

**MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK**

**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM
GUERRA ELETRÔNICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**SISTEMAS DE DETECÇÃO MAGE EM MEIOS DE SUPERFÍCIE DA MARINHA DO
BRASIL**



1º Ten LUIZ CARLOS RODRIGUES DA SILVA

Rio de Janeiro
2021

1º Ten LUIZ CARLOS RODRIGUES DA SILVA

SISTEMAS DE DETECÇÃO MAGE EM MEIOS DE SUPERFÍCIE DA MARINHA DO
BRASIL

Monografia apresentada ao Centro de Instrução
Almirante Wandenkolk como requisito parcial à
conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em
Guerra Eletrônica.

Orientadora: Prof.^a Beatriz Alencar Ribeiro, MSc

CIAW
Rio de Janeiro
2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

1ºTen LUIZ CARLOS RODRIGUES DA SILVA

SISTEMAS DE DETECÇÃO MAGE EM MEIOS DE SUPERFÍCIE DA MARINHA DO
BRASIL

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica.

Aprovada em _____

Banca Examinadora:

Beatriz Alencar Ribeiro, MSc – CIAW _____

Erasmus Couto Brazil de Miranda, PhD – PUC RIO _____

CT Vinicius Cavalcante da Silva, BSc – ComForMinVar _____

Dedico esse trabalho à minha mãe que sempre me incentivou aos estudos e à minha esposa que me dá forças para permanecer neles.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades e pessoas que colocou na minha vida. Sem essas experiências não seria quem sou hoje.

Agradeço à minha mãe, Maria Liduina, que com muito esforço e dedicação foi capaz de me proporcionar a melhor educação possível e de me ensinar valores morais.

Agradeço à minha esposa Maria Fernanda pelo apoio diário e pelo amor que tem por mim.

Agradeço à minha orientadora Beatriz Alencar Ribeiro, pela orientação e incentivo a este trabalho.

Agradeço aos professores, mestres e doutores que deram aula para o Curso de Aperfeiçoamento em Guerra Eletrônica, pois contribuíram demasiadamente para minha formação acadêmica.

Agradeço aos membros da banca examinadora por aceitarem o convite.

Também agradeço a todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização desta monografia.

*“A evolução do Homem passa, necessariamente,
pela busca do conhecimento”.*

(Sun Tzu)

SISTEMAS DE DETECÇÃO MAGE EM MEIOS DE SUPERFÍCIE DA MARINHA DO BRASIL

Resumo

O foco deste trabalho é apresentar os atuais sistemas de detecção em Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica (MAGE) da Marinha do Brasil e fazer uma comparação técnica e operativa entre eles. O motivo desta comparação é evidenciar qual o melhor sistema de detecção MAGE que o Brasil possui atualmente. Para alcançar este objetivo, foi necessário levantar os meios que possuem essa tecnologia, o estado atual dos equipamentos e do pessoal qualificado a operá-los. A metodologia empregada é composta de pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa através de pesquisa bibliográfica e de campo. É feita uma contextualização histórica sobre Guerra Eletrônica (GE) e contextualização de suas ramificações. Durante a pesquisa foi possível verificar as diferenças entre os sistemas MAGE UAA-, B1BW, que são estrangeiros e o MAGE ET/SLR-1 de origem nacional. Ao término das comparações concluiu-se que o MAGE defensor é superior aos demais estudados e atende melhor as necessidades atuais da Marinha do Brasil.

Palavras- chave: Marinha do Brasil. MAGE B1BW. MAGE ET/SLR-1 Defensor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da CGE	14
Figura 2 – Estrutura das AGE	15
Figura 3 – Estrutura da MGE	16
Figura 4 – Representação da Batalha Naval Russo-Japonesa	17
Figura 5 – Console do Operador do MAGE UAA-2	23
Figura 6 – Identificação dos Componentes do Console do Operador de MAGE	25
Figura 7 – Componentes do MAGE ET/SLR-1	26

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGE	Ações de Guerra Eletrônica
APEI	Aprestamento Eletrônica
BME	Biblioteca de Missão Eletrônica
CGE	Capacidade de Guerra Eletrônica
CGEM	Centro de Guerra Eletrônica da Marinha
CGAEM	Centro de Guerra Acústica e Eletrônica da Marinha
CT&I	Ciência Tecnologia e Inovação
DBM	Doutrina Básica da Marinha
EMA	Estado Maior da Armada
FFAA	Forças Armadas
FCG	Fragatas Classe Greenhalgh
FCG	Fragatas Classe Niteroi
GE	Guerra Eletrônica
IPqM	Instituto de Pesquisa da Marinha
INTCOM	Inteligência de Comunicações
INTELT	Inteligência Eletrônica
LPI	Low Probability Interception
MAE	Medidas de Ataque Eletrônica
MAGE	Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica
MB	Marinha do Brasil
MGE	Medidas de Guerra Eletrônica
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
PAU	Parameter Anallising Unit
RETROM	Reconhecimento Eletrônico

SIGE-Fênix	Sistema de Informação de Guerra Eletrônica Fênix
SO	Sistema Operacional
UP	Unidade de Processamento

LISTAS DE SÍMBOLOS

°C graus célsius

GHz Giga-Hertz

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Justificativa e Relevância	13
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 Organização da Monografia	15
2 GUERRA ELETRÔNICA	17
2.1 Histórico da Guerra eletrônica	19
2.1.1 Batalha Naval de Tsushima	20
2.1.2 Primeira Guerra Mundial	21
2.1.3 Segunda Guerra Mundial	21
2.1.4 Guerra do Vietnã	21
2.1.5 Guerra dos seis dias	22
2.1.6 Batalha de Yom Kippur	22
2.1.7 Histórico da MB no cenário da GE	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 Classificação da Pesquisa	24
3.1.1 Classificação Quanto aos Fins	24
3.1.2 Classificação Quanto aos Meios	24
3.2 Limitações do Método	25
3.3 Coleta e Tratamento dos Dados	25
4 SISTEMAS MAGE DOS MEIOS DE SUPERFÍCIE DA MB	26
4.1 MAGE UAA-2	26
4.2 MAGE CUTLASS BIBW	28
4.3 MAGE ET/SLR-1	29
5 COMPARAÇÃO TÉCNICA	31

6 CONCLUSÃO	33
6.1 Considerações Finais	33
6.2 Sugestões para futuros trabalhos	33
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Uma nação, mesmo em tempos de paz, deve ser capaz de proteger a sua soberania perante as demais nações. Para tanto é necessário investir em uma boa relação internacional com os demais países e na capacidade beligerante para atacar e se defender, caso seja necessário.

Quando o diálogo não é suficiente, as Forças Armadas (FFAA) devem estar prontas para garantir os interesses da nação. Para manter um grau satisfatório de aprestamento, é necessário investir na aquisição de meios e equipamentos de última geração, no desenvolvimento tecnológico para poder construir novos meios e equipamentos, na qualificação e treinamento do pessoal que irá operar e fazer a manutenção deles.

Com o crescente avanço e emprego, nos cenários de conflito, das tecnologias que exploram o espectro eletromagnético, a Marinha do Brasil (MB) adquiriu em 1959¹ navios americanos da classe Fletcher, que viriam a ser os contratorpedeiros Classe Pará. Com eles vieram os primeiros equipamentos MAGE do Brasil, o MAGE AN/BLR-1, iniciando uma nova fase tecnológica e estratégica para a MB.

1.1 Justificativa e Relevância

A produção dessa monografia foi motivada por conversas em sala de aula, onde colegas de turma, que serviram nos mais diversos meios da MB, contaram suas experiências a bordo. Nessas conversas, surgiu o questionamento sobre qual a situação atual da tecnologia nacional em detrimento da estrangeira, no que tange aos equipamentos componentes do sistema MAGE. Um sistema tão importante no cenário operativo atual. Nesses diálogos foi comentado que a Marinha estava desenvolvendo um novo modelo de MAGE o que deixou o assunto mais interessante.

Infelizmente não foi possível chegar a uma conclusão, pois apenas com as experiências particulares dos meus companheiros de turma não foi possível ter visão geral da situação.

¹ NACIONAIS, Armas. **Contratorpedeiros Classe Fletcher**. c2019. Disponível em: <http://www.armasnacionais.com/2019/10/contratorpedeiros-classe-fletcher.html>. Acesso em: 27 fev. 2021.

Com o intuito de chegar a essa resposta e conhecer mais sobre o assunto, decidi optar por escolher e desenvolver esse tema para a monografia.

1.2 Objetivos

Esta monografia tem por objetivo estudar os sistemas de detecção MAGE em meios de superfície da MB, explorando suas qualidades e limitações.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é situar o leitor sobre a evolução do cenário da Guerra Eletrônica (GE), contextualizando com fatos históricos, elencar os diversos sistemas MAGE utilizados nos meios de superfície da Marinha e fazer uma comparação técnica entre eles. Essa comparação permitirá discernir sobre qual sistema será melhor investir no futuro.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral serão explorados os seguintes objetivos específicos:

- Definir GE e suas subdivisões;
- Contextualizar GE pela história;
- Identificar os sistemas MAGE que a marinha do Brasil possui atualmente;
- Descrever suas qualidades e limitações;
- Comparar e verificar qual o melhor sistema atual;
- Citar tecnologias que estão em desenvolvimento pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM).

1.3 Organização da Monografia

Para melhor estruturar este trabalho, ele foi dividido em seis partes, sendo a primeira esta introdução. A segunda parte abordará um breve histórico da guerra eletrônica, sua definição, suas subdivisões chegando até a definição de MAGE, que será o foco principal.

A terceira parte trata da metodologia empregada na confecção desta monografia.

A quarta parte elenca os diversos sistemas MAGE que a MB possui atualmente e suas características.

A quinta parte consiste de uma comparação técnica e operativa entre os sistemas MAGE apresentados na quarta parte.

A sexta e última parte, é uma conclusão sobre qual o melhor sistema MAGE e sugestão para futuras monografias.

2 GUERRA ELETRÔNICA

Na história da humanidade, houveram diversas mudanças estratégicas e tecnológicas que alteraram os desfechos das guerras. Uma grande mudança foi o emprego de equipamentos que utilizam o espectro eletromagnético a bordo dos navios, iniciando assim a era naval da GE.

De acordo com a Doutrina básica da Marinha (DBM) o conceito de Guerra Eletrônica é definido como:

Conjunto de ações que visam a explorar as emissões do inimigo, em toda a faixa do espectro eletromagnético, com a finalidade de conhecer a sua ordem de batalha, intenções e capacidades e, também, utilizar medidas adequadas para negar, reduzir ou prevenir o uso efetivo dos seus sistemas, enquanto se protege e utiliza, com eficácia os seus próprios sistemas (EMA, 2014, p.3).

Ou seja, GE é um conjunto de ações estratégicas e operativas relacionadas ao uso de recursos eletromagnéticos.

A capacidade da MB em usar os recursos de GE a seu favor é estabelecida como Capacidade de Guerra Eletrônica (CGE), e tem por definição como o “somatório de meios e recursos de toda ordem que permita ao poder Naval empreender eficazmente ações de GE em proveito de suas operações” (BRASIL, 2017).

A estrutura da CGE é subdividida em Atividades de Guerra Eletrônica (AGE) e Medidas de Guerra Eletrônica (MGE), conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 – Estrutura da CGE

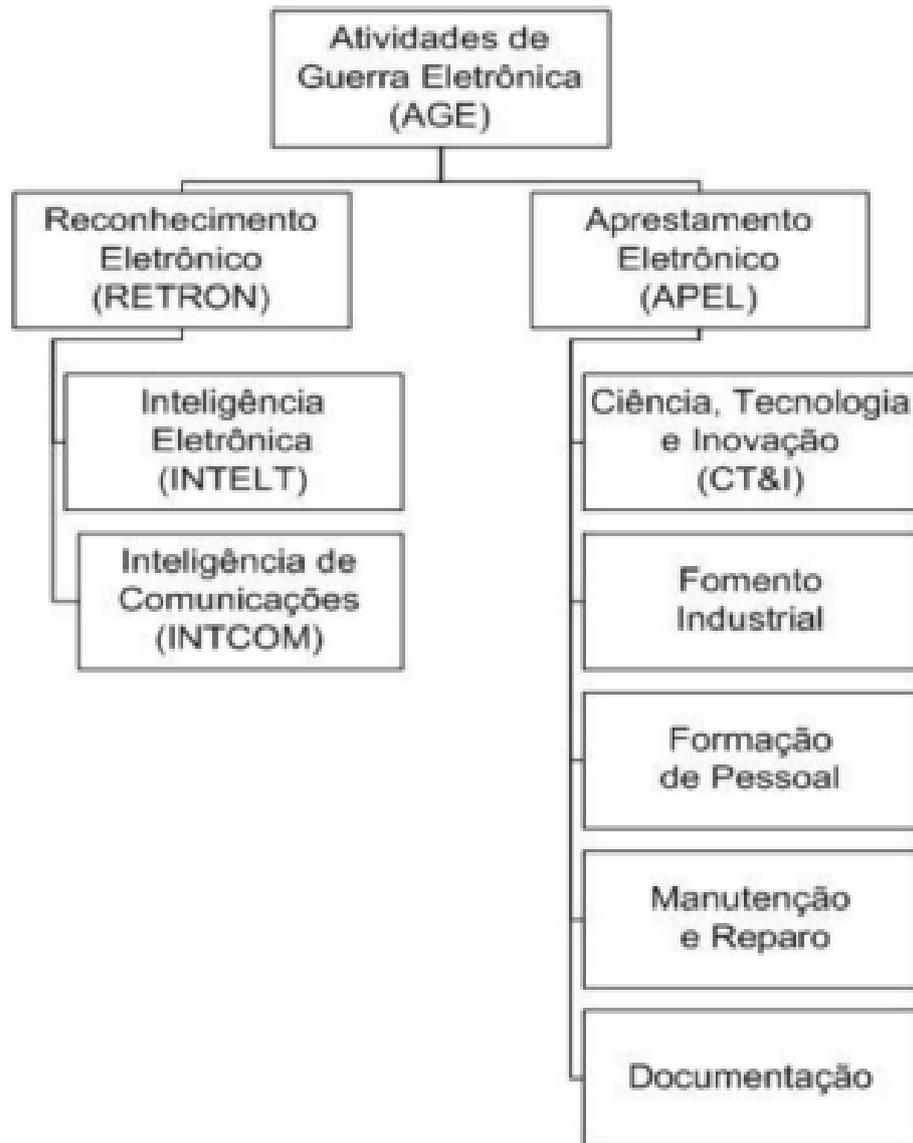


Fonte: MB, 2016

Essa divisão é basicamente entre as atividades que são empregadas diretamente no cenário de guerra, MGE, e as atividades empregadas indiretamente, AGE.

As AGE têm caráter de suporte logístico e estratégico, é a CGE empregada antes e após uma operação real. É dividida em Reconhecimento Eletrônico (RETRON) e Aprestamento Eletrônico (APEL). Na figura 2 podemos vislumbrar um panorama geral da estrutura das AGE, porém, as definições de suas subdivisões não serão aprofundadas por se afastarem do foco principal deste trabalho.

Figura 2 – Estrutura das AGE



Fonte: MB, 2016

As MGE, por sua vez, seriam a utilização direta da CGE durante uma operação militar. Ela é subdividida em MAGE, Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) e Medidas de Proteção Eletrônica (MPE), conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Estrutura da MGE



Fonte: MB, 2016a

As MAE são definidas como “o conjunto de ações tomadas para evitar ou reduzir o uso efetivo do espectro eletromagnético pelo oponente, bem como degradar, neutralizar ou destruir sua capacidade de combate por meio de equipamentos e armamentos que utilizem este espectro” (MB, 2016a). Possuem por definição um caráter mais ofensivo.

Por outro lado, as MPE são caracterizadas como “o conjunto de ações tomadas para proteção de meios, sistemas, equipamentos, pessoal e instalações, a fim de assegurar o uso efetivo do espectro eletromagnético, diante do emprego de Ações de GE por Forças Amigas ou Inimigas.” (MB, 2016a). Tendo assim, uma característica mais defensiva.

Por fim, as MAGE são descritas como o “conjunto de ações visando à busca, interceptação e localização das fontes de energia eletromagnética irradiada no ambiente eletrônico de uma Força ou unidade, a fim de permitir a análise, o imediato reconhecimento de uma ameaça ou sua posterior exploração” (MB, 2016a).

Os equipamentos MAGE são passivos, utilizam da emissão eletromagnética do inimigo para agir. Servem de forma básica para identificar a marcação, distância do inimigo, podendo até identifica-lo caso seu padrão de emissão eletromagnética esteja gravado em seus dados internos. Também é capaz de armazenar esses dados para identificação em futuros encontros.

2.1 Histórico da Guerra Eletrônica (GE)

Houveram importantes acontecimentos históricos envolvendo o uso do espectro eletromagnético. Dentre eles, os de maior relevância e notoriedade serão descritos a seguir juntamente com o contexto histórico da MB no cenário da GE.

2.1.1 Batalha naval de Tsushima

A primeira batalha de que se tem relato do uso de GE, foi durante a Guerra Russo-Japonesa, que ocorreu no início do século passado. É importante salientar que ambas as esquadras já possuíam rádio a bordo de suas embarcações e já aplicavam doutrinas próprias a respeito de GE.

O aspecto operacional interessante ocorrido durante esse episódio é que os operadores de rádio russos interceptaram as mensagens iniciais do navio patrulha japonês, antes mesmo que ele obtivesse sucesso, pois o navio japonês, inicialmente, teve bastante dificuldade em estabelecer a ligação com o encouraçado “repetidor”. De posse dessa informação, alguns comandantes dos navios russos solicitaram autorização para romper o silêncio e transmitir na mesma frequência a fim de interferir na transmissão. Entretanto, o Almirante Rotgsvensky negou enviar suas informações (MB, 2016a)

Mesmo a esquadra Russa usando melhor o espectro eletromagnético e sendo capaz de identificar a posição e dos inimigos por intermédio dele, não foi capaz de usar essas informações ao seu favor e acabou sendo vencida nesta batalha e posteriormente perdeu a Guerra.

Figura 4 – Representação da Batalha Naval Russo-Japonesa



Fonte: <https://www.albertina.at/en/exhibitions/niko-pirosmani/>

2.1.2 Primeira Guerra Mundial

Durante diversos momentos da Primeira Guerra Mundial foram realizadas interferências nos sistemas de comunicação inimigos, como por exemplo, em 1914, quando barcos alemães perturbaram a comunicação rádio das forças inglesas, visando mascarar a retiradas dos cruzadores “Goeben” e “Breslau” de origem turca (MB, 2016).

Houve um grande emprego de aparelhos de radiogoniometria, com o intuito de interceptar mensagens alemãs oriundas de radiocomunicação e triangular sua posição, garantindo a superioridade Inglesa (MB, 2016)

2.1.3 Segunda Guerra Mundial

A Segunda Guerra Mundial foi um grande palco de evolução da GE. Houveram inúmeros avanços tecnológicos em diversas áreas e em ambos os lados da Guerra. Foi utilizado pela primeira vez um radar nesse cenário (MB, 2016a). Como pode ser melhor elucidado:

O primeiro uso do radar de que se tem notícia foi na Batalha de Taranto em 1940. A Royal Navy lançou a primeira batalha naval totalmente combatida por aviões da história, voando um pequeno número de aviões de um único porta-aviões no Mediterrâneo e atacando a frota Italiana em Taranto (CESAR, 2013 apud JUNIOR, 2018, p.16).

Outro fato bastante relevante, foi a utilização do primeiro chaff, uma técnica de MAE, que visa enganar os radares oponentes colocando alvos falsos no display. Foi utilizado contra a cidade de Hamburgo em 1943. Mesmo tendo sido projetado anteriormente, não foi utilizado pois os ingleses tinham receio de que a técnica fosse descoberta e copiada contra eles (MB,2016a).

2.1.4 Guerra do Vietnã

Nesta guerra surgiu uma nova dimensão no cenário da GE. Havia uma grande pressão sobre os Estados Unidos, pelo grande número de baixas.

As perdas em combate, entretanto, continuavam elevadas dando origem a um grupo de trabalho diretamente subordinado ao Chefe do Estado-Maior da USAF, cujo objetivo era identificar soluções técnicas e táticas para resolver o problema. Daí surgiu o conceito de aeronave Wild Weaseal, basicamente, aeronaves de ataque ou caças “biplace” instrumentados para Guerra Eletrônica. (MB, 2016)

Com uso de aeronaves dotadas de CGE, foi possível adentrar o território inimigo e escoltar suas tropas.

2.1.5 Guerra dos seis dias

Esta guerra que foi relativamente rápida que aconteceu em 1967 e terminou com a vitória fulminante de Israel sobre a Síria, Egito e Jordânia. (PINTO, c2021). Devido a mentalidade e êxito das suas ações de GE. (MB, 2016).

2.1.6 Batalha de Yom Kippur

Em 1973, durante o Yom Kippur, data sagrada para o povo israelense, Israel sofreu um ataque surpresa do povo árabe. (MB, 2016a). Desta vez, os árabes estavam com um poder beligerante superior ao israelense.

Tais mudanças foram, basicamente as seguintes: a) Os canhões e mísseis egípcios eram guiados por radares com faixa de frequência acima daqueles que o equipamento de apoio eletrônico israelense podia detectar; e b) O surgimento de míssil terra-ar guiado por sensores infravermelhos e que podia ser disparado do ombro de um soldado. (MB,2016a)

Podemos observar que o erro de Israel foi não ter investido no desenvolvimento tecnológico em GE desde a guerra dos seis dias, enquanto que seus inimigos tiveram seis anos de avanço nessa área.

Quem possui as técnicas de GE mais avançadas tem maiores chances de sair vitorioso de um confronto dessa magnitude

2.1.7 Histórico da MB no cenário da GE

O começo da inserção da MB no cenário de GE data de 1942 pela utilização dos radares entregues pelos Estados Unidos (MB, 2016). Já no cenário das MAGE, o início foi em 1958, com a aquisição dos contratorpedeiros classe “FLETCHER” equipados com MAGE AN/BLR-1 (NACIONAL, c2019).

Nesses quase oitenta anos, foram adquiridos e descontinuados diversos equipamentos de GE. Houve uma mudança de pensamento sobre GE na MB, foi criado um Manual de GE, desenvolvida uma Doutrina de GE e tudo isso culminou com a ativação do então Centro de

Guerra Eletrônica da Marinha (CGEN) e hoje intitulado Centro de Guerra Acústica e Eletrônica da Marinha (CGAEM).

Nesse período, o Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM) foi de fundamental importância para o êxito desse desenvolvimento e manutenção dos equipamentos de GE.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia empregada para elaboração deste trabalho. Foi explicitada, nos subcapítulos a seguir, a classificação da pesquisa utilizada, as limitações desse método e a coleta e tratamento dos dados apresentados.

3.1 Classificação da Pesquisa

De forma geral, para alcançar os objetivos desta monografia foi realizada uma pesquisa descritiva acerca dos meios que utilizam sistemas MAGE, com uma abordagem qualitativa por intermédio de uma pesquisa bibliográfica e de campo.

A pesquisa utilizada foi abaixo separada quanto aos fins e quanto aos meios.

3.1.1 Classificação Quanto aos fins

Quanto aos fins, é uma pesquisa descritiva, pois aborda e define conceitos e histórico de GE, apresenta o funcionamento e características de sistemas MAGE e traz também uma correlação entre eles.

3.1.2 Classificação Quanto aos meios

Quanto aos meios, é uma pesquisa estruturalmente bibliográfica e de campo. Bibliográfica, pois grande parte do referencial teórico e desenvolvimento é oriundo de artigos e publicações afetas ao assunto.

De campo, pois foi realizado levantamento sobre operacionalidades dos sistemas MAGE junto aos meios descritos neste artigo. Devido à pandemia causada pelo vírus COVID-19 não foi possível ir pessoalmente aos meios, porém o trabalho de campo foi realizado via contato telefônico.

3.2 Limitações do Método

A pesquisa foi limitada a análise bibliográfica, onde são abordados tópicos relevantes acerca do tema, e realizada uma pesquisa de campo, onde foi possível averiguar o estado atual dos sistemas MAGE dos meios abordados.

Visando ter uma monografia com maior detalhamento, seria fundamental ter sido realizadas visitas a bordo e verificado o estado físico dos equipamentos e ter entrevistado uma maior quantidade de pessoas que lidam diariamente com os equipamentos, e não somente com os encarregados.

Para uma comparação mais aprofundada entre os sistemas MAGE, seria necessário ter tido acesso aos valores utilizados nas aquisições desses sistemas e dos seus custos de manutenção.

Pensando num cenário em que não houvesse pandemia, deixo evidente que essa comparação seria muito melhor elucidada se houvesse a oportunidade de embarcar a bordo desses meios e verificar suas eficiências e limitações no dia a dia em situações adversas.

3.3 Coleta e Tratamento de Dados

Inicialmente, foi realizado um levantamento do referencial teórico em artigos, publicações, manuais dos equipamentos e trabalhos acadêmicos referentes ao tema. É importante ressaltar a dificuldade durante esta etapa, pois grande parte dos materiais que remetem ao assunto são de sigilo reservado e não são de ampla divulgação. Foram realizados também, contatos telefônicos com os meios citados, em primeiro lugar para verificar se o meio possuía o sistema MAGE e em segundo lugar para verificar peculiaridades.

Após a coleta dos dados, foi realizado uma análise para verificar o que iria compor o trabalho. De posse desse recurso, foi realizada uma comparação entre diversos fatores com o objetivo de elencar o melhor sistema e subsidiar as futuras aquisições da MB.

4 SISTEMAS MAGE DOS MEIOS DE SUPERFÍCIE DA MB

As MAGE bem empregadas são capazes de permitir “uma reação oportuna à ameaça identificada, por meio de uma MAE, MPE, engajamento ou outra ação tática julgada relevante” (MB, 2016) e também irão permitir uma “análise detalhada de sinais registrados que irão permitir correta avaliação da capacidade dos sistemas inimigos e dimensionamento da nossa própria capacidade” (MB, 2016).

“A função do sistema MAGE genérico é procurar, interceptar, localizar, classificar e identificar fontes de radiação eletromagnéticas. A informação que eles fornecem, para fins militares, é usada para reconhecimento da ameaça e emprego tático de forças” (MB, 2016).

Muitos anos se passaram desde a aquisição dos MAGE NA/BLR-1, hoje já aposentados. Atualmente a MB possui, em alguns dos seus meios de superfície, os equipamentos MAGE UAA-2, MAGE B1BW e MAGE ET/SLR-1. As informações a seguir foram baseadas nos manuais dos equipamentos e nas conversas com pessoal encarregado dos equipamentos.

4.1 MAGE UAA-2

Equipamento de origem Britânica, fabricado no final da década de 1970. Veio para o Brasil em 1995 através da aquisição das Fragatas Classe Type 22, que foram mais tarde renomeadas como Classe Greenhalgh, onde encontram-se instalados até hoje.

Tem como características:

- A utilização de fitas cassetes para registro de áudios das emissões eletromagnéticas captadas.
- O resfriamento do sistema é realizado por água fornecida pelo sistema de resfriamento do navio.
- Capacidade de interceptação nas transmissões pulsadas na faixa de frequência de 1 a 18 GHz e nas transmissões em CW apenas na faixa de frequência de 7,5 a 18 GHz.
- Possui dois conjuntos de antenas distintos, um exerce a função de recepção de marcações e o outro de frequências, sendo o primeiro conjunto disposto de tal maneira que envolve o mastro principal.

- De acordo com MB (2016), seu sistema é compatível com as Bibliotecas de Missão Eletrônica (BME) geradas pelo Sistema de informações de guerra Eletrônica Fênix (SIGE – Fênix) instalado no Centro de Guerra Eletrônica da Marinha (CGEM).

Figura 5 – Console do Operador do MAGE UAA-2



Fon

te: CAAML, 1996

A temperatura de funcionamento ideal do sistema é de 9°C, o que torna impraticável a utilização do equipamento por tempo prolongado, pelo risco de superaquecimento.

Das duas Fragatas Classe Greenhalgh (FCG) da ativa, uma estava com o sistema a dois anos sem funcionamento e a outra constatou em exercício realizado em 2019 que não conseguia registrar emissões de navios a mais de cinco milhas de distância.

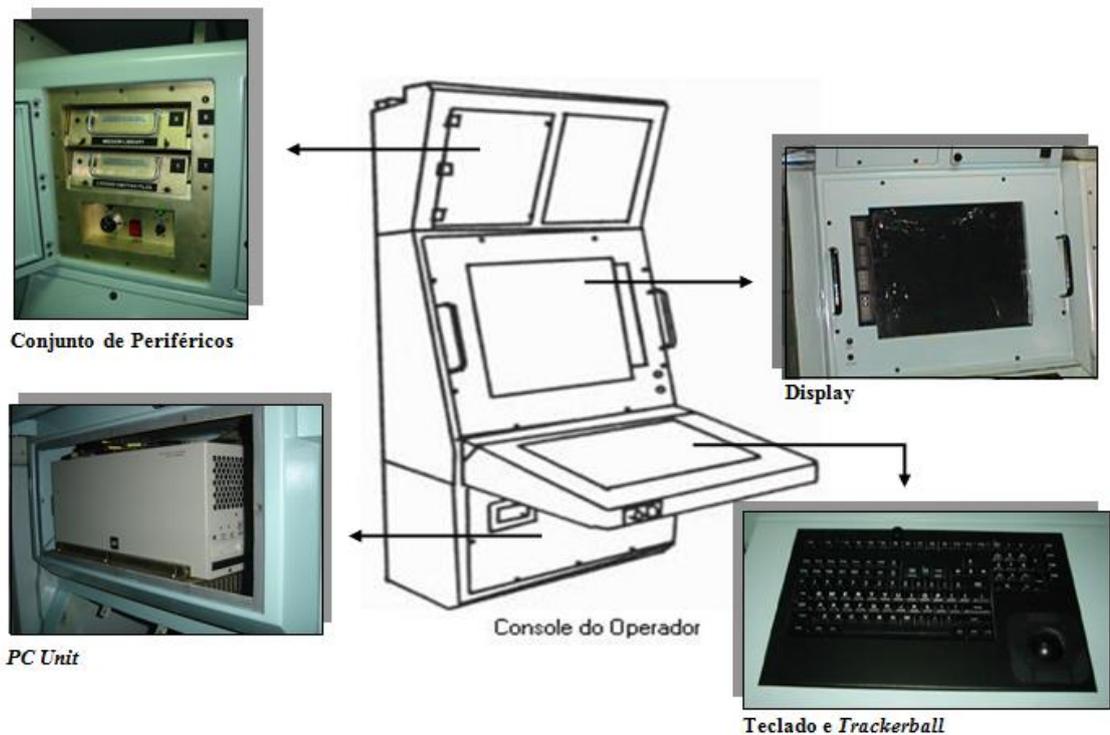
4.2 MAGE CUTLASS B1BW

O MAGE CUTLASS B1BW é uma modificação do MAGE RACAL CUTLASS B1, foi instalado a bordo das Fragatas Classe Niterói (FCN) durante o Programa de Modernização das FCN denominado “MODFRAG”. Ou seja, é um equipamento do início da década de 1990, com uma modernização em meados de 2000.

Tem como características:

- Capacidade de detecção de sinais eletromagnéticos na faixa de frequência de 0,6 a 18 GHz, superior ao MAGE RACAL CUTLASS B1 que operava na faixa de 2 a 18 GHz (MB, 2016).
- Possui uma função de autoteste que procura falhas no sistema a cada 20 segundos, denominada BITE. Sistema muito importante, que atua tanto na prevenção quanto na indicação direta do problema de funcionamento.
- A maior parte da atualização foi no software, o ambiente do sistema de operação (SO) agora é Windows, o que aumentou a velocidade de importação e extração de dados através de CD-ROM. Devido a essa familiaridade com o SO Windows, melhorou a velocidade de operação dos usuários.
- De acordo com MB (2016), seu sistema é compatível com a BME, geradas pelo SIGE – Fênix.
- Possui distância máxima entre a Unidade da Antena e a Unidade de Análise de Parâmetros (*Parameter Anallising unit* - PAU) é de até quinze metros, fazendo com que esta unidade esteja posicionada numa posição mais longe da linga d’agua do navio, portanto mais exposto e numa localização mais quente por estar mais próxima da região externa do navio.

Figura 6 – Identificação dos Componentes do Console do Operador do MAGE B1BW



Fonte – NASCIMENTO, 2016

De acordo com Nascimento (2016), existe dificuldade de manutenção dos hardwares por serem obsoletos e não possuírem sobressalentes e dificuldade de reparo nos circuitos eletrônicos das placas em virtude da MB não ter adquiridos os esquemas quando fez sua aquisição.

4.3 MAGE ET/SLR-1

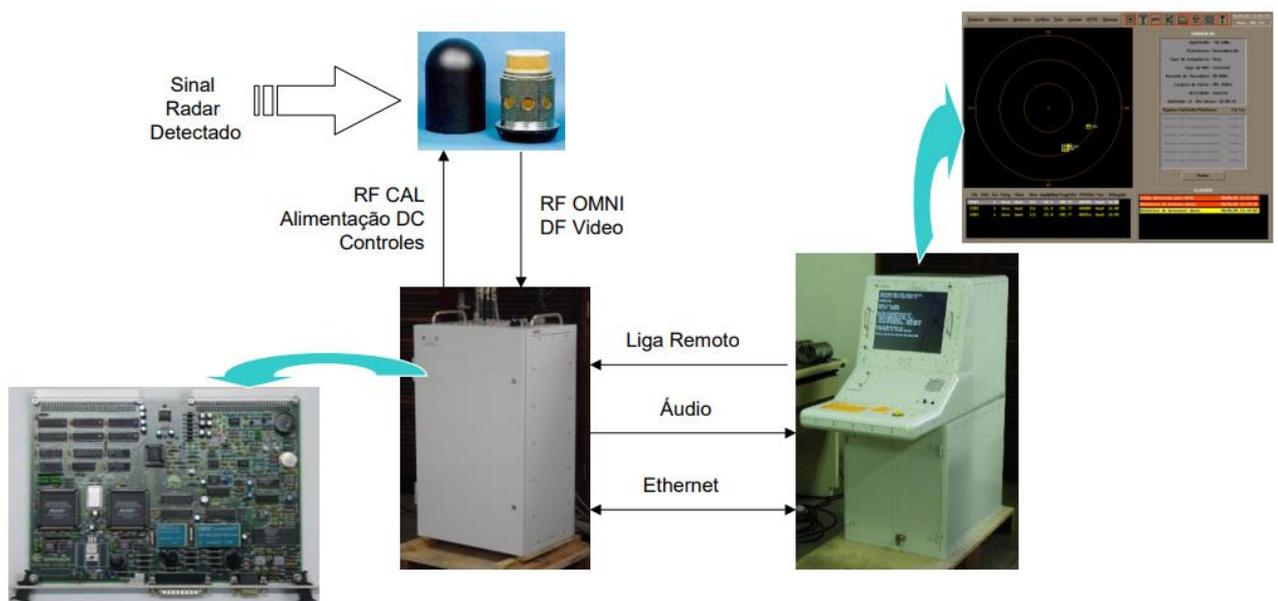
O MAGE ET/SLR-1, ficou conhecido como MAGE DEFENSOR. Tecnologia nacional, projetado pelo IPqM e hoje produzido pela empresa OMNISYS. Instalado a bordo do Navio-Escola Brasil e Corveta Barroso, por volta de 2009.

Possui as seguintes características:

- Capacidade de detecção de sinais eletromagnéticos na faixa de frequência de 2 a 18 GHz.
- Temperatura de operação ideal de 15 a 30°C.
- Capacidade de coleta de dados ELINT, com gravação em disco rígido para análise pós-missão ou treinamento (playback).

- Tendo em vista que é uma tecnologia brasileira, possui grande facilidade de manutenção, tanto a bordo quanto nos escalões de reparo extra navio. Além de contar com grande variedade de sobressalente no mercado por ser mais recente.
- Distância entre a unidade de Processamento (UP) e a Unidade da Antena desse sistema é de até vinte e cinco metros, possibilitando que a UP seja instalada em compartimentos próximos ou abaixo da linha d'água do Navio. Isso é importante pois garante maior proteção e refrigeração para o equipamento.
- Possui sistema BITE.

Figura 7 – Componentes do MAGE ET/SLR-1



Fonte: Datasheet MAGE da OMNISYS

5 COMPARAÇÃO TÉCNICA

Comparando os três sistemas MAGE apresentados, percebe-se primeiramente a diferença tecnológica entre eles. Os MAGE UAA-2 é vinte anos mais velho que o B1BW e cerca de trinta anos mais velho que o MAGE DEFENSOR. Apenas nessa avaliação seria possível avaliar que o UAA-2 está de longe ultrapassado. Sem levar em consideração que os MAGE UAA-2 estudados não estão na sua melhor fase de manutenção.

No que tange a faixa de operação dos equipamentos, o MAGE B1BW leva a melhor sobre os demais por operar na faixa de 0,6 a 18 GHz, enquanto os demais operam na faixa de 2 a 18 GHz.

No quesito manutenção, o MAGE DEFENSOR supera os demais, por ser uma tecnologia nacional, é fácil realizar a sua manutenção e achar pessoal qualificado para manutenção extra navio. Porém é importante ressaltar que tanto o DEFENSOR quanto o B1BW possuem a função BITE, que permitem uma maior antecedência na manutenção de peças defeituosas ou que viriam a ficar defeituosas.

Sobre a questão de da biblioteca de dados para identificação dos inimigos, quem sai na frente é o MAGE DEFENSOR. Por possuir uma integração mais avançada com o SIGE-FENIX através de suas BME, consegue exibir diretamente na tela principal as informações contidas em sua biblioteca. Outro ponto positivo para o MAGE DEFENSOR é a função ELINT (Electronic intelligence ou Inteligência Eletrônica - INTEL) (MB, 2016b), que o faz capaz de incrementar o SIGE-FÊNIX.

Tendo em vista o que se refere as temperaturas de operação, o MAGE DEFENSOR mais uma vez se sobressai, pois foi desenvolvido para operar numa faixa de temperatura mais condizente com o cenário nacional.

Não obstante, é importante expor que o MAGE DEFENSOR é o único capaz de detectar radares com diversidade em frequência (Low Probability Interception - LPI). Este tipo de radar é o futuro atual da GE.

Taticamente, a tecnologia LPI trouxe de volta radar para o centro de tenção, aumentando a importância dos sensores táticos dos navios, por outro lado, os radares LPI, não

permitem que ações ofensivas tenham o benefício de não serem detectadas por MAGE (OLIVEIRA, 2007, p. 45-46, tradução nossa).²

² Tactically, the LPI technology can bring back the radar to the center of attention, increasing the importance of the tactical sensors of the ships [...] On the other hand, the LPI radars do not allow that the offensive actions benefit from a previous ESM detection

6 CONCLUSÃO

Após absorver o entendimento sobre GE e sua importância estratégica no cenário de guerra e depois de analisar a comparação descrita no capítulo 5 deste trabalho, é possível concluir que o sistema MAGE DEFENSOR é superior aos demais na maior parte dos critérios. Mesmo não possuindo informações orçamentárias sobre a aquisição de cada um deles e custo para manutenção, fica evidente que o MAGE DEFENSOR é menos oneroso, pois suas peças podem ser facilmente substituídas e a empresa detentora do seu projeto é brasileira.

É interessante ressaltar que mais navios deveriam possuir sistemas MAGE visando a mentalidade de GE e que os MAGE defasados deveriam ser substituídos por novos ou pelo menos que fossem reparados.

6.1 Considerações Finais

Ao fim conclusão chego a satisfatória certeza que a tecnologia nacional é capaz de fazer frente as internacionais, seja modificando as tecnologias adquiridas ou confeccionado outras com maior capacidade.

6.2 Sugestões para Futuros Trabalhos

Gostaria de salientar que para aumentar a aproximação e dedicação aos futuros temas de monografias, seria muito interessante se houvesse embarque ou destaque em locais onde o foco do tema fosse mais presente e palpável, dando maiores oportunidades para o aluno desenvolver sua monografia. Mesmo que fosse por pouco tempo.

Seria de grande enriquecimento acadêmico a confecção de monografias sobre o MAGE MK3, que segundo CAROLI (2020), ainda está em fase de desenvolvimento pelo IPqM, que a principio seriam instalados nas futuras Fragatas Classe Tamandaré, e sua relação comparação com o MAGE DEFENSOR.

Poderia ser uma boa oportunidade de monografia o estudo da implantação de MAGE em drones, esse tipo de tecnologia tem evoluído muito nos últimos anos, já existem drones de diversos formatos e tamanhos, acredito que seria fácil colocar na dotação dos navios um ou dois drones “operativos”.

No futuro seria de grande relevância também um estudo sobre os MAGE MK4, que de acordo com CAROLI (2020) serão confeccionados baseados na tecnologia dos MAGE MK3 e instalados a bordo dos Submarinos Classe Tikuna e no futuro submarino nuclear brasileiro.

REFERÊNCIAS

CAAML. **GE - E – 004 - Equipamento MAGE das Fragatas Classe “GREENHALGH”**. 1996.

CESAR, William Carmo. **Uma História das Guerras Navais: o desenvolvimento tecnológico das belonaves e o emprego do Poder Naval ao longo dos tempos**. Rio de Janeiro: FEMAR, 2013.

ESTADO MAIOR DA ARMADA (EMA). **EMA-305 Doutrina Básica da Marinha**. Brasília, DF, 2014.

FERNANDES, Cláudio. **Formas de comunicação durante a Segunda Guerra**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/guerras/formas-comunicacao-durante-segunda-guerra.htm>. Acesso em: 19 fev. 2021.

JUNIOR, H. R. dos S. S. **Emprego Tático dos Recursos de Guerra Eletrônica das Fragatas Classe Niterói e perspectivas para as próximas décadas**. 2018. Monografia, Centro de Instrução Almirante Wandenkolk, Rio de Janeiro, 2018.

MARINHA DO BRASIL (MB). Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. **GE-101 Introdução ao contexto da Guerra Eletrônica**. Rio de Janeiro, RJ, 2016a.

MARINHA DO BRASIL (MB). Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. **GE-102 Introdução às Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica**. Rio de Janeiro, RJ, 2016b.

MARINHA DO BRASIL (MB). Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. **GE-106 Reconhecimento Eletrônico**. Rio de Janeiro, RJ, 2016c.

MACEDO, Roberto L. B. R. **A guerra eletrônica na MB: como desenvolver um sistema de reconhecimento eletrônico (RETRON) em face da atual escassez de recursos orçamentários**.

1989. Monografia Curso de Política e Estratégica Marítima, Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 1989.

NACIONAIS, Armas. **Contratorpedeiros Classe Fletcher**. c2019. Disponível em: <http://www.armasnacionais.com/2019/10/contratorpedeiros-classe-fletcher.html>. Acesso em: 27 fev. 2021.

NASCIMENTO, Marcos Paulo da Cunha do. **MAGE CUTLASS B1BW**: características e funções. 2016. TCC da Escola Naval. Rio de Janeiro, 2016.

OLIVEIRA, Capt. Marcello Lima de. LPI: Invisible Radars: how the lpi radars (low probability of intercept) can change the tactics. **Passadiço**, Rio de Janeiro, p. 45-46, jan. 2007. Anual.

OMNISYS. **Medidas de apoio a guerra eletrônica**. Disponível em: https://www.omnisys.com.br/data-seet/guerra-eletronica-mage-et_slr-1.pdf. Acesso em: 13 mar. 2021.

PINTO, Tales dos Santos. **Guerra dos Seis Dias e o poder israelense**. Brasil Escola. c2021. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/guerra-dos-seis-dias-poder-israelense.htm>. Acesso em: 20 mar, 2021