



## DESENVOLVIMENTO DO **MAGE DEFENSOR MK3**

Capitão-Tenente (EN) **FILIPE DE OLIVEIRA ANDRADE**

Ajudante da Divisão de Eletromagnetismo Aplicado - IPqM  
Mestrado em Engenharia de Telecomunicações pela  
Universidade Federal Fluminense

Capitão de Corveta (EN) **MARCOS CHI LIM SIU**

Encarregado da Divisão de Coordenação e Apoio - IPqM  
Mestrado em Engenharia Eletrônica pela Naval  
Postgraduate School

Capitão de Corveta **FELIPE ARAUJO MARINS**

Encarregado da Divisão de Eletromagnetismo Aplicado - IPqM  
Mestrado em Engenharia de Telecomunicações pela  
Universidade Federal Fluminense

### INTRODUÇÃO

A partir da 2ª guerra mundial, os radares permitiram aos meios navais detectar alvos além do alcance visual. Para fazer frente a esses novos sensores, foram desenvolvidos os equipamentos de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE). Em um navio de guerra, o MAGE provê vantagem no tocante à detecção de alvos, pois permite “enxergar” as emissões radar do inimigo de forma passiva, e consequentemente, antes que este o faça com seus radares.

Equipamentos MAGE modernos são destinados à detecção, identificação e classificação de sinais radar, cumprindo desta forma uma importante função tática: permitir detectar um sinal eletromagnético antecipadamente e de forma passiva. As informações do MAGE, quando integradas ao sistema de controle tático, ou sistema de gerenciamento de combate, são capazes de prover alerta de ameaças como, por exemplo, radares de direção de tiro, e auxiliar na tomada de decisão para execução de uma resposta automática, como o acionamento de sistemas de contramedidas eletrônicas, emprego



FOTO: Marinha do Brasil  
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

de *chaff* ou acionamento de sensores ativos para emprego de armamento cinético.

No nível estratégico, os equipamentos MAGE habilitam a Marinha do Brasil (MB) a realizar o Reconhecimento Eletrônico (RETRON), que alimenta o banco de dados do Centro de Guerra Acústica e Eletrônica da Marinha (CGA-EM), gerando bibliotecas de missão mais eficientes e precisas.

### AS TRÊS DÉCADAS DO MAGE DEFENSOR

O ano de 2024 marcará o aniversário de 30 anos do início do desenvolvimento do MAGE ET/SLR-1 que, após a instalação do protótipo na Fragata Defensora, em 1998, foi batizado de “MAGE Defensor”. Nos anos seguintes, ele integrou a dotação inicial das Corvetas Classe Inhaúma e Barroso, além de ter sido instalado em outros navios de grande relevância para a MB, totalizando seis unidades produzidas e

instaladas, sendo quatro ainda em operação. O sucesso do desenvolvimento do “MAGE Defensor” iniciou um ciclo virtuoso de projetos que permitiu o amadurecimento da arquitetura, inclusão de novas funcionalidades e criação de ferramentas para desenvolvimento e manutenção que fazem deste sistema uma solução operacional eficiente, apesar das décadas de uso.

Ele também contribuiu de forma significativa para a criação e manutenção de uma equipe de técnicos, engenheiros e pesquisadores na área de Guerra Eletrônica (GE) no Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), sempre consultada pelas outras Forças, formando uma massa crítica habilitada a incorporar as novas tecnologias e a propor novas soluções capazes de fazer frente aos novos radares, aplicações em novas plataformas e gradativa nacionalização de componentes e subsistemas, bem como a entrega de Simuladores aos Centros de treinamento e de manutenção da MB.

Em consonância com o preconizado na Estratégia Nacional de Defesa – END, o projeto do “MAGE Defensor” fomentou a Indústria de Defesa ao incentivar e contratar empresas nacionais como ALLTEC, OMNISYS e LACE (atualmente OCELLOTT).

### MAGE DEFENSOR Mk1 (PRIMEIRO MAGE DA FAMÍLIA DEFENSOR)

O MAGE Defensor, projeto iniciado em 1994, é composto por três unidades: Unidade de Antenas - UA, Unidade de Processamento - UP e a Interface com Operador Local - IOL. A solução de engenharia adotada à época envolveu a parceria de três principais instituições: A empresa americana Argos Systems (localizada em Sunnyvale – EUA), o IPqM e a empresa nacional Elebra Sistemas de Defesa. A Argos, tradicional no mercado americano de Guerra Eletrônica, forneceu todos os componentes de recepção de radiofrequências (RF) (*Front-End*<sup>1</sup> de RF). O IPqM e a Elebra desenvolveram, em conjunto, uma solução de engenharia para a UP e IOL, realizando a integração com a UA e tornando operacional todo o sistema.

Em 1998, o protótipo do MAGE ficou pronto e foi instalado na Fragata Defensora. A transferência de tecnologia e as características técnicas, como a faixa dinâmica, sensibilidade, faixa de frequências e uma arquitetura com 100% de probabilidade de interceptação (*Probability of Intercept - POI*) fizeram desta unidade de antenas a escolha ideal para o MAGE autóctone da MB. Esse modelo de parceria foi então adotado na fabricação de mais duas unidades do MAGE, instalados posteriormente nas Corvetas Jaceguai e Barroso.

O MAGE *Defensor* se destacava dos seus concorrentes por executar funções de controle e processamento digital de sinais usando computadores de propósito geral, ou seja, CPUs

não dedicadas e, portanto, produzidas em maior escala e de menor custo, numa arquitetura distribuída (paralela), interligadas por um barramento VME (*Versa Module Eurocard Bus*) que propiciava alta robustez. Para execução de funções de tempo real, o sistema operacional escolhido foi no QNX, baseado em Unix, desenvolvido originalmente pela empresa *QNX Software Systems*.

A Interface com o Operador Local foi desenvolvida com foco na doutrina de Guerra Eletrônica da MB, com múltiplas telas de exibição e um sistema baseado em janelas alinhadas com as tendências da época. O *MAGE Defensor* permitia a integração com sistemas de controle tático como o SICONTA (Consub) e o CAAIS (Ferranti).

Nos anos 2000, as tecnologias desenvolvidas no projeto *MAGE Defensor* serviram de base tecnológica para diversos projetos, buscando melhorias, ampliação do ciclo de vida (manutenção corretiva e evolutiva), desenvolvimento acadêmico e industrial. Dessa forma, fomenta-se a indústria nacional e promove-se o desenvolvimento de tecnologias autóctones.

O projeto *MAGE Defensor* vem se mantendo ativo ao longo desses anos, apesar dos recursos financeiros mais escassos e os requisitos do *MAGE* mais rigorosos, devido as tecnologias de radares evoluírem numa taxa muito rápida. Assim, as melhorias e funcionalidades incorporadas no equipamento agregam valor ao produto final.

### MAGE DEFENSOR Mk3

Em 2018, teve início o projeto do *MAGE Defensor Mk3* como uma das metas do programa de desenvolvimento de tecnologias de CT&I<sup>2</sup> para o Programa Classe Tamandaré (PCT), autorizado pelo Almirantado no ano anterior.

O propósito é desenvolver um equipamento *MAGE Radar* de última geração, com novas funcionalidades, faixa de frequências ampliadas e um projeto de engenharia totalmente desenvolvido pela MB, incorporando tecnologias já desenvolvidas nos projetos anteriores, como a Unidade de Antenas nacionalizada, receptor digital e Módulo de Gravação ELINT<sup>3</sup>. Em relação ao *MAGE Defensor Mk1*, o Mk3 apresenta grande evolução tecnológica. As principais melhorias são:



FOTO: Autor

- Maior Faixa de Frequência de operação;
- Módulo de Gravação ELINT com maior capacidade;
- Receptor Digital com capacidade de gravação ELINT e detecção de sinais radar do tipo LPI (*Low Probability of Intercept*);
- *Front-End* de RF desenvolvido pelo IPqM, incluindo a UA nacional. Essa nacionalização é um dos principais avanços obtidos, pois embora empregando componentes importados, todo projeto de concepção, arquitetura, lógica eletrônica e estrutura mecânica é de propriedade intelectual da Marinha do Brasil. A UA nacional foi finalizada em 2021 após ser submetida a uma bateria intensa de testes funcionais e ensaios ambientais, todos considerados satisfatórios. Atualmente, o conjunto está no processo de calibração em câmara anecoica, procedimento crítico para o bom funcionamento de um sistema MAGE;
- *Software* de processamento digital de sinais desenvolvido pela MB;
- Interface Homem Máquina (IHM) mais amigável com o operador; e
- Possibilidade de evolução contínua, diminuindo o risco de obsolescência, por ser um desenvolvimento totalmente nacional e menor período de manutenção.

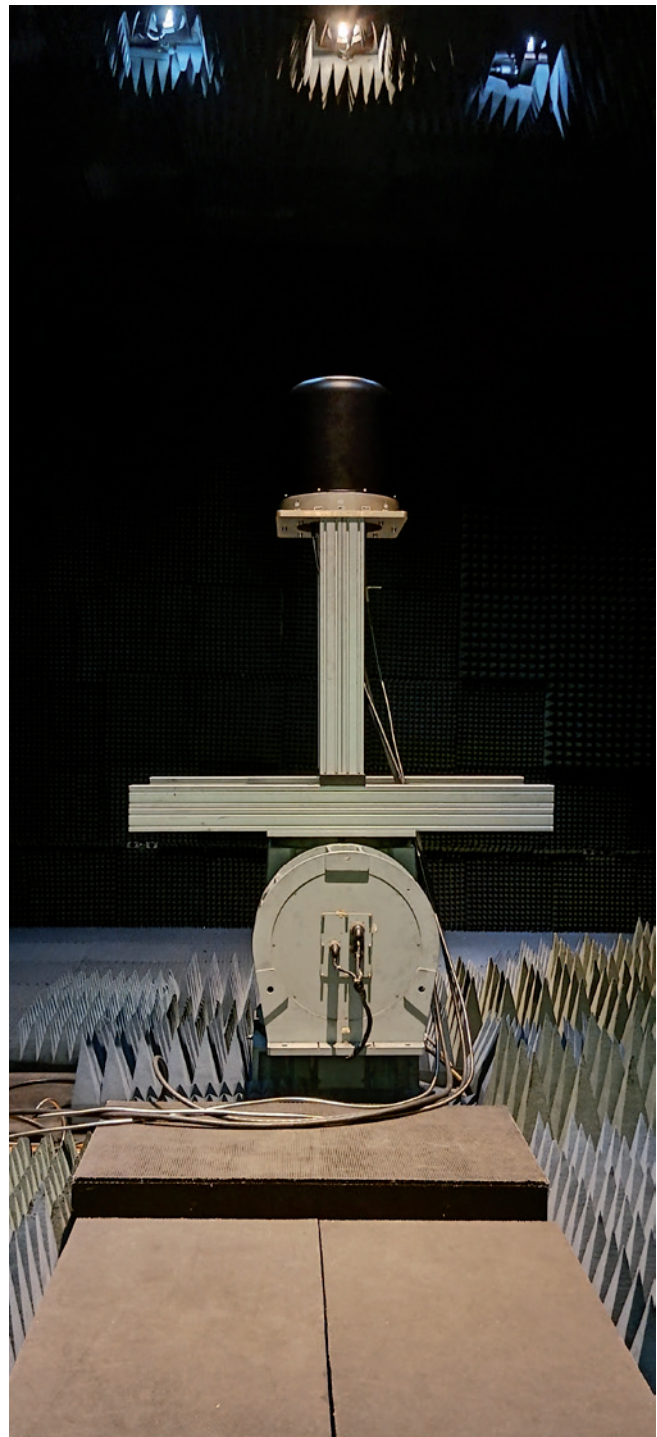
Para a interface lógica com sistemas externos, foi estabelecido como padrão de comunicação o protocolo empregado pelo *framework* HIDRA, desenvolvido pelo IPqM, que deu origem a sistemas já consolidados, como os SisC2GEO, CISNE e SCUA.

## TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O MAGE *Defensor* Mk3 foi o primeiro sensor autóctone a ser licenciado para fabricação e exploração comercial no âmbito do PCT, desta forma, fomentando a Base Industrial de Defesa (BID) e a tríplice hélice<sup>4</sup>.

O projeto iniciou com a premissa de que seria fornecido na modalidade *Government Furnished Equipment* – GFE, o que implicava que o fornecimento das quatro unidades do MAGE seriam de fornecimento exclusivo do IPqM e reaproveitando conhecimentos da estrutura criada para o MAGE *Defensor* Mk2 – MAGE Veicular que tem o propósito geral de atender as demandas dos Fuzileiros Navais e do Exército Brasileiro em relação à detecção e análise de sinais radar no ambiente terrestre.

Em 2021, após a aprovação de um modelo de negócios e um instrumento jurídico viável, o contrato 20301/2021-002/00 foi firmado com a empresa Omnisys Engenharia, empresa da Base Industrial de Defesa, dando início ao processo de Transferência de Tecnologia que permitiu à empresa utilizar todo o conhecimento obtido entre os anos de 2018 e



Unidade de Antenas / FOTO: Autor

2021 para iniciar o projeto de fabricação do MAGE *Defensor* Mk3 para as Fragatas Classe Tamandaré (FCT). Esse instrumento jurídico permitiu que a Omnisys Engenharia firmasse contrato com o Consórcio Águas Azuis SPE para o fornecimento de quatro unidades do MAGE *Defensor* Mk3 para as futuras FCT, sendo o prazo para o fornecimento da primeira unidade previsto para 2023.

A estratégia de transferir a tecnologia para uma empresa da Base Industrial de Defesa montar e integrar os equipamentos destinados às FCT trouxe desafios adicionais para o projeto. Dentre os desafios, destacam-se a implementação da interface lógica com o sistema de gerenciamento de combates da empresa ATLAS ELEKTRO-NIK e a integração da IHM para operação em console multifuncional, solução construída entre o IPqM, ATLAS e a ATECH Sistemas.

Atualmente, a transferência de tecnologia encontra-se em curso, com o *hardware* básico do primeiro equipamento integrado e sendo testado pela Omnisys. A aprovação nos testes permitirá o envio do equipamento aos laboratórios do IPqM para a execução da calibração em câmara anecoica, etapa crítica para o desempenho de um equipamento MAGE. Após a calibração, o equipamento passará por testes funcionais e de aceitação.

## CONCLUSÃO

O equipamento MAGE Defensor, desenvolvido pela Marinha do Brasil, desempenha um papel fundamental no contexto da Guerra Eletrônica e possui benefícios significativos para a Defesa. Ao longo dos anos, o MAGE *Defensor* tem evoluído e se adaptado às prementes necessidades impostas pelos cenários hodiernos de Guerra Eletrônica, que estão em constante mudança, essencialmente nos campos da detecção e classificação de sinais radar. Com uma arquitetura distribuída e a capacidade de utilizar computadores comerciais de propósito geral para o controle e processamento digital de sinais, o equipamento se torna uma solução robusta, ao mesmo tempo em que apresenta ótima relação custo-benefício.

Assim, o MAGE *Defensor* representa um avanço significativo na capacidade de detecção e classificação de sinais radar para a Marinha do Brasil. Esses equipamentos fornecem uma vantagem estratégica crucial, permitindo que a Marinha antecipe as ameaças e tome medidas adequadas para a defesa e segurança das operações navais. Com seu contínuo desenvolvimento e aprimoramento, o MAGE *Defensor* fortalece a indústria nacional e promove o crescimento da tecnologia autóctone, garantindo a soberania e eficácia das operações da Marinha do Brasil.



Unidade de Recepção e Processamento / FOTO: Autor

### Notas

- 1- *Front-End* de RF: É composto pela Unidade de Antenas (UA), subunidade de RF (composto por componentes de RF, como amplificadores, equalizadores, chaves e filtros) e placas de controle eletrônico que possibilitam o comando das funcionalidades do *Front-End* de RF por *software*.
- 2- O programa de desenvolvimento de tecnologias de Ciência, Tecnologia e Inovação para PCT foi autorizado na reunião do Almirantado de 2017.
- 3- Inteligência Eletrônica (*Electronic Intelligence* – ELINT) é a atividade de coletar informações de inteligência (dados essenciais) dos sinais de radares, por meio da detecção pelo MAGE.
- 4- Uma analogia usada para o relacionamento entre Governo (Marinha do Brasil), Academia (Universidades) e Indústria (Defesa).

### Referências

Filippo Neri, *Introduction to Electronic Defense Systems*. 3. ed., Artech, 2018.

Brasil. Ministério da Defesa. *Estratégia Nacional de Defesa*. Brasília: Ministério da Defesa, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf). Acesso em: 27 junho 2023.