a frequência de transmissão adequada, nas bandas “C” ou “X” ou “Ka” ou “Ku”, entre outras. (MARINS, Carlos N M, 2004).

Na estação satélite, o sinal passa por processo semelhante antes de ser retransmitido para a estação terrena, com a diferença que onde se lê up, usamos o termo “down-converter”.

Isso resume o percurso do sinal entre estação terrena transmissora – estação satélite – estação terrena receptora.

A partir desse conhecimento prévio sobre o “caminho do sinal” no Sistema de Comunicações por Satélite, podemos partir para o processo de análise do sinal digital interceptado pelas MAGE. O método que resume os passos a serem realizados desde a ação de MAGE aquisição do sinal até a extração do conteúdo e sua posterior análise são as seguintes seguintes:

O processo de análise de um sinal digital consiste, em síntese, nos seguintes passos: selecionar um sinal gravado na base de dados e importar para a ferramenta específica de análise técnica. Identificar e descartar sinais analógicos e sinais que não são de interesse. Medir os parâmetros técnicos do sinal e identificar o protocolo de transmissão utilizado. Selecionar o decoder com o sistema de código apropriado para extrair o conteúdo da transmissão. Caso o sinal não seja decodificado (ou apresente erros), selecionar o demodulador universal e analisar os símbolos a fim de encontrar pistas

adicionais sobre o protocolo utilizado. (LOSS apud SILVA, Leandro A, 2015, p.)

3.3 AÇÕES DE MAGE

Esta seção tem por finalidade esclarecer o conceito de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica segundo a doutrina militar terrestre, bem como explicar sucintamente cada ação de MAGE, para que futuramente se possa relacionar este conhecimento com as possibilidades de atuação deste ramo da GE tendo como alvo um Sistema de Comunicações Satelital.

O Manual C 34-1 EMPREGO DA GUERRA ELETRÔNICA traz a seguinte definição de Medidas de Apoio de GE:

“ ... MAGE é o ramo da GE, de natureza passiva, que visa obter dados e informações das emissões eletromagnéticas do inimigo por meio de suas ações.” (BRASIL, 2009, p. 3-1)”

Este manual explica ainda que as emissões inimigas, após interceptadas, analisadas e integradas com outras fontes, são capazes de fornecer informações valiosas ao Comandante (Cmt) de operações, a saber: valor da força oponente, seu desdobramento etc, visando mensurar ameaças, orientar o planejamento e utilização de MAE e elaborar a Ordem de Batalha Eletrônica do Inimigo (OBEI) (BRASIL, 2009)

Já o Exército Americano traz a seguinte definição de MAGE:

“Electronic warfare support is a division of electronic warfare involving actions tasked by, or under direct control of, an operational commander to search for, intercept, identify, and locate or localize sources of intentional and unintentional radiated electromagnetic energy for the purpose of immediate threat recognition, targeting, planning, and conduct of future operations (JP 3-13.1). Electronic warfare support enables U.S. forces to identify the electromagnetic vulnerability of an adversary's electronic equipment and systems. Friendly forces take advantage of these vulnerabilities through EW operations.” (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2012, p 1-6)

Pode-se perceber que é um conceito um pouco mais amplo que o presente no Manual Emprego da Guerra Eletrônica C34-1, pois a GE, segundo o entendimento daquele exército, visa atuar sobre fontes intencionais e não intencionais de radiação eletromagnética com o objetivo de reconhecer uma ameaça imediata, identificar possíveis alvos, auxiliar no planejamento e condução de operações futuras. Busca também identificar as vulnerabilidades dos equipamentos e sistemas inimigos.

Análogo ao nosso manual, o Americano FM 3-36: *Electronic Warfare* (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2012, tradução nossa) aprofunda o conceito mostrando os benefícios que podem ser obtidos por meio das ações de MAGE, entre eles:

- Colaborar com outras fontes de informação ou inteligência;
- Conduzir ou direcionar os ataques eletrônicos das forças amigas;
- Iniciar medidas de autoproteção;
- Alimentar sistemas de armas com informações sobre o inimigo;
- Dar suporte aos esforços para a proteção eletrônica;
- Criar ou atualizar os bancos de dados de Guerra Eletrônica;
- Dar suporte a atividades “ciber eletromagnéticas”

Já o Exército espanhol traz a seguinte definição de *Actividades de Apoyo Electrónico*, que é o mesmo que as nossas MAGE:

“*Son actividades encaminadas a buscar, interceptar e identificar las emisiones electromagnéticas, así como a localizar su procedencia. La finalidad de estas actividades es la obtención de conocimiento acerca de la situación electromagnética (Orden de Batalla Electrónico OBE), y el reconocimiento inmediato de la amenaza.*” (ESPANHA, 2009, p.18)

Percebe-se que os conceitos nos três países são bem próximos e que o “core” das MAGE é o uso de equipamentos e tecnologias para explorar as radiações eletromagnéticas inimigas, com o objetivo de levantar informações que aumentem a consciência situacional sobre as atividades em andamento e futuras do inimigo, proporcionando informações de grande valor para o planejamento das futuras ações de nossas forças.

A doutrina militar do EB divide as MAGE em cinco, segundo o Manual C 34-1 EMPREGO DA GUERRA ELETRÔNICA (Brasil, 2009):

- a) Busca de Interceptação (BI) – É a “varredura” intencional em uma faixa ou faixar de frequência, para encontrar sinais ativos de interesse, realizando a medição dos seus parâmetros técnicos;
- b) Monitoração (Mon) – Ação que visa, durante determinado tempo, monitorar um sinal eletromagnético de interesse para obter dados;
- c) Localização (Loc Elt) – Visa utilizar equipamentos eletrônicos para determinar a provável localização geográfica de um alvo emissor de ondas eletromagnéticas;
- d) Registro (Reg) – Tem por finalidade o armazenamento de dados de conteúdo e de parâmetros técnicos obtidos das emissões interceptadas e monitoradas, para uma posterior análise ou reprodução;

e) Análise de GE (Anl GE) – É um método de investigação, correlacionamento e interpretação dos dados obtidos a partir das emissões interceptadas, no intuito de gerar um conhecimento útil oriundo da fonte Sinais.

Algumas das ações de MAGE possuem subdivisões, cujos conceitos serão abordados neste estudo, se necessários.

3.4 DISCUSSÃO DA ENTREVISTA

Foi entrevistado especialista com amplo conhecimento nas áreas de GE, análise de sinal digital, além de possuidor de cursos em instituições civis na área de tecnologia da informação. Sua ampla formação foi imprescindível para sua seleção para esta pesquisa, cumprindo todos os critérios previamente levantados durante o levantamento de especificações segundo a metodologia utilizada. O quadro abaixo resume o currículo do entrevistado nas áreas afetas à pesquisa:

| Nome | Currículo do Entrevistado |
|-------------------------------------|--|
| LEANDRO ARAUJO DA SILVA – Cap EB | Curso Básico de GE para Oficiais Curso de Intlg Sin Of Curso Doutrinário de GE (FAB) Estágio de Anl Emissões Eletromagnéticas Graduando em Computação pela UNB Especialização <i>Lato-Sensu</i> em Perícia Digital pela UCB Extensão em Sistemas de Comunicações Críticas pela UNB Cursos de capacitação do sistema MAGE do SISFRON |

QUADRO 3 – Quadro do Currículo do Especialista Entrevistado

Fonte: O autor

O questionário completo, com a transcrição completa das respostas do especialista entrevistado encontra-se no ANEXO “A” deste artigo científico. Foram realizadas as seguintes perguntas:

1. Qual a relevância para o EB que o senhor atribui ao tema desta pesquisa: Vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por Satélite às ações de MAGE?

2. Qual o melhor caminho, na sua opinião, para investigar o referido tema?

3. Como o senhor descreveria de forma sucinta o processo de exploração pelas MAGE de um sinal digital transmitido via rádio e como se dá o processo para obtenção de informações sobre o emissor e da mensagem original em claro?

4. Quais semelhanças e o senhor enxerga entre utilizar ações de MAGE para explorar vulnerabilidades de um Sistema Rádio em UHF com transmissão de dados codificados digitalmente e a utilização das MAGE explorando um Sistema de Comunicações por Satélite?

5. Quais diferenças e o senhor enxerga entre utilizar ações de MAGE para explorar vulnerabilidades de um Sistema Rádio em UHF com transmissão de dados codificados digitalmente e a utilização das MAGE explorando um Sistema de Comunicações por Satélite?

6. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema de Comunicações por Satélite à ação de MAGE BUSCA DE INTERCEPTAÇÃO?

7. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema de Comunicações por Satélite à ação de MAGE MONITORAÇÃO?

8. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema de Comunicações por Satélite à ação de MAGE LOCALIZAÇÃO ELETRÔNICA?

9. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema de Comunicações por Satélite à ação de MAGE REGISTRO?

10. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema de Comunicações por Satélite à ação de MAGE ANÁLISE DE GE?

As respostas do entrevistado trouxeram as seguintes informações **de acordo com a sua opinião, nos itens 3.4.1 e 3.4.2 deste artigo:**

3.4.1 Sobre a relevância do tema para o Exército Brasileiro

O tema da pesquisa tem grande relevância para o Exército Brasileiro no escopo das comunicações, já que o EB utiliza o Sistema de Comunicação por Satélite tanto de forma institucional (SISCOMIS), quanto em versões comerciais (BGAN, IRIDIUM, etc);

A importância e vantagens da pesquisa também se confirmam na área da GE, pois o Sistema de Comunicações por Satélite também é utilizado por outros países e muitos deles já possuem expertise sobre uso da GE sobre este sistema. Logo, tal capacidade apresenta relevância tática e estratégica;

3.4.2 Sobre a utilização de ações de MAGE contra o alvo Sistema de Comunicações por Satélite

Primeiro passo: é preciso identificar o sinal de interesse emitido pelo satélite no espectro eletromagnético. Segundo passo: identificar se se trata de um sinal analógico ou digital. Caso seja um sinal digital é preciso identificar qual método de transmissão foi utilizado, já que um sinal digital nada mais é do que uma onda transmissora analógica que carrega informação digital.

Sobre a informação transmitida, ela pode ser originalmente digital (um texto escrito em um computador ou um arquivo, por exemplo) ou analógica. Para o caso de uma informação analógica (voz, por exemplo), ela é digitalizada antes de ser transmitida.

A grande dificuldade é identificar esse método e para isso, a maneira mais conhecida é a medição de parâmetros técnicos do sinal. Em seguida, os valores medidos devem ser comparados com uma base de dados sobre sinais. Esta comparação visa identificar o método de digitalização utilizado ou reduzir o universo de possibilidades. Por fim, ao aplicar-se ao sinal o decodificador correto, é obtida a mensagem original transmitida.

Existem protocolos para transmissão de dados por meio rádio em frequências UHF e superiores que são de domínio público, pois sistemas de comunicações complexos utilizam equipamentos de diferentes fabricantes, que necessitam de interoperabilidade. O uso desses protocolos pelo sistema alvo dessa pesquisa pode ser destacado como uma vulnerabilidade do Sistema às

ações de MAGE, com a ressalva de que existe uma camada de segurança nesses protocolos públicos cuja superação não é trivial. Tal falta pode ser considerado uma vulnerabilidade a ser explorada pela ação de MAGE Análise de GE.

Em relação a ação de MAGE aquisição: é muito mais fácil realizar a aquisição transmitido por um Sistema de Comunicação Satélite do que de um sinal em UHF transmitido entre estações terrenas, tendo em vista que o primeiro alvo transmite para uma área do globo terrestre, enquanto que o segundo alvo utiliza, invariavelmente, links extremamente direcionais.

Segundo o entrevistado, sobre a ação de MAGE Loc Elt, ela pode ser realizada contra um Sistema de Comunicações por Satélite em teoria, com a facilidade de que a localização de muitos satélites é de domínio público, salvo engano.

Sobre a ação de MAGE Registro, o especialista não conhece uma vulnerabilidade específica, mas julga que a largura de banda do sinal neste tipo de sistema pode ser uma dificuldade a ser superada, por ser muito larga.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo geral responder ao seguinte questionamento: Quais vulnerabilidades de um Sistema de Comunicações por Satélite podem ser exploradas por cada uma das ações de MAGE?

Para isso, foram traçados alguns objetivos intermediários específicos, que permitiram um estudo lógico do tema escopo deste trabalho. Tais degraus foram galgados como veremos abaixo:

Verificou-se a relevância e utilidade do tema para o Exército Brasileiro, já que o Sistema de Comunicações por Satélite é utilizado por diversos países, para fins civis e militares, desde o nível tático até o estratégico e político;

Estudou-se o funcionamento genérico de um Sistema de Comunicações por Satélite, com destaque para uso de estação espacial e terrestres com uso de frequências para o “*up link*” e para o “*down link*”, uso do sinal digital com seus respectivos protocolos neste sistema e o tratamento deste sinal durante o processo de transmissão, além de uma exposição sucinta das funções dos subsistemas da estação Satélite, com destaque para o subsistema de comunicações.

Foi abordado o conceito de Medidas de Ação de Guerra Eletrônica, comparando a doutrina dos Exércitos Brasileiro, Americano e Espanhol. A partir deste entendimento, foi possível descrever cada das ações de MAGE: Busca de Interceptação (BI), Monitoração (Mon), Localização Eletrônica (Loc Elt), Registro (Reg) e Análise de GE (Anl GE).

Realizou-se entrevista à oficial do EB especialista na área de Análise de Sinais Digitais, com ampla experiência em Guerra Eletrônica, tendo concluído diversos cursos em instituições civis e militares relativos ao assunto pesquisado, que permitiu uma rica coleta de dados que, juntamente com a pesquisa bibliográfica realizada, possibilitou chegar a uma série de conclusões relacionadas às vulnerabilidades que podem ser exploradas por cada ação de MAGE, a saber:

O fato de o posicionamento de diversos satélites ser de domínio público bem como a utilização de uma cobertura uma área do globo ao invés de utilizar enlaces direcionais constituem vulnerabilidades às ações de Aquisição e Localização Eletrônica;

Quanto à ação registro, não foi levantada nenhuma vulnerabilidade específica, mas destacada uma possível dificuldade que é a alta largura de banda de um sinal de Satélite, exigindo equipamentos com tal capacidade. O mesmo raciocínio vale para a ação Monitoração;

Por fim, identificou-se como vulnerabilidade à ação Análise de GE o uso de protocolos digitais de domínio público nos Sistemas de Comunicação por Satélite, que possibilitam o uso de um método, não trivial, de análise do sinal digital com a medida de parâmetros digitais e uso de decodificadores universais e específicos visando a extração do conteúdo original em claro da mensagem transmitida.

Com isso, conclui-se que os objetivos geral e específico foram plenamente atingidos e com isso, levantaram-se diversas vulnerabilidades do Sistema de Comunicações por Satélite às ações de MAGE, o que não significa que seja simples a exploração das mesmas.

Propõe-se como solução para o crescimento do conhecimento no tema o aprofundamento dos estudos técnicos sobre o Sistema de Comunicações por Satélite, levantamento de equipamentos MAGE que atuem sobre esse sistema e a realização de testes práticos nos mesmos para verificar a sua eficácia.

O presente estudo visa contribuir para a atualização e engrandecimento da Guerra Eletrônica e servir como base para os próximos, para que a GE do Exército Brasileiro possa continuar a garantir o domínio do espectro eletromagnético no contexto dos combates modernos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército. **C 34-1: Emprego da Guerra Eletrônica**. 2. ed. Brasília, DF, 2009.

_____. _____. **C11-1: Emprego das Comunicações**. 2. ed. Brasília, DF, 1997.

_____. _____. **EB-MC-10.205: Comando e Controle**. 1. ed. Brasília, DF, 2015.

_____. _____. **C 11-20: Batalhão de Comunicações**. 1. ed. Brasília, DF, 2013.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, Exército. **FM 3-36: *Electronic Warfare, Headquarters, Department of the Army***. Washington, DC, 2012.

ESPANHA, Ministério de Defesa. ***Monografías del Sistema de Observación e Prospectiva Tecnológica: La Guerra Electrónica en Espana***. Madrid. Espanha, 2009.

LEITÃO, Mario J M. **Sistemas de Comunicação Por Satélite**. Universidade do Porto. Porto, Portugal. Disponível em: <https://web.fe.up.pt/~mleitao/SRCO/Teoricas/SRCO_SAT.pdf>. Acesso em 01 Jul. 2018.

MARINS, Carlos N M. **Estudo Analítico e Numérico de um Enlace Digital via Satélite em Condição Orbital Geoestacionária**. 2004. 185 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Telecomunicações, Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais, 2004

MARTINÉZ, Ramón; CALVO, Miguel. ***Comunicaciones por Satélite: Subsistemas del Satélite. Curso 2008-09***. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid – 2009. Disponível em : <<http://www.gr.ssr.upm.es/docencia/grado/csar/material/CSA08-3-Subsistemas.pdf>>. Acesso em 01 Set. 2018.

NETO, Vicente Morais - **Sistemas de Comunicação – Serviços, Modulação e Meios de Transmissão**. São Paulo, 2015. 176 p.

PROTZEK, Marcio A; DESCARDECI, José R – Comunicações por Satélite - Técnicas de Transmissão Multiplexação, e Acesso. **Telecomunicações**, v.4, n.2, dez. 2001, CEFET – PR.

SILVA, Leandro A – **O Emprego de Carving em Apoio às Atividades de Radio Intelligence: Sinais Digitais em High Frequency**. Brasília, 2015.

ANEXO “A” – ENTREVISTA

ENTREVISTA SOBRE O TEMA VULNERABILIDADES DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SATELITAL ÀS AÇÕES DE MAGE

Este instrumento de coleta de dados é parte integrante da especialização em Ciências Militares do Cap Com Rudy Brandão Cunha, cujo tema é Vulnerabilidades do Sistema de Comunicações Satelital às ações de MAGE.

Este estudo visa dar o pontapé inicial na pesquisa sobre este tema, de enorme relevância para a Guerra Eletrônica no Século XXI, tendo em vista a ampla utilização do Sistema Com Satelital nos combates modernos.

A sua experiência profissional e expertise sobre o tema contribuirá enormemente para esta pesquisa, colaborando para o aperfeiçoamento técnico da GE em nossa força. É muito importante que o senhor acrescente, se desejar, suas opiniões a respeito do tema, independente das perguntas contidas nesta entrevista.

Desde já agradeço a colaboração estou à disposição para quaisquer esclarecimentos por meio dos seguintes contatos:

Rudy Brandão Cunha (Cap Com – AMAN 2008)

Celular / whatsapp: (11) 988354015

E-mail: rudysbrandao@gmail.com

Identifique seu Posto, Nome e complemento com suas qualificações relacionada ao tema pesquisado (Cursos e Estágios nas áreas de GE e de Inteligência do Sinal, experiência profissionais relevantes, outros cursos na área de TI relacionados ao assunto etc)

Cap Com Leandro Araújo da Silva

Curso Básico de GE para Oficiais

Curso de Intlg Sin Of

Curso Doutrinário de GE (FAB)

Estágio de Anl Emissões Eletromagnéticas

Graduando em Computação pela UNB

Especialização *Lato-Sensu* em Perícia Digital pela UCB

Extensão em Sistemas de Comunicações Críticas pela UNB

Cursos de capacitação do sistema MAGE do SISFRON

1. Qual a relevância para o EB que o senhor atribui ao tema desta pesquisa: Vulnerabilidades do Sistema de Comunicações Satelital às ações de MAGE?

Do ponto de vista da segurança das comunicações, o conhecimento dessas vulnerabilidades é fundamental, uma vez que o EB utiliza esse sistema (tanto uma versão institucional – SISCOMIS, quanto versões comerciais – BGAN, IRIDIUM). Esse conhecimento permite ao EB utilizar o sistema Com Sat de forma consciente, adotando as medidas pertinentes à segurança.

Do ponto de vista da GE, também é fundamental dominar a capacidade de coleta de dados desse sistema. Essa atividade já é desempenhada em larga escala por outros países desde o surgimento das comunicações satelitais. Tendo em vista a utilização do sistema satelital por outros países, essa capacidade apresenta relevância tática e, principalmente, estratégica.

2. Qual o melhor caminho, na sua opinião, para investigar o referido tema?

O primeiro passo seria investigar o que já é feito por outros países. O consórcio Echelon celebrado entre países de língua inglesa após a II GM iniciou essa coleta de dados tão logo surgiram os sistemas de Com Sat. Existe material a respeito disponível na internet (a maior parte em inglês). Nos últimos anos a NSA tem retirado a classificação sigilosa de vários documentos oficiais sobre COMINT nos EUA. Alguns desses documentos podem servir de fonte. Manuais americanos e outros documentos. O próprio site da NSA talvez contenha algum dado relevante. Outro site interessante para pesquisa é o site da Naval PostGraduate School (NPS). Eles recebem alunos de todo o mundo que realizam pesquisas sobre diversos temas militares, dentre eles COMINT.

Por fim, tenho visto várias obras de origem alemã (disponíveis em inglês) sobre o tema de COMINT e ou GE – pode ser que se encontre algo a respeito de MAGE em sistemas Com Sat.

3. Como o senhor descreveria de forma sucinta o processo de exploração pelas MAGE de um sinal digital transmitido via rádio e como se dá o processo para obtenção de informações sobre o emissor e da mensagem original em claro?

O primeiro passo é identificar a presença desse sinal no espectro e realizar o registro do mesmo, uma vez que tenha sido classificado como de

interesse. O passo seguinte é identificar (caso ainda não tenha sido feito) que de fato se trata de um sinal digital. Na sequência é preciso saber qual método de transmissão foi empregado. Isso porque, em termos de comunicações por rádio, um sinal digital é, via de regra, uma onda analógica transportando uma informação digital.

Sobre a informação transmitida, ela pode ser originalmente digital (um texto escrito em um computador ou um arquivo, por exemplo) ou analógica. Para o caso de uma informação analógica (voz, por exemplo), ela é digitalizada antes de ser transmitida.

O fato é que a informação digital, originalmente ou não, é inserida na onda analógica por meio de um processo de modulação. Sendo assim, todos esses passos tem que ser desfeitos quando um sinal digital é interceptado. A dificuldade reside no fato em que não se sabe como o processo foi originalmente feito (em muitos casos). Sendo assim, é necessário investigar o sinal, medindo seus parâmetros técnicos. Os parâmetros disponíveis para medição dependem do tipo de método de transmissão empregado.

Os valores medidos são comparados com valores previamente armazenados em uma base de dados. Essa base contém características típicas de vários métodos de transmissão de modo a permitir a identificação de um método por meio da comparação supracitada. Nem sempre é possível reduzir o universo de possíveis métodos a um único método de transmissão, contudo esse processo já reduz a quantidade de decodificadores a serem testados. Uma vez identificado o decodificador correto, ainda pode ser necessário ajustar alguns outros parâmetros de modo a obter a informação de maneira inteligível.

Por exemplo, o tipo de alfabeto utilizado (caso se trate da transmissão de textos). Outro dificultador é a transmissão de arquivos, porque após a decodificação, o conteúdo exibido será um binário (ininteligível). Isso pode induzir à falsa ideia de que houve um erro no processo. Contudo, o que se faz necessário é uma etapa adicional denominada pós-processamento, na qual o binário será identificado como um arquivo de determinado tipo. (uma descrição referenciada pode ser encontrada no link: <https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/10869/5807/5/Leandro%20Ara%C3%B4%20da%20Silva.pdf>).

4. Quais semelhanças e o senhor enxerga entre utilizar ações de MAGE para explorar vulnerabilidades de um Sistema Rádio em UHF com

transmissão de dados codificados digitalmente e a utilização das MAGE explorando um Sistema de Com Satelital?

A primeira delas é que, salvo melhor juízo, existem algumas frequências utilizadas por sistemas Sat na faixa de UHF.

A segunda, é que protocolos de transmissão de informações por rádio em frequências UHF e superiores, muitas das vezes, seguem padrões definidos e disponíveis para o público, com o objetivo de proporcionar interoperabilidade entre equipamentos de diferentes fabricantes. Isso pode ser um facilitador para o trabalho de GE. Contudo, invariavelmente, existe uma camada de segurança nesses protocolos não trivial de ser superada.

5. Quais diferenças e o senhor enxerga entre utilizar ações de MAGE para explorar vulnerabilidades de um Sistema Rádio em UHF com transmissão de dados codificados digitalmente e a utilização das MAGE explorando um Sistema de Com Satelital?

Em termos de aquisição do sinal, é muito mais fácil realizar a aquisição de um sinal oriundo de um satélite (que transmite para uma área do globo terrestre) que de um sinal em UHF entre estações terrenas (invariavelmente utilizado em links extremamente direcionais).

Loc Elt de um satélite pode ser viável em teoria, mas não sei na prática (às vezes até a localização do satélite é de domínio público).

Seguramente os métodos de transmissão empregados são distintos.

6. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema Com Satelital à ação de MAGE BUSCA DE INTERCEPTAÇÃO?

Já mencionado.

7. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema Com Satelital à ação de MAGE MONITORAÇÃO?

Está vinculada à vulnerabilidade anterior.

8. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema Com Satelital à ação de MAGE LOCALIZAÇÃO ELETRÔNICA?

Já mencionado

9. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema Com Satelital à ação de MAGE REGISTRO?

Na verdade o que pode ocorrer é uma dificuldade (que também pode ser enfrentada nas ações relacionada à aquisição), relativa à largura de banda do sinal. O sistema receptor deve ter a capacidade adequada em termos de largura de banda.

10. O senhor consegue inferir alguma possível vulnerabilidade do Sistema Com Satelital à ação de MAGE ANÁLISE DE GE?

Conforme mencionado sobre padrões abertos.

OBRIGADO PELA COLABORAÇÃO!

Leandro Araujo Silva – Cap

Entrevistado