

# "ULTIMA RATIO"

*Aqui se Inicia a Artilharia de Mísseis e Foguetes!*



# "ULTIMA RATIO"

Aqui se Inicia a Artilharia de Misérias e Foguetes!

## EDITORIAL

### COMANDANTE DO CI ART MSL FGT

Ten Cel Luís Guilherme **Vasco**

### EDITORES

Maj Luiz Fernando Schiavinato  
Maj Flávio Nogueira Ventura Júnior  
Cap Sidnei Vinicius Santos Souza  
Cap Rodrigo Fagundes Davis

### PROJETO GRÁFICO, DIAGRAMAÇÃO

Sd Wederson Lopes dos Santos

### ADMINISTRAÇÃO, REDAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

CI Art Msl Fgt  
Forte Santa Bárbara - Br 020 - Km 07  
Formosa-GO  
Cep: 73801-970  
Tel: (55) 61 2035-1257  
Instagram: @ciartmslfgt\_exército  
e-mail: comsoc@ciartmslfgt.eb.mil.br

Os conceitos emitidos nas matérias assinaladas são de exclusiva responsabilidades dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do CI Art Msl Fgt. A revista não se responsabiliza pelos dados cujas fontes estejam citadas. Salvo expressa disposição contrária, é permitida a reprodução total ou parcial das matérias publicadas desde que mencionados o autor e a fonte.

Eventuais adaptações nos artigos se fizeram necessárias para a adequação à Doutrina Militar Terrestre.



Aproxime a câmera do seu celular do QR Code para ter acesso a todas as edições da nossa revista.



# EDITORIAL

Caros leitores!

A revista anual “Última Ratio” tem como escopo principal, em sua 4<sup>a</sup> edição, divulgar artigos científicos confeccionados por instrutores, monitores e alunos concludentes de cursos e estágios ministrados no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes.

Nosso Estabelecimento de Ensino capacita os recursos humanos para o Sistema de Mísseis e Foguetes, por meio de oito cursos e sete estágios regulares, de periodicidade anual, fomentando relevante discussão e produção doutrinária em prol da Artilharia de Campanha do Brasil.

Nesse sentido, essa revista doutrinária tem como objetivo principal a ampla divulgação de temas relacionados ao preparo e emprego do Sistema de Mísseis e Foguetes, no escopo do Programa Estratégico ASTROS e sob a Diretriz do Comando de Artilharia do Exército.

Neste ano, em que comemoramos o sexto aniversário do CI Art Msl Fgt, esperamos despertar, cada vez mais, a curiosidade dos leitores, motivando os pesquisadores e entusiastas na produção científica voltadas para a Defesa.

Boa leitura!

Luís Guilherme Vasco - Ten Cel

Comandante do Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes



# SUMÁRIO

## **A IMPORTÂNCIA DOS COMPUTADORES/TABLETS 06 MILITARIZADOS PARA O PLANEJAMENTO DE MISSÕES DE TIRO PELO CLF/CMT DA BATERIA DE MÍSSEIS DE FOGUETES**

1º Ten Daniel Soares Barboza

## **APLICAÇÃO DO CONCEITO DE ANTIACESSO E NEGAÇÃO DE 10 ÁREA PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA ASTROS – O MTC-300 NESSE CONTEXTO**

Cap Lucas Posser Caferati

## **15 A SOBREVIÊNCIA EM COMBATE DA ARTILHARIA DE CAMPANHA À LUZ DA GUERRA RUSSO-UCRANIANA**

Cap Wellington Góes Barbosa

## **21 O SISTEMA ASTROS NO CONTEXTO DO NOVO CONCEITO OPERACIONAL DO EXÉRCITO BRASILEIRO – COEB 2040**

Maj Élton Conceição Soares

## **25 O SISTEMA NAPION COMO FERRAMENTA PARA O APRIMORAMENTO DE GESTÃO DA FROTA ASTROS**

1º Ten Guilherme Henrique Gonzato Weidlich

## **28 SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO TERMINAL (SEEKERS) EM MUNIÇÕES GUIADAS**

Cap QEM Eduardo Henrique dos Santos

## **38 UMA PROPOSTA DE CICLO DA FORPRON PARA UMA BATERIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**

Cap Rafael Rocha de Oliveira

## **42 USO DOS SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP) EM PROL DO COMANDO DE ARTILHARIA DO EXÉRCITO**

3º Sgt Diovani Rosa Pereira



## A IMPORTÂNCIA DOS COMPUTADORES/TABLETS MILITARIZADOS PARA O PLANEJAMENTO DE MISSÕES DE TIRO PELO CLF/CMT DA BATERIA DE MÍSSEIS DE FOQUETES

1º Ten Daniel Soares Barboza

O planejamento de fogos é um aspecto crítico das operações militares, exigindo precisão e coordenação eficientes. Nesse contexto, a obtenção de computadores e *tablets* militarizados desempenha um papel fundamental para o Comandante de Linha de Fogo (CLF) ou O Comandante da Bateria de Mísseis de Foguetes (Bia MF). Este artigo explora a importância desses dispositivos no processo de planejamento de missões de tiro e como podem melhorar o desempenho e a eficácia das operações militares.

Os *tablets* têm sido cada vez mais adotados pelas forças armadas devido às suas características e benefícios específicos no contexto do planejamento de missões de tiro.

Os *tablets* são dispositivos portáteis, leves e de fácil manuseio, o que permite que o Comandante de Linha de Fogo (CLF) ou o Comandante da Bateria de Mísseis de Foguetes (MF) os leve consigo durante o planejamento de missões, evidenciando sua portabilidade e mobilidade.

Sua mobilidade permite acesso rápido a informações e recursos relevantes, independentemente do local em que a operação esteja ocorrendo, além da conectividade e integração pois são aparelhos projetados para integrar-se com outros sistemas e dispositivos militares, como sistemas de armas, sistemas de comunicação e sensores.

Isso permite que o CLF/Cmt da Bia MF acesse informações em tempo real, compartilhe dados com outras tropas e receba atualizações instantâneas durante o planejamento de missões.

A obtenção de computadores e *tablets* militarizados traz uma série de benefícios significativos para o CLF/Cmt da Bia MF no planejamento de missões de tiro. Sua natureza portátil e leve facilita o acesso rápido a informações relevantes, independentemente do local em que a operação esteja ocorrendo.

Na Guerra da Ucrânia, iniciada em 2020 e que se extende até os dias atuais, são observadas algumas características que melhoram o desempenho dos processos de artilharia.

Em um ambiente de combate, onde as condições podem ser extremamente adversas, a durabilidade é essencial. Os computadores/*tablets* militarizados são projetados para resistir a choques, vibrações, poeira, água e temperaturas extremas, garantindo que possam ser utilizados mesmo em situações de combate intensas.

No entanto, com o crescente uso de guerra eletrônica é de extrema importância a preocupação com proteção de informações confidenciais.

Nesse sentido, os dispositivos militarizados atuais oferecem recursos avançados de segurança, como criptografia de dados e autenticação de dois fatores, para proteger os dados sensíveis durante o planejamento de missões de tiro.

Ademais, vários países têm investido nestas

tecnologias, assim como o SISDAC (Projetado pelo Exército Brasileiro em parceria com a empresa IMBEL).

Como destacado pela Elbit Systems, renomada fornecedora de equipamentos de artilharia, os seus dispositivos são essenciais para a integração dos sistemas de artilharia. Por exemplo, o obuseiro autopropulsado ATMOS de 155mm, utilizados pelos países da OTAN e pelas Forças de Defesa de Israel, são equipados com tecnologia inteligente, capacidade automática de posicionamento e carregamento, além de sistemas de controle de fogo. Esses recursos especializados aumentam a eficiência, a precisão e a capacidade de tomada de decisão durante o planejamento de missões de tiro. Os computadores e *tablets* militarizados são equipados com recursos especializados que auxiliam o CLF/Cmt da Bia MF no planejamento de missões de tiro. Eles podem incluir softwares avançados de planejamento de tiro, acesso a bancos de dados de alvos, sistemas de navegação GPS precisos e ferramentas de análise de dados. Esses recursos especializados aumentam a eficiência, a precisão e a capacidade de tomada de decisão durante o planejamento de missões de tiro.

De acordo com a Elbit Systems, a integração desses recursos avançados com os computadores e *tablets* militarizados permite uma melhor colaboração entre as tropas de artilharia. Isso é evidente no *Fire Control System (FCS)*, usado pelo Exército dos Estados Unidos, que combina computadores de tiro e *tablets* para auxiliar no planejamento e na coordenação de sistemas de artilharia. O FCS fornece cálculos balísticos precisos, análise de dados em tempo real e recursos de comunicação integrados, permitindo que o CLF/Cmt da Bia MF tenha um controle mais eficiente do planejamento e execução das missões de tiro.

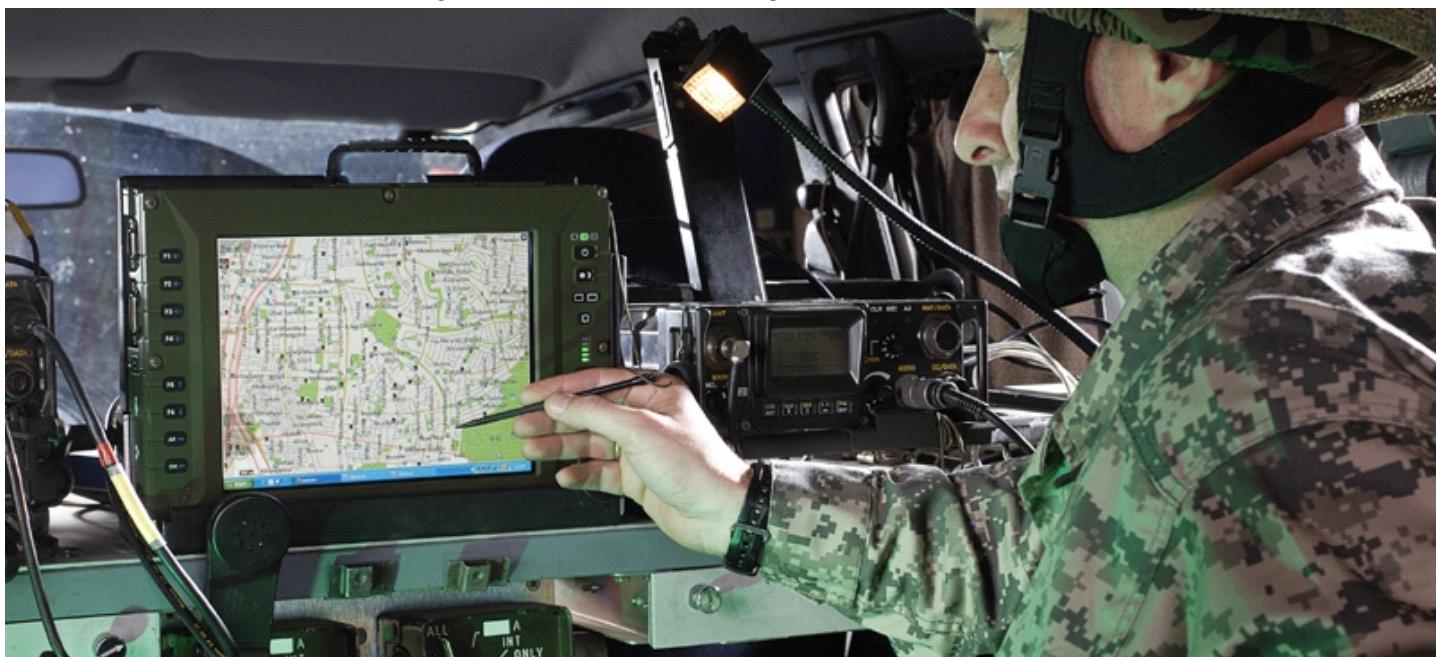
Um exemplo notável de computador de tiro eletrônico utilizado em exércitos modernos é o SINCGARS (*Single Channel Ground and Airborne Radio System*), utilizado pelas Forças Armadas dos Estados Unidos. O SINCGARS é um sistema de comunicação de rádio altamente avançado que fornece uma plataforma digitalizada para transmissão de dados e voz em campo.

Esse sistema permite a comunicação eficiente entre diferentes unidades militares, permitindo um planejamento de missões de tiro mais preciso e coordenação tática.

É um exemplo de meio de comunicação eficaz para integrar sistemas de artilharia, associado com sistemas de *tablets* entre os observadores avançados (em caso de artilharia de tubo) e os SARP para artilharias de longo alcance, como as de mísseis e foguetes.

O SINCGARS é capaz de integrar-se com *tablets* e dispositivos portáteis, permitindo que o CLF/Cmt da Bia MF acesse informações críticas e transmita dados relevantes durante o planejamento de missões de tiro. Com sua interface amigável e recursos

Fig.1 - Sistemas de Controle de Tiro computadorizados Elbit



Fonte: Elbit (2023)

avançados, o SINCGARS melhora a comunicação e a colaboração entre as tropas, aumentando a eficácia e a precisão das operações.

A obtenção de computadores e *tablets* militarizados permite uma melhor integração e comunicação eficiente entre diferentes unidades e tropas militares. Esses dispositivos podem se conectar a sistemas de comunicação avançados, como rádios digitais, permitindo a troca rápida de informações e coordenação eficaz durante o planejamento de missões de tiro.

O Exército Brasileiro, por sua vez, está desenvolvendo, juntamente com a IMBEL, o Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SISDAC), um exemplo notável de integração de *tablets* para a artilharia. Esse sistema inovador permite a utilização de *tablets* pelos observadores avançados em conjunto com SARP para operações de artilharia.

Através dessa integração, os observadores avançados podem acessar informações críticas em tempo real, realizar cálculos balísticos complexos e compartilhar dados com outras tropas de artilharia.

Essa abordagem pode agregar eficiência, precisão e coordenação tática ao planejamento de missões de tiro, melhorando significativamente a capacidade de tomada de decisão do CLF.

O SISDAC, aliado aos sistemas de *tablets* para artilharia, representa um avanço significativo no campo da tecnologia militar, permitindo uma integração eficaz entre as diversas unidades e maximizando a eficácia das operações de artilharia.

O sistema permite que o comandante intervenha no combate pelo fogo no momento oportuno, com munições e volumes adequados.

Além disso, centraliza as unidades de tiro sob seu controle operacional, tornando o Apoio de Fogo contínuo e preciso. O SISDAC é flexível e modular, permitindo a redistribuição dos seus módulos de acordo com as necessidades táticas.

Fig. 2 - SISDAC



Fonte: IMBEL (2023)

Os computadores e *tablets* militarizados desempenham um papel fundamental no planejamento de missões de tiro, oferecendo uma série de benefícios significativos para o Comandante de Linha de Fogo (CLF) ou Comandante da Bateria de Mísseis de Foguetes (Bia MF). Sua portabilidade, mobilidade e capacidade de integração com outros sistemas militares garantem acesso rápido a informações, colaboração eficiente entre as tropas e atualizações em tempo real durante o planejamento de missões.

A durabilidade e os recursos avançados de segurança desses dispositivos garantem seu desempenho em condições adversas e protegem informações confidenciais. A integração dos computadores e *tablets* militarizados com sistemas de artilharia e comunicação melhora a eficiência, precisão e capacidade de tomada de decisão durante o planejamento de missões de tiro.

O exemplo do SISDAC, desenvolvido pelo Exército Brasileiro, destaca a importância dessas tecnologias na artilharia moderna. A flexibilidade, modularidade e recursos intuitivos do SISDAC o tornam uma valiosa ferramenta de adestramento,

instrução e coordenação de tiro.

Diante desses avanços tecnológicos, fica evidente que os computadores e *tablets* militarizados desempenham um papel crucial no aprimoramento do desempenho e da eficácia das operações militares, proporcionando uma maior precisão, coordenação e controle no planejamento de missões de tiro pelo CLF/Cmt da Bateria de Mísseis de Foguetes. Essas soluções tecnológicas representam um investimento estratégico para os exércitos modernos, melhorando significativamente a capacidade de defesa e a prontidão operacional das forças armadas.

## REFERÊNCIAS

**BEYOND. Comandantes poderão controlar artilharia por meio de novo tablet russo.** Disponível em: <<https://br.rbth.com/ciencia/84488-comandantes-controlar-artilharia-tablet/amp>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

**BRASIL. IMBEL entrega Sistema Gênesis de Coordenação de Fogos de Artilharia ao Exército Brasileiro.** Disponível em: <[https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito//asset\\_publisher/U3X7kX8FkEXD/content/id/16599787](https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito//asset_publisher/U3X7kX8FkEXD/content/id/16599787)> Acesso em 01 Ago 2023.

**ELBIT. Fire Control Systems.** Disponível em: <<https://elbitsystems.com/product/fire-control-systems>> Acesso em 01 Ago 2023.

**IMBEL. Sistema Gênesis GEN-3004.** Disponível em: <<https://www.imbel.gov.br/index.php/empresa/104>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

**MILITARY. SINCgars.** Disponível em: <<https://www.military.com/equipment/sincgars>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

**SOL. Guerra da Ucrânia.** A Artilharia Eletrônica é a arma secreta. Disponível em: <<https://sol.sapo.pt/artigo/795107/guerra-da-ucrânia-a-artilharia-eletronica-e-aarma-secreta>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

**WIKIPEDIA. Fire-control system.** Disponível em: <[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Fire-control\\_system](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Fire-control_system)>. Acesso em: 10 jul. 2023.

# APLICAÇÃO DO CONCEITO DE ANTIACESSO E NEGAÇÃO DE ÁREA PARA OPERAÇÃO DO SISTEMA ASTROS – O MTC-300 NESSE CONTEXTO

Cap Lucas Posser Caferati



Não obstante a postura estratégica defensiva de um país, o efeito dissuasório que pode ser causado sobre possíveis agressores pode evitar conflitos e promover a influência internacional e soberania de uma nação. Conforme o Manual de Campanha “A Força Terrestre na Defesa do Litoral”, dissuasão é definida por ser a “atitude estratégica que, por intermédio de meios de qualquer natureza, inclusive militares, tem por finalidade desaconselhar ou desviar adversários reais ou potenciais de presumíveis propósitos bélicos”.

Em vista da necessidade desta soberania territorial e segurança contra o acesso de outras nações em possível conflito armado, os conceitos de antiacesso (*anti-access*) e negação de área (*area denial*), também conhecidos como A2/AD, estão diretamente relacionados à dissuasão, gerando assim a necessidade de ferramentas para tal.

Para que o poder de dissuasão seja alcançado, com o antiacesso e negação de área, o Exército Brasileiro tem a possibilidade de emprego do Sistema ASTROS, com alcance que pode chegar a 300km, no caso do alcance máximo, com o Míssil Tático de Cruzeiro (MTC-300). A sua acurácia é menor ou igual a 30 metros. O míssil possui cabeça de guerra (WH – *Warhead*) unitária e múltipla (MW – *Multiple Warhead*). Cada LMU ASTROS pode portar e disparar dois mísseis MTC-300. Desta maneira, dentro do escopo deste trabalho, a pesquisa pretende apresentar soluções ao seguinte problema:

Existe a possibilidade do MTC-300 ser empregado em proveito do A2/AD ou sua limitação para emprego em alto mar o desqualifica?

Este trabalho tem como objetivo principal estudar a viabilidade do Emprego do MTC-300 em proveito do A2/AD. Como objetivo secundário, conhecer mísseis similares no emprego para grandes alcances, que possam ter relevância para a A2/AD.

A fim de obter pressupostos que pudessem apoiar a formulação de uma possível solução para o problema definido, esta pesquisa contemplou trabalhos acadêmicos sobre o tema A2/AD e informações existentes sobre o Sistema ASTROS, dando ênfase ao MTC-300. Para se fazer a construção do conhecimento sobre o assunto, buscou-se fontes que abordassem os países com maior relevância internacional quando o assunto são conflitos armados e influência geopolítica. A China, apontada por alguns como a verdadeira superpotência do futuro, conserva relações diplomáticas com todos os países do mundo, por isso é a base de estudo para muitos pesquisadores, como Xavier (2023) e Monteiro (2022) que têm um cabedal grande de conteúdo sobre.

O conceito de A2/AD remete a uma estratégia: Estratégia *Antiaccess and Area Denial* (antiacesso e negação de área). Conforme Xavier (2023), não é um conceito novo, sendo empregado desde a antiguidade, pois todos os povos sempre tentaram de alguma forma impedir o acesso ao seu território. Assim podemos ver como exemplo: a Muralha da China, a Linha Maginot pelos franceses, a estratégia naval japonesa de defesa avançada no Pacífico durante a II Guerra Mundial, dentre outros. A estratégia A2/AD é uma terminologia criada inicialmente em países como China e Rússia para fazer frente a ameaças vindas dos mares do Sul e do Leste, no caso da China e do Mar Negro, no caso da Rússia. Contudo, esse termo tem se expandido para fundamentar geopolíticas mundiais. Visando essa capacidade de dissuadir ou impedir, Monteiro (2022) considera que a capacidade missilística convencional chinesa está materializada na Segunda Artilharia, peça fundamental da estratégia dissuasória e da capacidade de combate do país no Pacífico. Essa capacidade inclui tanto mísseis balísticos (de diferentes alcances), quanto mísseis de cruzeiro (de ataque à terra e anti-navio).

Fig. 1 - Míssil MTC 300



Fonte: Infodefesa (2023)

Fig. 2 - Capacidades chinesas A2/AD



Fonte: Sindia (2023)

No Brasil, as Forças Armadas, com seus diversos Programas Estratégicos, envidam esforços para esta operacionalização e a proteção de regiões estratégicas. Segundo Lima Junior (2016), no Brasil, duas regiões específicas se destacam por sua importância geopolítica: a região amazônica e a fronteira marítima brasileira - onde se inclui o mar territorial, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental. Ambas são possuidoras de inúmeras riquezas, sejam minerais, sejam na sua biodiversidade, e por isso são importantes áreas geradoras de interesse e cobiça por parte de potências extrarregionais. A principal contribuição da Força Terrestre para a dissuasão extrarregional consiste no desenvolvimento do Programa Estratégico do Exército ASTROS. Desenvolvido pela indústria aeroespacial brasileira AVIBRAS, o programa tem por objetivo produzir foguetes e o Míssil Tático de Cruzeiro 300 (MTC-300). Com sua elevada capacidade de proteção blindada e mobilidade, o Sistema ASTROS tem potencial em operacionalizar uma estratégia de antiacesso. O seu sistema de armas com alcance entre 10 e 300 km consegue neutralizar, desgastar e saturar as forças inimigas por meio do apoio de fogo. Portanto, o Sistema ASTROS, principalmente com o míssil MTC-300, é a alternativa de maior poder de fogo do Exército Brasileiro.

No entanto, Silveira (2022) destaca um outro conceituado Míssil, o estadunidense BGM 109 *Tomahawk* como um parâmetro ao MTC-300. O *Tomahawk* apresentou grande evolução em seu projeto, desde 1975, início de sua produção, até 1983, com seu primeiro emprego operacional. Destaquemos

sua capacidade que evoluiu de alvos “fixos em solo” para “móvel no mar e fixos em solo”. Esta é uma capacidade que certamente aumentaria o poder de dissuasão e a empregabilidade se adicionada ao MTC-300 e comparativamente é algo a ser desenvolvido na munição.

Apresentada essa característica do MTC-300 para o engajamento de alvos terra-mar, há de se destacar o desenvolvimento de outro Míssil para o Brasil, o Míssil Antinavio de Superfície – MANSUP. Seu projeto está na terceira etapa de desenvolvimento, com previsão de entrega em 2025, sendo um míssil para ser lançado de plataforma marítima e ser adquirido para a Marinha do Brasil.

Seu alcance previsto é de 70 km a 100 km. Possui um sistema de guiamento terminal, ou seja, pretende-se que atinja alvos em mar-mar portando um radar que busca e rastreia alvos de forma autônoma, característica muito importante em combates marítimos, tendo em vista o deslocamento iminente e constante das embarcações.

A projeção dos mísseis de cruzeiro, seja antinavio como o MANSUP, seja superfície-superfície como o MTC-300, possibilita poder de fogo capaz de dissuadir pela estratégia A2/AD a diversos países de médio porte, principalmente os da América Latina.

Entretanto, comparando-se com Rússia, EUA e China, o desenvolvimento de tecnologia e capacidade está aquém em termos de alcance. Nos EUA, destaca-se o já citado BGM 109 *Tomahawk* (até 2.500 km), na China, o DF-QO (até 1.500 km) e na Rússia o 3M-54 *Kalibr* (até 2.000 km).

Ademais, é necessário, tal qual exemplificado no caso do *Tomahawk* dos EUA, o desenvolvimento da tecnologia do MTC-300 para que se aproxime do poderio bélico dos países citados e o MTC-300 tenha relevância não somente continental, mas também extracontinental.

Fig. 3 - MANSUP



**MANSUP // O míssil antinavio brasileiro**

Fonte: Portal da Defesa (2023)

Um desenvolvimento conjunto do MTC-300 com o MANSUP é uma possibilidade de longo prazo, tendo em vista que, respondendo ao problema levantado por este trabalho, se “Existe possibilidade do MTC-300 ser empregado em proveito do A2/AD ou sua limitação para emprego em alto mar o desqualifica?”, demonstra que é uma limitação se, em um possível conflito, os países beligerantes tiverem o apoio armamentista de grandes potências bélicas como os citados EUA, China e Rússia.

Fig. 4 - Tomahawk



Fonte: Raytheon (2023)

Exemplo recente pode-se verificar na Guerra Rússia x Ucrânia em que este último, muito inferior belicamente, recebeu armamentos de dezenas de outros países, comparando-se, e em alguns casos sobrepondo-se, ao país que aparentava ter superioridade.

Contudo, para um Exército em que o alcance era de no máximo 40 km, como o Brasil antes do Sistema ASTROS, que depois passou a quase 90 km, com o implemento dos foguetes desse mesmo Sistema e atualmente tem a iminente possibilidade de chegar a 300 km com o MTC-300, é um avanço relevante que merece reconhecimento.

Portanto, não atingimos o estado da arte, contudo, assim com todo desenvolvimento, os primeiros passos foram dados.

## REFERÊNCIAS

AVIBRAS. **Sistema ASTROS**. Disponível em: <<http://www.avibras.com.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2023

INFODEFESA. **Míssil MTC 300**. Disponível em: <<https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/4055237/comandante-da-artilharia-do-exercito-fala-infodefesa>>. Acesso em: 23 jun 2023.

LIMA JUNIOR, Cesar Augusto R. **Artilharia de Mísseis e Foguetes: Contribuição para um sistema conjunto de defesa antiacesso e negação de área (SCDANA)**. Doutrina Militar Terrestre em revista. C Dou Ex, Brasília, 9 ed, 2016. Disponível em <http://www.ebreveistas.eb.mil.br/DMT/article/view/718/771>. Acesso em: 22 jun. 2023.

MACHADO, Lauren. **Estratégias de A2/AD no caso da Rússia e do Mar Negro**. 1º Seminário Internacional de Ciência Política. Porto Alegre. 2015.

MONTEIRO, Valeska Ferrazza. **Dissuasão Convencional e Mísseis de Cruzeiro: O Caso do A2/AD Chinês**. XI ENABED, Rio de Janeiro, 2022.

PADILHA, Luiz. **MTC 300 – Míssil tático de cruzeiro terá mais de 300 km de alcance**. 2018. Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/geopolitica/mtc-300-missil-tatico-de-cruzeiro-tera-mais-de-300-km-de-alcance>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

PAIVA, Luiz Eduardo Rocha. **Amazônia e Atlântico Sul: desafios e perspectivas para a defesa no Brasil**. Brasília: IPEA, 2015.

\_\_\_\_\_. **A Defesa Precisa de Integração Estratégica**. EBLOG - Blog do Exército Brasileiro. 25 abril, 2016. Disponível em: <<http://eblog.eb.mil.br/index.php/menu-easyblog/gen-bda-r1-luiz-eduardo-rocha-paiva.html>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

PORTALDADEFESA. **MANSUP**. Disponível em: <<http://portaldefesa.com/3474-man-sup-mais-que-um-missil-um-aprendizado/>>. Acesso em: 23 jun 2023.

RAYTHEON. **Tomahawk**. Federação de Cientistas Americanos, Forças Armadas dos EUA.

SILVEIRA, Giovani. **Sistema míssil tático de cruzeiro brasileiro: indutor defomento para a Base Industrial de Defesa**. ECEME, Rio de Janeiro. 2022.

SILVA, Hermes L. M. **A Capacidade de dissuasão do Exército Brasileiro no século XXI**. ECEME, Rio de Janeiro. 2022.

Janeiro. 2020.

**SINDIA. Capacidades chinesas A2/AD.** Disponível em : <<https://www.c3sindia.org/wp-content/uploads/2020/10/A2-710x477.jpg>>. Acesso em: 23 jun 2023.

**TEIXEIRA JÚNIOR**, Augusto Wagner Meneses. **O Desafio da Dissuasão Convencional no Ambiente Multidomínio: Antiacesso e Negação de Área como Resposta**. Centro de Estudos Estratégicos do Exército: Análise Estratégica, vol 18, n 4, set/nov, 2020.

**TANGREDI, Sam J. Anti-Access Warfare: Countering A2/AD Strategies.** Annapolis: Naval Institute Press, 2013.

**TUMELERO, Naína. Pesquisa exploratória: conceito, características e aplicação em 4 passos.** 2019 . Disponível em : <https://blog.mettzer.com/pesquisa-exploratoria/>. Acesso em: 30 ago. 2021.

**XAVIER, Alexandre Tito. Antiacesso e Negação de Área - A2/AD - importância para a nossa fronteira oriental.** Parte II. Blog Pessoal. 2022. Disponível em <<https://www.atitoxavier.com/post/antiacesso-e-nega%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1rea-a2-ad-import%C3%A2ncia-para-a-nossa-fronteira-oriental-parte-ii>>. Acesso em: 23 jun 2023.

**XAVIER, Alexandre Tito. Sistemas A2/AD: precisamos para a defesa da nossa fronteira oriental (Atlântico Sul)?.** Blog Pessoal. 2022. Disponível em : <<https://www.atitoxavier.com/post/sistemas-a2-ad-precisamos-para-a-defesa-da-nossa-fronteira-oriental-atl%C3%A2ntico-sul>>. Acesso em: 23 jun 2023.

# A SOBREVIÊNCIA EM COMBATE DA ARTILHARIA DE CAMPANHA À LUZ DA GUERRA RUSSO-UCRANIANA

Cap Wellington Góes Barbosa



A escalada das tensões entre a Ucrânia e Rússia, ocorrida entre final de 2021 e início de 2022, fruto dos desdobramentos do conflito de anexação da Criméia, em 2014, culminou com a invasão militar russa, no dia 21 de fevereiro de 2022, na fronteira Norte e Leste da Ucrânia. O que, inicialmente, acreditou tratar-se de um conflito curto e de grande intensidade, resultando na iminente derrota ucraniana, mostrou-se uma guerra de atrito sustentada até hoje; Com o esforço de guerra ucraniano apoiado econômica e militarmente pela OTAN e o russo baseado nas uso das reservas estratégicas de equipamentos militares, venda de ativos energéticos e diversificação das relações comerciais.

Ao longo de 2022 e 2023 o conflito apresentou mudanças significativas quanto ao emprego das tropas e equipamentos no campo de batalha, com uma clara divisão no início de abril de 2022, quando as tropas russas se retiraram do Norte ucraniano para concentrar seu esforço na porção Leste, fruto das dificuldades logísticas impostas pelo combate em uma larga frente. Neste momento, o conflito reduziu sua intensidade, a fim de manter a sustentabilidade das ações, focando na manutenção dos territórios já ocupados e na conquista de acidentes capitais, como cidades e entroncamentos de estradas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar as implicações que as táticas, técnicas e procedimentos, utilizadas em ambas as fases e ambos os lados, trazem para a sobrevivência da artilharia de campanha num conflito regular moderno. Será dado enfoque nas implicações relativas ao uso de SARP em prol da força e contra ela, à mobilidade das tropas de artilharia, à comunicações e guerra eletrônica, à dispersão e camuflagem de seus órgãos, à logística na artilharia e outros aspectos doutrinários relevantes.

## O USO DE SARP EM PROL DAS FUNÇÕES DE COMBATE INTELIGÊNCIA E FOGOS

Conforme a análise de Oprean (2023), o uso de plataformas aéreas não tripuladas permite um aumento exponencial da área sob vigilância de ambos os lados do conflito russo-ucraniano, permitindo a aquisição de alvos e condução de fogos em toda região sob controle inimigo, sendo seu alcance, virtualmente, o alcance de operação da aeronave. Segundo Kamaras (2022), os SARP menores são utilizados pelas tropas em primeiro escalão para a aquisição de alvos táticos, sendo os de médio porte utilizados por tropas especializadas para localização eletrônica e aquisição de alvos operacionais e estratégicos.

Em função das ações de guerra eletrônica, em especial de localização e bloqueio eletrônico (dos sistemas de comunicações e localização), a utilização de SARP na condução de fogos ou de vigilância com transmissão de imagem em tempo real fica prejudicada, sendo utilizados quando a situação o permite. Como alternativa, o operador programa uma

rota por onde a aeronave coletará imagens, sendo analisadas após a sua chegada, já com algumas horas de defasagem. Este método de utilização do SARP traz um aumento no tempo de aquisição de alvos, tornando mais provável que o alvo já tenha se evadido da posição, bem como reduz a eficiência das buscas, com uma taxa de sucesso de somente um terço das missões (JURAYEVICH; RUZIMURODOVICH; XOLDAROVICH, 2023).

Sob a ótica da garantia da sobrevivência da artilharia de campanha, é imperioso que se busque negar ou restringir a liberdade de emprego de SARP pelo inimigo, bem como impedir que o inimigo possa realizar o mesmo com nossos equipamentos. Assim, cresce de importância a utilização de medidas de ataque eletrônico nos sistemas de comunicações e navegação dos SARP utilizados pelo oponente e de proteção eletrônica em nossos sistemas; empregando a guerra eletrônica de forma dual, em prol das funções de combate Fogos e Proteção. Na ausência de meios para empregar a guerra eletrônica contra estes vetores aéreos, e percebendo estar sendo observado, é possível mascarar a posição da bateria com a utilização de artifícios fumígenos enquanto são realizados os trabalhos para a saída de posição e deslocamento para uma posição coberta (JURAYEVICH; RUZIMURODOVICH; XOLDAROVICH, 2023).

## A M O B I L I D A D E , D I S P E R S Ã O E C A M U F L A G E M D A A R T I L H A R I A P A R A S U A S O B R E V I V Ê N C I A

A correlação entre a mobilidade da artilharia e sua capacidade de sobreviver em combate é abordada nos manuais do Grupo de Artilharia de Campanha (GAC) e de Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição do GAC, que determinam que a Bateria de Obuses ocupe uma posição de tiro conforme o tempo de aquisição e processamento de alvos inimigo, retornando para a posição de espera ou ocupando outra posição de tiro antes que o inimigo finalize o processamento (BRASIL, 2020; BRASIL, 2021).

Dentro desta ideia, a disseminação de SARP em escalões mais baixos, além de diminuir o tempo de busca dos alvos, pois aumenta a quantidade de equipamentos em voo, também reduz sensivelmente o tempo de processamento de um alvo adquirido, por estabelecer um canal mais direto entre o sensor, o coordenador e o meio de engajamento; saindo de um tempo médio de 30 minutos para entre 3 e 5 minutos (JURAYEVICH; RUZIMURODOVICH; XOLDAROVICH, 2023).

Assim como observado por Jurayevich, Ruzimurodovich e Xoldarovitch (2023) e Zabrodskyi et al. (2022), com a incorporação de equipamentos optrônicos com capacidade de observação em diversos espectros de luz e a possibilidade de se embarcar sensores termais, de movimento e equipamentos de localização eletrônica, os SARP tornaram a

camuflagem das posições de artilharia praticamente impossíveis, mesmo com o emprego de camuflagem multiespectral, fazendo crescer de importância a mobilidade da artilharia, a fim de superar a capacidade de busca e processamento de alvos inimiga na dimensão temporal.

Neste sentido, ambos os lados do conflito adotaram uma evolução do conceito shoot and scoot, com a utilização de posições de tiro ocupadas por seção ou peça e diversas posições de espera, para onde as peças retraem individualmente após a realização do tiro. Uma missão de tiro inopinada é cumprida com as peças que já se encontram em posição, mesmo que de baterias diferentes, com a centralização do fogo sendo gerida, através *software*, pelo coordenador do apoio de fogo; se necessário o aumento do volume de fogo disponível para o cumprimento determinada missão de tiro, a linha de fogo ocupa uma posição centralizada como um todo ou por seção, valendo-se da mobilidade e de ações que aumentem o tempo de processamento de alvos do inimigo, como medidas de ataque eletrônico, para evitar fogos de contrabateria (ZABRODSKYI et al., 2022). Desta forma, o princípio de controle centralizado e apoio de fogo disponível para intervir no combate são preservados, mesmo que as ações necessárias à abertura do fogo sejam realizadas de forma descentralizada.

Quanto à dispersão das posições de tiro e de espera, cabe destacar que elas devem ser ocupadas pelo mínimo possível de peças, buscando o máximo de dispersão dos meios no terreno, observadas as

limitações logísticas e de comunicações; fator esse preponderante para a capacidade de sobreviver da artilharia (OPREAN, 2023), pois mesmo que as posições da artilharia sejam adquiridas e processadas, seu engajamento será antieconômico para o inimigo (ZABRODSKYI et al., 2022).

Da mesma forma, Zabrodskyi et al. (2022) observa que, fruto de décadas no combate de contra insurgência, onde o inimigo é incapaz de realizar saturação de fogos, o conceito de desdobramento de grandes estruturas físicas, como postos de comando ou áreas de trens, sem preocupação com dispersão ou camuflagem, não é viável nas condicionantes do conflito russo-ucraniano.

Mesmo que a dissimulação das posições de artilharia se mostre bastante difícil, em praticamente todos os espectros da luz visível e infravermelho, a dissimulação de suas posições no espectro eletromagnético se mostrou de grande valia. Como notado por Oprean (2023), a coordenação e controle do tiro de artilharia necessita de centenas de mensagens, transmitidas principalmente através de enlaces rádio de voz ou dados, aumentando assim a probabilidade de detecção pelas ações de localização eletrônica inimiga. Portanto, a exploração das comunicações deve buscar evitar denunciar a posição através de ações de mascaramento de transmissões e controle das emissões; bem como induzir o inimigo a acreditar que a artilharia se encontra em uma posição onde não está, por meio de ações de despistamento manipulativo aliadas à simulação física de meios compatíveis com aos do despistamento (ZABRODSKYI et al., 2022).

Fig. 1 - Camuflagem das posições de artilharia na Ucrânia



Fonte: Seattle Times (2023)

Fig. 2 - Militar camuflando posição de artilharia na Ucrânia



Fonte: Seattle Times (2023)

## COMUNICAÇÕES, GUERRA ELETRÔNICA E CIBERNÉTICA PARA A SOBREVIVÊNCIA DA ARTILHARIA

As ações de guerra eletrônica em prol da função de combate fogos e novas alternativas para o estabelecimento das comunicações foram um ponto crucial nos conflitos em 2022. Na iminência das invasões russa de 2014 e 2022, foram desencadeadas ações de bloqueio eletrônico de barragem, causando a total interrupção das principais frequências utilizadas pelas forças ucranianas. Nas fases subsequentes, tendo em vista a dificuldade de sustentar fogos não cinéticos desta magnitude, as ações de guerra eletrônica focaram em locais onde se supunha haver postos de comando das tropas em primeiro escalão ou centros de coordenação de apoio de fogo.

Neste contexto, a adoção de smartphones, dotados de medidas de proteção de dados compatíveis, especialmente pelas forças ucranianas, permitiu a sustentação de uma rede mínima de comunicações para a manutenção das funções de combate Comando e Controle, Fogos e Inteligência nos primeiros dias de combate; da mesma forma que a população contribuiu de forma ativa na alimentação da inteligência, com o envio de fotografias e informações através do mensageiro Telegram. As forças russas, por sua vez, foram alvo de exploração cibernética ucraniana, quando os celulares pessoais de alguns comandantes táticos foram invadidos para obtenção de suas localizações e informações (SHOGOL, 2022).

Em 28 de fevereiro de 2022, em resposta ao pedido do Ministro da Transformação Digital, o CEO da empresa SpaceX enviou a primeira remessa de

aparelhos *Starlink*, para uso de internet de banda larga satelital. A distribuição destes equipamentos para os diversos sensores e tropas nas linhas de frente e postos de comando ucranianos se mostraram de grande valia para a manutenção do comando e controle de suas tropas; estabelecendo assim a desejável redundância dos sistemas de comunicação, baseados no uso de rádios militarizados, de banda larga satelital e aparelhos celulares com softwares seguros (KAMARAS, 2022).

Quanto à sobrevivência da artilharia, podem ser listadas a necessidade de manutenção dos canais de tiro e de comando, explorando todos os meios e medidas de proteção disponíveis, observadas as imposições de segurança, tendo em vista a coordenação dos movimentos de ocupação e desocupação das posições de tiro e espera; da mesma forma, deve haver a conscientização dos militares que compõem as tropas de artilharia para a importância do uso consciente do aparelho celular, conforme orientações do escalão superior, a fim de evitar denunciar suas posições para o inimigo.

## A LOGÍSTICA NA SOBREVIVÊNCIA DA ARTILHARIA DE CAMPAHNA

Após a aproximação do ponto de ruptura logística para ambos os lados, no início de abril de 2022, e a consequente redução do volume e intensidade das ações para a manutenção da sustentabilidade das operações, percebeu-se que a utilização de munições guiadas, em relação à utilização de munições sem guiamento, trazia um

ganho substancial na efetividade dos fogos da artilharia de campanha, seja de tubo ou de foguetes. Desta forma, para a obtenção do efeito militar desejado, a quantidade de munição utilizada poderia ser menor, focando os impactos nas áreas mais importantes do alvo e reduzindo a taxa de erro (KAMARAS, 2022).

A redução do fluxo logístico de suprimentos Classe V (Munição) para as posições de artilharia, a redução dos trabalhos de municiamento nas áreas de trens das unidades e subunidades e a diminuição dos depósitos de munição de artilharia nos órgãos provedores, ameniza a assinatura dessas atividades para os meios de busca de alvos inimigos, tornando mais difícil a sua detecção e consequentemente o seu engajamento, tendo assim um impacto direto na sobrevivência das instalações logísticas da artilharia de campanha (*Ibid*).

De forma semelhante, a distribuição de munições em locais predeterminados dentro da RPP a ser ocupada pela artilharia de campanha, assim como feito pela Ucrânia na iminência da invasão russa, reduz a necessidade de ressuprimento de Classe V (munição) e auxilia na sobrevivência da artilharia de campanha (JURAYEVICH; RUZIMURODOVICH; XOLDAROVICH, 2023).

## LIÇÕES DOUTRINÁRIAS PARA A SOBREVIVÊNCIA DA FORÇA TERRESTRE

No campo doutrinário, é importante destacar o aspecto levantado por Zabrodskyi et al. (2022) sobre o emprego da Força Aérea Ucraniana, mas que se aplica às diversas Forças Singulares presentes no teatro de operações, de que a adaptabilidade, no nível tático, foi essencial para a sobrevivência aos primeiros dias de combate, e posteriormente para que fosse possível aproveitar-se das deficiências inimigas para colocar-se em uma situação vantajosa.

Neste contexto, a doutrina de emprego desta Força Singular foi atualizada durante o combate, conforme a consciência situacional do comandante tático permitiu confirmar ou refutar determinados processos ou táticas presentes em sua doutrina de emprego, garantindo assim a eficácia de seus meios contra o inimigo e sua sobrevivência contra as ações adversas.

Ainda conforme Zabrodskyi et al. (2022), o debate sobre a obsolescência de alguns sistemas de armas em face a outros, como a utilização de munições autônomas (*loitering munitions*) em substituição da artilharia de campanha, ainda estão no campo da especulação e não representam verdadeiramente o futuro do combate. A utilização de equipamentos considerados obsoletos pela Ucrânia vem apresentando bons resultados, porém, é necessária uma análise mais aprofundada em seu conceito de emprego, para que seja possível determinar possíveis adaptações na doutrina.

Ao longo dos meses de conflito que seguem até a presente data, a Guerra Russo-Ucraniana foi palco de diversas variantes na doutrina, causadas pela evolução tecnológica ou pelas condicionantes que se apresentavam no momento. É difícil precisar quais serão as lições aprendidas para a doutrina militar com um conflito em andamento, entretanto algumas tendências ficam muito evidentes e já são indícios para que outros países possam adaptar sua forma de emprego. Dentre elas cabe destacar o emprego massivo de SARPs para as atividades de inteligência, busca de alvos, guerra eletrônica e condução e realização de fogos; bem como o aumento de uso da guerra eletrônica para a localização eletrônica.

Neste cenário, a Artilharia de Campanha necessita ser capaz de superar a capacidade inimiga de fogos de contrabateria, seja pela dissimulação aos meios de busca de alvos, por imagem ou por localização eletrônica, pela mudança de posição em tempo inferior ao processamento de alvos inimigo ou pela dispersão que torne desinteressante o engajamento de nossa artilharia, priorizando o emprego de seções.

Aliar grande mobilidade e dispersão no espaço físico, empregando seções de artilharia com ações descentralizadas tipo *shoot and scoot*, porém com a possibilidade de centralizar os fogos em um alvo, conforme a necessidade, se mostrou uma ótima opção para evadir-se dos fogos de contrabateria inimigos sem renunciar ao controle centralizado e apoio de fogo disponível.

Estas ações, em conjunto com ações de dissimulação, como camuflagem multiespectral das peças e instalações e o despistamento eletrônico manipulativo das posições de artilharia, garantem a capacidade da artilharia operar com boas chances de sobrevivência.

São também fatores decisivos para a sobrevivência da Artilharia de Campanha, a manutenção da redundância dos sistemas de comunicações, aplicadas as devidas proteções eletromagnética e cibernética, a fim de permitir a coordenação para a mobilidade necessária; a conscientização dos militares quanto aos riscos de uso de celulares de forma irresponsável e a busca pela redução do fluxo logístico de munições de artilharia, aumentando o uso de munições inteligentes e guiadas, em detrimento das munições convencionais.

Por fim, a capacidade de adaptar a doutrina corrente às condicionantes do combate é vital para a sobrevivência de qualquer tropa. Como exemplo disto, a utilização de sistemas de armas tidos como obsoletos pelas forças ucranianas se mostrou eficaz, feitas as devidas adaptações no seu emprego. Da mesma forma, a adaptação das lições aprendidas à realidade do Exército Brasileiro deve ser feita de maneira judiciosa, dentro da nossa realidade de emprego, características territoriais e limitações orçamentárias.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.360 – Grupo de Artilharia de Campanha.** 5<sup>a</sup> Edição. Brasília, DF, 2020.

\_\_\_\_\_. **EB70-MC-10.361 – Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição do Grupo de Artilharia de Campanha.** 1<sup>a</sup> Edição. Brasília, DF, 2021.

JURAYEVICH, Ganjiyev; RUZIMURODOVICH, Usmonov; XOLDAROVICH, Karimov. Use of artillery in modern war: A brief analysis of the Ukrainian Conflict. **Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, [S. l.], v. 11, n. 3 , p. 118–121, 2023.** Disponível em: <https://internationaljournals.co.in/index.php/giirj/article/view/3646>. Acesso em: 12 jul. 2023.

KAMARAS, Antonis. Lessons learned from a year of war in Ukraine: a Greek reading. **ELIAMEP: Policy Paper**, Atenas, Grécia, ed. 137, Junho 2022. Disponível em : <https://www.eliamep.gr/wp-content/uploads/2023/06/Policy-paper-137-Kamaras.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

OPREAN, Laurean. Artillery and Drone Action Issues in the War in Ukraine. **Scientific Bulletin**, Sibiu, Romênia, v. 28, ed. 1, 14 jun. 2023. DOI <https://doi.org/10.2478/bsaft-2023-0008>. Disponível em: <https://sciendo.com/pdf/10.2478/bsaft-2023-0008.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SCHOGOL, Jeff. **Russian troops are proving that cell phones in war zones are a very bad idea.** California, Estados Unidos da América: Talk and Purpose, 13 maio 2022. Disponível em: <https://taskandpurpose.com/news/russia-ukraine-cell-phones-track-combat/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SEATTLETIMES. **Potent Weapons Reach Ukraine Faster Than the Know-How to Use Them.** Disponível em <<https://www.seattletimes.com/nation-world/potent-weapons-reach-ukraine-faster-than-the-know-how-to-use-them/>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ZABRODSKYI, Mykhaylo *et al.* **Preliminary Lessons in Conventional Warfighting from Russia's Invasion of Ukraine: February–July 2022.** Royal United Services Institute: for Defence and Security Studies, Londres, Reino Unido, v. Relatório Especial, 30 nov. 2022. Disponível em: <https://static.rusi.org/202303-SR-Unconventional-Operations-Russo-Ukrainian-War-web-final.pdf.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

# O SISTEMA ASTROS NO CONTEXTO DO NOVO CONCEITO OPERACIONAL DO EXÉRCITO BRASILEIRO – COEB 2040

Maj Élton Conceição Soares



O Sistema ASTROS (*Artillery Saturation Rockets System*) produzido pela Empresa AVIBRAS, componente da Base Industrial de Defesa (BID), coloca o Brasil e, em especial, o Exército Brasileiro, em posição de destaque no mercado internacional de Produtos de Defesa (PRODE). E, ainda, garante elevada capacidade de apoio de fogo em profundidade ao Exército Brasileiro (EB).

Transcorridos mais de 40 anos, os avanços tecnológicos relacionados aos sistemas de mísseis e foguetes foram marcantes para a evolução da doutrina militar dos exércitos de todo o mundo. Os cenários dos conflitos bélicos da atualidade demonstram a grande importância dada ao emprego de artilharia, em especial de mísseis e foguetes.

A produção do Sistema ASTROS iniciou-se em 1983 e em meados da década de 1990 as unidades do Exército Brasileiro, dotadas deste material, já estavam mobiliadas. No início dos anos 2000, a família ASTROS passou por atualizações de seus sistemas, fruto das mudanças dinâmicas da forma de combater, principalmente quanto ao emprego de mísseis e foguetes e nas capacidades da Base Industrial de Defesa (BID) (ASTROS 2020, 2018).

Entre as inovações realizadas, destaca-se a possibilidade do Sistema ASTROS agregar a capacidade de lançar, de uma mesma plataforma, os foguetes balísticos do sistema, foguetes guiados, de diversos calibres (127 mm, 270 mm, 300 mm), e o Míssil Tático de Cruzeiro (MTC-300), de 450 mm, com capacidade de atingir ao menos 300 Km. Essa versatilidade de emprego da Lançadora Múltipla Universal (LMU) eleva o Brasil ao patamar mundial que poucos países alcançaram no mundo.

A busca por dotar o sistema ASTROS, de munições inteligentes é fruto das evoluções e necessidades do combate moderno. Destaca-se, a necessidade de se bater alvos com maior acurácia no campo de batalha e com isso o desenvolvimento de artefatos guiados se torna imprescindível para atender as demandas de apoio de fogo nas operações.

Os estudos realizados durante o projeto do Foguete Solo-Solo 40 Guiado (Fgt SS-40 G) e do MTC-300, iniciaram-se a partir de 2012. Os resultados alcançados permitem agregar conhecimentos para início de novos projetos o início da busca por esta capacidade, alinhado às Bases para a Transformação da Doutrina Militar Terrestre, publicada ainda em 2013, possibilitando o levantamento das dificuldades de aquisição de insumos e transferência de tecnologias no cenário internacional (BRASIL, 2012).

Neste sentido, os novos sistemas de munições impõem grandes desafios pois agregam alto índice de tecnologia embarcada e exigem uma rápida adequação das plataformas lançadoras. Os embargos internacionais, a falta de insumos, a deficiência nas áreas de ciência e tecnologia e, ainda, a dificuldade de parcerias internacionais com transferência de tecnologia dificultam o desenvolvimento de tais sistemas no Brasil.

A idealização do Sistema ASTROS teve como origem a observação de outros meios disponíveis no mercado internacional à época, de lições aprendidas e estudadas durante conflitos ocorridos no contexto mundial ou regional. Assim o é nos dias de hoje, quando se busca incentivar o setor produtivo no desenvolvimento de munições mais precisas e inteligentes, condicionante básica para o emprego de mísseis e foguetes no contexto do Novo Conceito Operacional do Exército Brasileiro (COEB 2040).

O COEB 2040 remete às evoluções do combate moderno, fruto de novas tecnologias, equipamentos e, consequentemente, Táticas, Técnicas e Procedimentos (TTP), acarretando elaboração de diretrizes de transformação da Força Terrestre. Essas diretrizes, baseadas no Planejamento Baseado em Capacidades (PBC), irão nortear os trabalhos dos diversos setores do Exército Brasileiro para se atingir as metas necessárias a fim de fazer frente às correntes e futuras ameaças.

Este artigo tem por finalidade situar o atual estágio de desenvolvimento do Sistema ASTROS no contexto do COEB 2040. Para isso serão abordadas as características do Sistema ASTROS relacionados aos aspectos condicionantes do ambiente operacional do futuro previsto naquele documento.

Como conclusão, serão abordadas as possíveis necessidades de transformação da Força Terrestre no tocante ao emprego de Mísseis e Foguetes, com objetivo final de levantar a possibilidade de desenvolvimento de novas capacidades ao sistema ASTROS e ao incentivo à BID.

O ambiente operacional do futuro e as ações militares serão condicionadas, segundo o COEB 2040, pelos seguintes aspectos: urbanização, hiperconectividade, relevância da dimensão informacional, judicialização do combate, automação ampliada, aceleração do combate, maior letalidade seletiva e monitoramento das ações e extração (BRASIL, 2023).

Com isso, o desenvolvimento de operações militares em áreas cada vez mais urbanizadas é premissa básica para o planejamento do emprego de mísseis e foguetes do Sistema ASTROS. Os alvos estratégicos, operacionais e, por vezes, táticos estão localizados em áreas urbanas, ou próximas a elas, exigindo uma maior acurácia e um *Circular Error Probable* (CEP) consideravelmente menor que o atual e, ainda, coordenações específicas para seu emprego.

Ainda, os fogos realizados em áreas urbanas estão diretamente ligados ao amplo espectro dos conflitos. A interferência nas dimensões física, humana e informacional é intensa. A capacidade de engajar alvos como: instalações militares, econômicas, políticas, científicas, dentre outras, no interior de cidades, garante o atingimento de objetivos estratégicos, operacionais ou táticos, corroborando com determinados objetivos políticos de elevada importância para o conflito.

Ademais, as cenas acompanhadas no atual conflito entre Rússia e Ucrânia permite identificar o impacto na dimensão humana causado pelo engajamento de alvos em áreas habitadas. Estes acontecimentos, influenciam a opinião pública mundial. Os danos colaterais causados ou não pela ação irão ditar a narrativa dos oponentes.

Atrelado a isso, a hiperconectividade do ambiente operacional permite que rapidamente a ação em área urbanizada seja registrada de vários ângulos por militares, transeuntes, moradores e imprensa. O mundo acompanha quase que minuto a minuto os efeitos do combate podendo alterar os rumos da guerra conforme narrativa vencedora.

Consequentemente, cada vez mais nos conflitos atuais o Direito Internacional Humanitário (DIH)/Direito Internacional dos Conflitos Armados (DICA), pode, nos casos de agressão, ser uma arma judicial prejudicial aos objetivos propostos pelas forças empregadas em combate. A preocupação constante com a judicialização podem restringir ações caso não se tenha o equipamento/armamento adequado para atuar em determinadas áreas (BRASIL, 2023).

A fim de mitigar estes danos indesejáveis, a Doutrina Militar Terrestre (DMT) prevê o estabelecimento de Medidas de Coordenação de Apoio de Fogo (MCAF) e Medidas de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo (MCCEA) para o emprego de artilharia. Em especial, os longos alcances dos mísseis e foguetes exigem que o mais alto escalão de artilharia realize as coordenações no menor espaço de tempo a fim de evitar o fraticídio ou a interferência do seu emprego em ações em outros domínios.

Outrossim, o dinamismo dos combates atuais, a variedade de armas e as capacidades diversas empregadas exigem um processo de apoio à decisão cada vez mais otimizado e digitalizado. A atuação em diversos domínios traz à tona a necessidade de realização de coordenações mais aprimoradas e céleres, pois a oportunidade de engajamento pode ser perdida quando da necessidade de tempo para coordenar com os diversos meios empregados no Teatro de Operações (TO) (BRASIL, 2023).

Para isso, os Sistemas de Comando e Controle devem ser capazes de representar integrada e graficamente as zonas de ação, zonas de fogos, MCAF, MCCEA. Apesar de ser, parcialmente, contemplada na plataforma atual utilizada pelo Sistema de Comando e Controle de Força Terrestre (SisC2FTer), sendo suas inserções de forma manual, o C2 em Combate (C2 em Cmb) não garante o apoio à decisão de forma satisfatória, principalmente quando se trata em ApF.

Neste ínterim, o Sistema Integrado de Simulação ASTROS (SIS-ASTROS) ferramenta de simulação para operadores do sistema possui capacidade de integrar graficamente estas medidas, podendo ser utilizada a *expertise* dos desenvolvedores (DCT e UFSM), por meio de Termo de Execução Descentralizada (TED), para aperfeiçoar o que hoje está disponível no sistema C2 em Combate.

Um exemplo disso é o próprio *software* do Sistema ASTROS que possui uma ferramenta chamada análise de missão que de forma automatizada permite rapidamente apoiar a tomada de decisão do comandante de fração, por ocasião da missão de tiro. Para isso são utilizados dados como as dimensões do alvo, disponibilidade de munição, efeitos desejados no alvo e alcance, são feitos de forma automática, agregando rapidez e oportunidade no desencadeamento das missões de tiro (BRASIL, 2012). Desta forma, o C2 em Cmb, alinhado ao desenvolvido pelo SIS-ASTROS, colocaria a Força Terrestre em posição de elevado destaque no cenário mundial. É percebido que no combate, forças que decidem certo o mais rápido possível levam grande vantagem sobre seus oponentes, pois a otimização do ciclo de comando e controle “Observar, Orientar, Decidir e Atuar” (OODA) é imprescindível para atuação oportuna no campo de batalha (BRASIL, 2023).

Outro aspecto do ambiente operacional é a necessidade de maior letalidade seletiva. Esta deve ser buscada pelos desenvolvedores de sistemas de apoio de fogo desde as munições de menor alcance (apoio de fogo cerrado) até aquelas que extrapolam o campo de batalha (MTC). O Programa Estratégico do Exército ASTROS, busca com o desenvolvimento do MTC 300 e dos Foguetes Guiados de maior alcance, agregar a capacidade de engajar alvos a 300 Km ou mais com uma acurácia de 30 m. Estes projetos são os mais sofisticados já desenvolvidos pelo Sistema ASTROS, e após realizadas as certificações necessárias colocarão a Força Terrestre em posição de destaque no contexto regional (ASTROS 2020, 2018).

A extração do campo de batalha, como mais um aspecto do ambiente futuro, implica em as ações cinéticas que produzem efeitos cada vez mais profundos e para isso o Sistema deve buscar desenvolver a capacidade de produção de munições com alcances compatíveis com as dimensões territoriais do Brasil.

Ainda, os fogos de precisão executados na Guerra da Ucrânia, garantidos pelos mísseis ATACMS, logo nos primeiros dias de emprego deste material naquele conflito, colaboraram para o engajamento de uma base militar russa na cidade de Izyum, em Donbass, aprofundando o combate. Alvos em Kherson, como a ponte de Antonivskyi, sobre o rio Dniepre, importante eixo logístico russo para as tropas desdobradas na Criméia, também foram alvos de fogos de precisão, oriundos de sistemas mísseis e foguetes.

O avanço no desenvolvimento deste tipo de munição é a porta de entrada para a conquista de novos objetivos. Os estudos nas áreas de sistemas de navegação e controle, guiamento e comunicações, devem ser priorizados nas instituições de ensino civis e militares, colocando a chamada tríplice hélice em pleno funcionamento para a busca de soluções e inovações para a área de defesa, segurança, aviação civil, comunicações e etc.

Concomitante ao interesse militar de desenvolvimento destes produtos, alguns desafios são impostos à indústria nacional e para isso a autoridade patrocinadora deve direcionar os esforços e estabelecer as diretrizes para o projeto de desenvolvimento. As capacidades de desenvolvimento de produtos por empresas brasileiras, como AVIBRAS, EQUITRON, MAC JEE, SIATT, XMOBOTS, Mod.Co, CLC que possuem efetivos reduzidos mas com alta qualificação em seus quadros, mostram-se no cenário nacional como empresas capazes de fornecer soluções para demandas do sistema de mísseis e foguetes e outros meios importantes no contexto dos combates atuais, sendo imprescindível que haja a integração das capacidades de cada empresa a fim de otimizar e garantir um produto de maior qualidade que atenda o que a Força Terrestre necessita, além de possibilitar a retenção do recurso humano das empresas em território nacional.

Esta integração e esforço do Estado junto à iniciativa privada tem como exemplo o desafio lançado pela Marinha dos Estados Unidos da América (EUA) quanto ao lançamento de um mesmo míssil não só de plataforma submersa mas também de terra. Aquela força singular dos EUA desejava que um míssil com as mesmas capacidades servisse a dois propósitos, engajar alvos em terra e mar, e para isso, dividiu-se o programa em dois desenvolvimentos desencadeados por duas empresas distintas, dando origem ao atual *Tomahawk* (YENNE, 2018).

Um objetivo que deve ser buscado pelo EB é o desenvolvimento de um míssil antinavio a partir de plataforma terrestre, outra necessidade alinhada Estratégia Nacional de Defesa (END). Esta munição, de extrema relevância para países com grandes extensões litorâneas como o Brasil, torna-se um objetivo a ser atingido quando se trata de Antiacesso/Negação de Área (A2/AD). Ressalta-se que esta capacidade, a partir da plataforma ASTROS, já foi visualizada em discussões internas no Comando de Artilharia do Exército como possibilidade de produto dentro dos estudos alcançados no desenvolvimento do MTC-300, mas ainda deve ser foco de avaliações mais aprofundadas sobre sistemas de guiamento terminal (*Seeker*) e tecnologia *Sea Skimming*.

Conclui-se que o Novo Conceito Operacional do Exército Brasileiro enseja transformações da Força Terrestre e prosseguimento nos projetos do Programa Estratégico do Exército ASTROS. Tal programa apresenta-se como um exemplo de gestão no estudo e desenvolvimento de novas capacidades sempre com foco no futuro. Os ensinamentos colhidos no desenvolvimento do Sistema como um todo, no estudo/desenvolvimento de novas munições, passando pelas atualizações de equipamentos, viaturas, comando e controle e sistemas de simulação, colocam a artilharia na vanguarda das transformações necessárias exigidas pelo COEB 2040.

Conclui-se, ainda, que o incentivo aos setores

empresariais e industriais na busca de soluções retém a mão de obra qualificada hoje presente nas empresas. Esses profissionais permanecem no desenvolvimento de projetos em curso e, ainda, agregam conhecimento em projetos futuros, diminuindo o tempo de desenvolvimento e aumentando a qualidade do produto final.

Por fim, as possibilidades de se desenvolver produtos de defesa competitivos no cenário mundial e que agregam elevada capacidade de apoio de fogo à Força Terrestre deve ser uma busca constante desde os escalões mais baixos da Força até os mais altos órgãos do Estado. As parcerias entre Estado e indústria devem permitir a integração de esforços no desenvolvimento dos produtos de defesa.

## REFERÊNCIAS

ASTROS 2020, O Martelo de Bater. **Revista Tecnologia e Defesa**, Brasília, p.60, 2018.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Manual de Fundamentos EB20- MF-07.001 Conceito Operacional do Exército – Operações de Convergência 2040**. Brasília, DF, 1<sup>a</sup> ed 2023.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. Portaria Nr 41 – **Cria o Projeto Estratégico ASTROS 2020 e constitui equipe inicial do Projeto**, Brasilia, 2012.

BRASIL. **Relatório do Histórico das Viaturas do Sistema ASTROS ao Escritório de Projetos do Exército: evolução das versões do Sistema ASTROS**. São José dos Campos, 2017.

BRASIL Estado-Maior do Exército. Portaria Nr 971 – **Aprova o Manual de Fundamentos Conceito Operacional do Exército Brasileiro – Operações de Convergência 2040 (EB20-MF-07.001)**, 1<sup>a</sup> edição 2023.

YENNE, B. **The Complete History of U.S. Cruise Missiles: From Kettering's 1920's Bug and 1950' Snark to Today's Tomahawk**. North Branch: Specialty, 2018.



## O SISTEMA NAPION COMO FERRAMENTA PARA O APRIMORAMENTO DA GESTÃO ASTROS

1º Ten Guilherme Henrique Gonzato Weidlich

O Sistema de Gerenciamento da Manutenção NAPION foi desenvolvido no ano de 2017 por militares do Centro de Logística de Mísseis e Foguetes com o objetivo de gerenciar a manutenção da frota blindada ASTROS.

O gerenciamento da manutenção é o processo de planejamento, coordenação e controle das atividades relacionadas à manutenção de equipamentos, instalações e sistemas. Seu objetivo é garantir que os ativos sejam mantidos em boas condições de funcionamento, minimizando paradas não programadas, reduzindo custos e prolongando a vida útil dos equipamentos.

São características desejáveis em um sistema de gerenciamento de manutenção os seguintes fatores:

Planejamento: definir objetivos e metas de manutenção, identificar recursos necessários (pessoal, materiais, ferramentas), estabelecer planos de manutenção preventiva e corretiva, e programar atividades de manutenção de acordo com a prioridades e impacto na produção ou operação.

Execução: realizar as atividades de manutenção conforme planejado e programado. Isso pode envolver reparos, substituições, inspeções, lubrificações, calibrações, entre outras tarefas.

Registro e documentação: registrar todas as atividades de manutenção realizadas, ordem de serviço, incluindo datas, descrição do trabalho, recursos utilizados e tempo gasto. Manter um histórico adequado ajuda na análise de desempenho, identificação de tendências e tomada de decisões futuras.

Análise de desempenho: avaliar o desempenho do programa de manutenção, monitorar como, disponibilidade da frota, tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio de reparo (MTTR), custos de manutenção, cálculo de homem hora, entre outros.

Gerenciamento de estoque: manter um inventário adequado de peças de reposição e materiais necessários para a manutenção. Gerenciar o estoque de forma eficiente, evitando a falta de peças críticas ou excesso de estoque desnecessário, calculando a quantidade de manutenções possíveis de se realizar com o estoque atual.

O Sistema NAPION possui inúmeras funcionalidades que atendem as características desejáveis em um sistema de gerenciamento de manutenção como emissão do mapa de disponibilidade, do livro registro de viatura, controle de ordens de serviço, agendamento das manutenções, controle de estoque, superando as características desejáveis aos sistemas de gerenciamento de manutenção em alguns fatores como: lista de itens para inspeções semanais, mensais e antes de operações; controle da data de fabricação dos pneus e baterias; controle das operações que a viatura realizou; lista com os principais procedimentos de operação e manutenção; biblioteca com todos os manuais do fabricante.

Todas essas funções se bem utilizadas trazem um grande avanço para a logística ASTROS, pois permitem que o operador, o mecânico e o gerente tenham um melhor controle das viaturas.

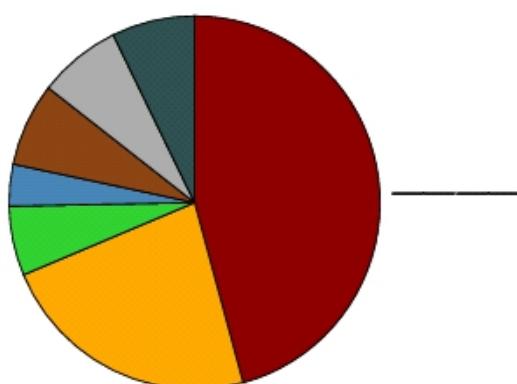
O sistema NAPION foi desenvolvido especificamente para a frota ASTROS, atualmente ainda está em processo de adequação e implantação nas unidades do Comando de Artilharia do Exército, possibilitando adequações às novas necessidades apresentadas desde o seu desenvolvimento inicial. Alguns desenvolvimentos e atualizações facilitariam o controle e aprimorariam a gestão ASTROS.

O principal fator a ser desenvolvido é concluir a transformação do sistema de gerenciamento da manutenção para um sistema de gerenciamento de frotas, o qual possui características mais abrangentes que permitem ter o controle total das necessidades e operacionalidade de todas as viaturas integrantes do sistema.

Para ser alcançado uma gestão de frota eficiente, se faz necessário a atualização constante da situação das viaturas, informações como quilômetros rodados, horas de funcionamento, controle de abastecimentos, missões executadas, falhas apresentadas, emissão de ficha de viatura, cálculo de disponibilidade por viatura, cálculo de MTBF e MTTR são vitais para que se tenha o controle da situação atual da frota e para que seja possível prever as necessidades para os próximos anos.

Fig. 1 - Extrato do mapa de disponibilidade

**Distribuição das Viaturas**

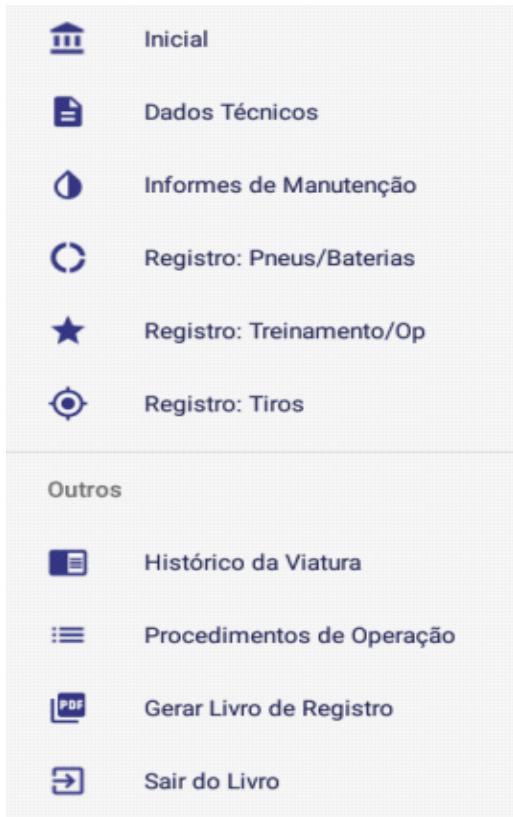


**Mapa de Disponibilidade - Modelo Vtr**

#	Modelo	Qtd Vtr	Indisponível
■	AV-LMU	38	14 (36.84%)
■	AV-RMD	19	5 (26.32%)
■	AV-PCC	5	1 (20%)
■	AV-VCC	3	0 (0%)
■	AV-OFVE	6	0 (0%)
■	AV-UCF	6	1 (16.67%)
■	AV-MET	6	2 (33.33%)
<b>Total</b>		<b>83</b>	<b>23 (27.71%)</b>

Fonte: O Autor

Fig.2 - Opções existentes no livro registro de viatura



Fonte: O Autor

De posse de todos estes parâmetros o gestor da frota tem a possibilidade de controlar o uso entre as viaturas, para que sejam utilizadas de forma equilibrada, o que além de disponibilizar o desgaste das viaturas de maneira uniforme, permite a distribuição das missões entre os chefes de peça, ainda permite que se tome providencias para a solução de falhas apresentadas, da maneira mais eficiente, além do controle de consumo de combustível, e do nível de adestramento dos motoristas.

Dotado ainda de todas essas informações é possível prever os próximos anos da frota, auxiliando na previsibilidade de recurso, no planejamento de aquisições, na construção de um estoque de peças de alta mortalidade, predizer as capacidades operacionais do sistema.

Considerando o apresentado é de vital importância o desenvolvimento do Sistema NAPION para que atenda às necessidades do Comando de Artilharia do Exército, com maior eficiência, evitando desperdício de recurso e retrabalhos em todos os níveis seja na gestão ou operação da frota ASTROS.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, Clenilson Bandeira. **GESTÃO DE FROTAS: PROMOVENDO A GESTÃO DE PESSOAS E ALCANÇANDO A EFICIÊNCIA OPERACIONAL**. Natal, RN, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/33072>. Acesso em: 31 de maio de 2023.

BRASIL. Exército. EB70-MC-10.238: **LOGÍSTICA MILITAR TERRESTRE**. 2. ed. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Exército. **EB60-ME-22.401: MANUAL DE ENSINO GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO**. 1. Ed. Brasília, DF, 2017.

KOTHE, Maurício. **SISTEMA LOGÍSTICO DE MANUTENÇÃO (SisLogMnt): MELHORIAS PARA APRIMORAR A GESTÃO DA FROTA DE VIATURAS BLINDADAS GUARANI**. 2021. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/9581>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

SEELING, Marcelo Xavier. **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO EM UMA EMPRESA DE ALIMENTOS DO RIO GRANDE DO SUL**. Porto Alegre, agosto de 2000. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/9015/000291630.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

# SISTEMAS DE NAVEGAÇÃO TERMINAL (SEEKERS) EM MUNIÇÕES GUIADAS

Cap QEM Eduardo Henrique dos Santos



A necessidade de sobrepujar o inimigo com o advento do ataque surpresa tem sido o grande norteador do desenvolvimento de equipamentos de uso militar. O míssil balístico V-2, por exemplo, projetado e testado pelos nazistas durante a Segunda Grande Guerra, deveria levar destruição a instalações militares e cidades das Forças Aliadas, distantes da Alemanha, sem exposição direta ao inimigo e sabendo que eles não possuiriam meios de defesa (FORD, 1973).

E com base nessa premissa e diversas outras, sobretudo de cunho político e estratégico que governos têm destinando esforços e recursos no desenvolvimento de sistemas de armas modernos e munições inteligentes (GACIAC, 1987).

Não é à toa que esse tem sido o caminho percorrido, porque, além de serem projetadas para operar sob condições ambientais adversas, munições guiadas possibilitam a execução de ataques e defesas de modo eficiente, contra diversos tipos de alvos e/ou ameaças, de rápida resposta, seja com fogos diretos ou indiretos, e baixo risco de perda e exposição de pessoal e/ou material. O indicativo de melhor eficácia implica, inclusive, que menos munição se faz necessária no cumprimento de determinada tarefa, com possíveis ganhos de ordem logística, e talvez econômica, dada a menor necessidade de meios para operação, transporte, armazenamento e manutenção.

A experiência mostra, contudo, que armas guiadas são projetadas para que elas ajam sobre alvos específicos, com poderes de ação limitados contra os demais tipos de ameaças (AGARD, 1992). Desse modo, é fundamental, ainda na fase de concepção do projeto, saber caracterizar bem: a) o tipo de alvo/ameaça e suas especificidades (se de coordenada fixa, como centrais de energia e aeroportos, ou móveis, como aeronaves e embarcações), b) efeitos terminais desejados (anti-pessoal e/ou anti-material), c) existência ou não de ações de contramedidas (jamming de sinal de rádio, flare etc.), d) integração da munição com plataforma de lançamento (navios, submarino, blindados etc.), e) requisitos macro de desempenho (tempo de prontidão para tiro, alcance, CEP etc.) e f) outras correlatas (operação da munição, logística, manutenção etc.). (GUERRA et. al, 2020).

É, portanto, com olhos voltados para aspectos de navegação embarcada e guiagem terminal em munições guiadas, com foco nos tipos de alvos/ameaças e suas características, que o presente documento foi redigido.

Antes de um veículo guiado saber para onde ele deve ir, ele tem de possuir meios que o possibilitem, num dado sistema de referência, se localizar (posição e velocidade) e se orientar espacialmente. Tais dados caracterizam as informações de navegação do corpo, e são a partir deles que as demais atividades em munições guiadas – guiamento, controle e atuação – são executadas e assim a munição consegue se deslocar no espaço até o alvo.

Antigamente, na época das grandes

navegações, por exemplo, as atividades de orientação e localização espacial, apesar das limitações, se davam com o emprego de sextantes, enquanto a que velocidade dos navios era estimada por contagem de tempo para percorrer distâncias conhecidas. Na era moderna, a atividade de navegação embarcada tem sido realizada por instrumentos capazes de medir movimentos, sejam eles lineares, como acelerômetros, quanto angulares, como girômetros.

Acelerômetros são dispositivos que realizam medidas de aceleração inercial linear enquanto que girômetros de velocidade angular. O tratamento conjunto de dados de tais dispositivos possibilita que informações de posição, velocidade linear e orientação de um corpo no espaço sejam determinadas, tendo por base um ponto de partida. Essa técnica de junção de dados é conhecida na literatura especializada pelo termo mecanização (NOURELDIN et. al, 2013).

Ocorre que os dados advindos apenas de unidades de medidas iniciais, mesmo que modernas, tendem a se degradar com o transcorrer do tempo de operação, ocasionando o aumento dos erros das medidas de navegação. Consequentemente, elas deixam de ser confiáveis com o passar do tempo. Em operações breves, a degradação de medidas de navegação é limitada, não trazendo, geralmente, tão grandes impactos. A degradação das medidas de navegação, contudo, será substancialmente maior quanto maior for o período em operação. Nesses cenários, os objetivos de acurácia ao término de uma longa missão com munição guiada, por exemplo, podem ficar comprometidos.(GUERRA et. al, 2020)

Fig. 1 - INS atual (esquerda) e INS que levou o homem à lua (direita)



Fonte: apollo11space.com e Karnick (2007)

O início da solução de correção/minimização dos erros em unidades de navegação moderna foi, por exemplo, utilizado no programa espacial americano Apollo, responsável por levar o homem à superfície lunar em 1969 (MINDELL, 2011). A viagem de ida à lua tinha duração de mais de 3 dias, assim como a volta, e por mais que a unidade de navegação embarcada fosse extremamente precisa e projetada exclusivamente para a missão, ela também precisava

de correções de suas medidas durante a viagem, com o risco de a missão jamais chegar à lua. Os radares terrestres que acompanhavam o módulo lunar poderiam fornecer os dados auxiliares necessários para corrigir a unidade de navegação (assim como o fizeram); mas, por questões de ordem político/estratégica (sobretudo a possibilidade de jamming por parte dos soviéticos), o projeto Apollo como um todo teve de ser adaptado ao transporte de mais um astronauta, o qual executaria medições auxiliares rotineiras e redundantes durante todo o voo por meio de um sextante embarcado (aos moldes das antigas navegações).

Em munições guiadas, soluções de engenharia para a obtenção de medidas iniciais mais confiáveis passa naturalmente pela escolha de melhores dispositivos de navegação (os quais inserem menos erros nas medidas quando em operação), associadas, ou não, ao emprego de medidas auxiliares, como aquelas processadas a partir de informações da constelação GPS (*Global Positioning System*) e GLONASS (*GLObal NAVigation Satellite System*), os quais, por meio de técnica de fusão de dados, possibilita correções nas medidas de navegação quando em operação (KABAMBA, 2014).

Dispositivos de navegação do tipo MEMS (*Micro-Electro Mechanical Systems*), por exemplo, além de possibilitarem bons desempenhos durante as fases de lançamento, mid-course e terminal (sobre alvos fixos) são de relativo baixo custo unitário, ocupam pouco volume e têm baixo peso, características estas desejáveis operacionalmente, visto que maiores margens são deixadas para aumento do alcance útil de munição e/ou poder destrutivo. A Figura 1 traz um exemplo comparativo do dimensional entre uma unidade do tipo MEMS, com os girômetros, acelerômetros e unidades de energia e processamento encapsulada numa pequena caixa acondicionadora, e também, no lado direito, apenas o girômetro empregado no Módulo de Comando e Serviço do Programa Espacial Apollo.

Apesar de dispositivos de navegação modernos possibilitarem bons desempenhos quando em operação, sobretudo se auxiliados, o cumprimento de requisitos de acurácia terminal se torna mais complexo quando os alvos são móveis, como aeronaves, mísseis, embarcações, carros de combate, tropas etc. Sobretudo porque estes possuem o aspecto da imprevisibilidade, são capazes de executar manobras e alterações de trajetória e posição. Ou seja, possivelmente estarão em uma localização diferente daquela em que se encontravam quando do lançamento de míssil. Nesse contexto, é necessário que os mísseis possuam meios adicionais aos seus dispositivos de navegação que possibilitem “sentir o alvo” em tempo real, principalmente em sua fase final de voo, para que manobras de correções de trajetória sejam executadas até o instante da interceptação.

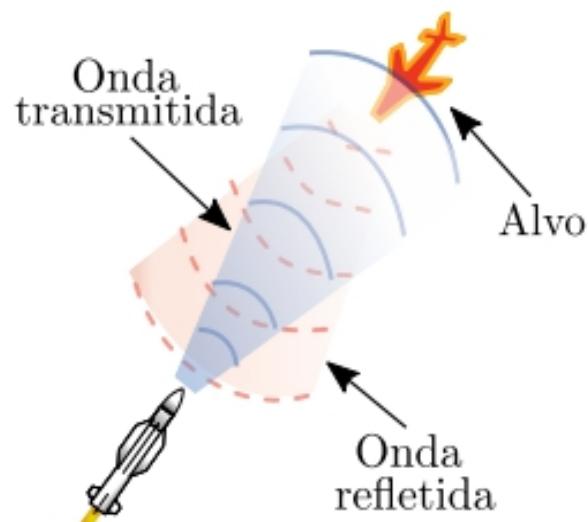
Cada alvo possui certas características que

tornam sua identificação e localização facilitadas, o que naturalmente condiciona a que se empregue meios que as explorem ao máximo. Por exemplo, turbinas de aeronaves em operação e seres vivos geram calor, deixando um rastro visível a sensores que possuem bom desempenho na faixa de frequência do infravermelho; navios e carros de combate, por sua vez, são excelentes fontes de reflexão (e de emissão) de sinais de radiofrequência (faixa do micro-ondas, por exemplo), assim como diversos outras possíveis características a depender do tipo de alvo. De modo que se procura direcionar o tipo de tecnologia a ser empregada na atividade de sensoriamento terminal a fim de se obter o máximo de desempenho na caracterização do alvo e/ou ameaça. Dispositivos do tipo *seeker* são capazes de executar tais atividades.

Os *seekers* são majoritariamente empregados em abordagens terminais, que é quando eles se encontram mais próximos ao alvo e com isso a atividade de identificação se torna potencialmente mais facilitada. Eles são classificados em três categorias, ditadas pelo seu modo de interação com o meio externo e alvo, da seguinte forma: ativos, semiativos e passivos. As subseções a seguir visam apresentar dados gerais, potencialidades e limitações de cada um deles.

Dispositivos do tipo *seeker* ativo têm características de operação que se assemelham à forma utilizada por morcegos quando em atividade de caça. Eles são capazes de emitir pulsos de energia, por meio de um ou mais transmissores (“iluminador”), e os ecos refletidos pelo alvo sensibilizam os receptores embarcados na munição, possibilitando estimar a direção do alvo, assim como, pelo efeito Doppler, a distância e velocidade relativa entre eles. A posse de tais informações é fundamental para que as ações do guiaamento, controle e atuação operem de modo robusto até que ocorra a interceptação. A Figura 2 ilustra de forma conceitual o modo de operação de um *seeker* ativo.

Fig. 2 - *Seeker* ativo



Fonte: Palumbo (2010)

Mísseis munidos com *seeker* ativo são completamente autônomos, não precisando, após seu lançamento, de meios externos que os auxiliem na detecção, identificação e traqueio do alvo. Ou seja, após lançados eles agem autonomamente, característica conhecida por *fire-and-forget*. Desse modo, as plataformas que realizam os lançamentos podem executar manobras de saída de posição, sem que haja a necessidade de intervenções adicionais sobre o míssil recém-lançado.

Toda essa capacidade embarcada, entretanto, incorre necessariamente que mais equipamentos sejam transportados pelo míssil, limitando o seu volume útil, o qual poderia ser destinado ao carregamento de mais combustível e/ou cargas explosivas, custos extras com mais eletrônica e acessórios e, por vezes, encurtamento de alcance de operação. Além de sinalizar para o inimigo, quando na emissão de sinal pelo transmissor, que ele foi localizado, ou se encontra em vias de, suscitando ações de contramedidas, manobras de evasão ou de contra-ataque. Nesse contexto, é comum que o transmissor seja ligado apenas quando o míssil se encontra próximo ao alvo, criando dificuldades adicionais de reação por parte do inimigo. O efeito prático disso é que se aumentam as chances de sobrevivência do míssil e, consequentemente, maximiza a probabilidade de interceptação do alvo.

Diversas são as tecnologias de *seeker* ativo já empregadas em munições guiadas. A título de exemplo, pode-se citar os radares ativos que operam na faixa de frequências do micro-ondas e do milímetro e *seeker* LADAR (*LAser Detection And Ranging*). Algumas outras são ainda promissoras na área missilística, como os radares de abertura sintética, ou apenas SAR (*Synthetic Aperture Radar*) (FLEEMAN, 2001).

As Figuras 3 e 4 apresentam exemplos de *seekers* ativos, com destaque ao *seeker* radar ativo empregado no míssil russo Zvezda, de ação antinavio, e o *seeker* LADAR do míssil americano LOCAAS, de múltipla ação.

Fig. 3 - Míssil russo Zvezda Kh-35, equipado com um *Seeker* radar ativo



Fonte: armedconflicts.com (2022) e medium.com (2022)

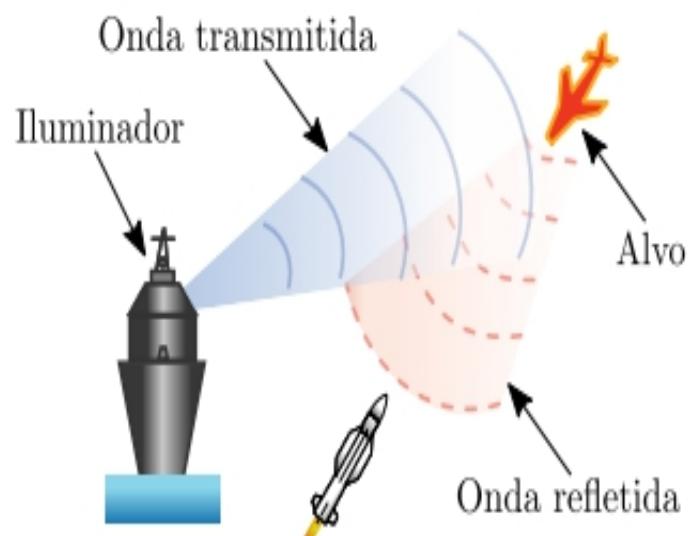
Fig. 4 - Míssil americano LOCAAS (*LOw Cost Autonomous Attack System*)



Fonte: newatlas.com

*Seekers* semiativos trabalham de forma muito similar aos *seekers* ativos, com a diferença de que a transmissão de energia ao alvo é realizada por uma fonte externa ao míssil. Ondas de rádio e na faixa do micro-ondas, designadores laser e luminosos, por exemplo, são forma de transmissão (iluminação) do alvo emanadas por plataformas de lançamento, radares de vigilância ou algum outro meio nas proximidades do alvo. A Figura 5 ilustra de forma conceitual o modo de operação de um *seeker* semiativo.

Fig. 5 - *Seeker* semiativo



Fonte: figura adaptada de Palumbo (2010)

Sistemas de transmissão separados dos mísseis, alocados em carros de combate, navios ou aeronaves, por exemplo, podem emitir uma maior quantidade de energia quando comparado com a de um transmissor embarcado em um míssil com *seeker* ativo, além de empregar maiores antenas de transmissão de sinal, com a possibilidade de atuar em espectros de frequência com menores atenuações de potência por fatores atmosféricos (assunto melhor discutido à frente no presente documento).

Uma outra vantagem de *seekers* semiativos, quando comparado com ativos, é que menos eletrônica embarcada e acessórios são necessários para a execução da missão de identificação do alvo, possibilitando que mais volume útil seja destinado a combustível e/ou carga explosiva (maiores autonomias de voo e/ou poder destrutivo). Necessitam, contudo, de que algum sistema de transmissão (iluminação) também esteja operante até a interceptação do alvo. O que, em certos casos, aumenta o tempo de exposição do(s) sistema(s) ao inimigo, facilitando a localização de radares, aeronaves e/ou embarcações próprias, ou amigas, e, consequentemente, o desencadear de ações de contramedidas.

A Figura 6 traz um exemplo de um *seeker* laser semiativo instalado na seção ogival da bomba guiada americana GBU-27 e sendo lançada por caça F-117 *Nighthawk*.

Fig. 6 - Bomba guiada GBU-27 Paveway-III com *seeker* laser semiativo

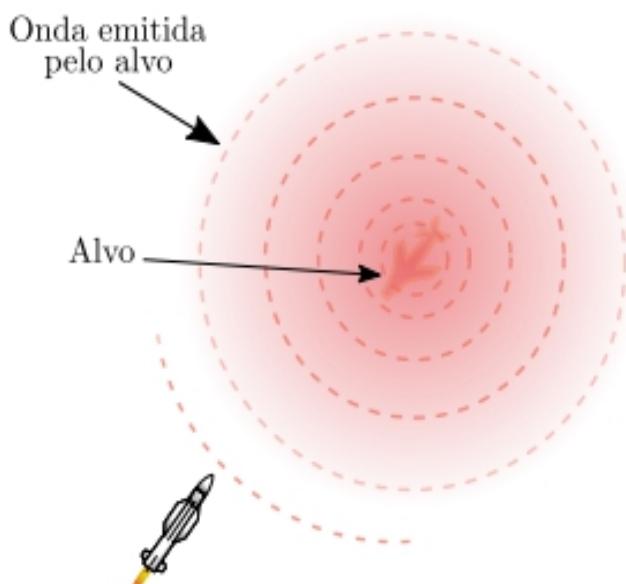


Fonte: aeroflap.com e alamy.com

*Seekers* passivos não “iluminam” o alvo com nenhum tipo de energia e são munidos com sensores que detectam alguma forma de energia que advém do alvo, como sinais na frequência do infravermelho ou de rádio frequência (RF). Mísseis com *seeker* passivo possuem a vantagem de dificultar para o inimigo sua detecção, sobretudo porque eles apenas “escutam” ou “enxergam” sinais e/ou energia gerados por outros agentes e não emitem quaisquer tipos de energia. A Figura 7 ilustra de forma conceitual o modo de

operação de um *seeker* passivo.

Fig. 7 - *Seeker* passivo



Fonte: figura adaptada de Palumbo (2010)

Sistemas de defesa têm seus trabalhos fortemente dificultados com mísseis que portam *seeker* passivos, principalmente porque ou não conseguem identificar a ameaça ou, quando a identificam, o tempo para uma possível ação de reação é demasiado curto. Uma outra grande vantagem operacional em munições com *seeker* passivo é de não precisarem, após o lançamento, de meios auxiliares externos para detecção e traqueio. Dependem, contudo, de dispositivos embarcados que potencializem os sinais e/ou energia advindos única e exclusivamente do alvo. A título de exemplo, cita-se a adição de sistemas de resfriamento em *seeker* que operam na faixa do infravermelho, com o intuito de melhoria de desempenho do sensor receptor, e também amplificadores de potência de sinais de radiofrequência emitidos pelos alvos, tendo por consequência a inserção de mais elementos embarcados na munição (impactos diretos na redução do volume útil e aumento de peso). (FLEEMAN, 2001).

Fig 8 - Míssil AGM-158 (esquerda) e míssil Sidewinder AIM-9, com *seeker* IR passivo (direita)



Fonte: Historynet (2022)

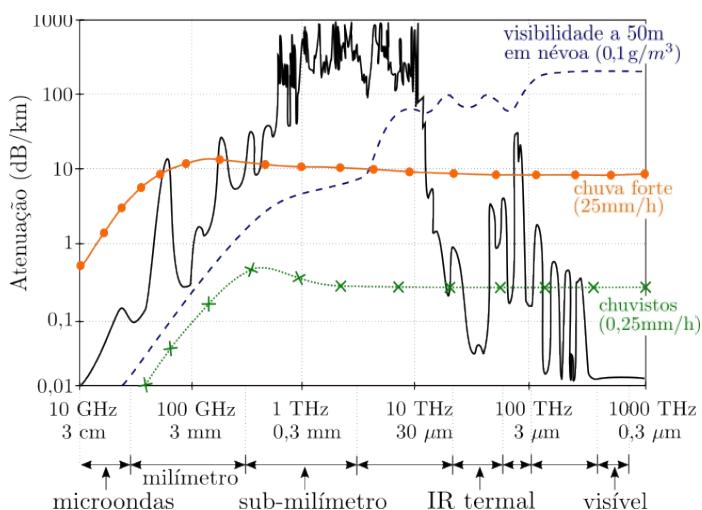
Apesar das potencialidades tecnológicas de cada um dos tipos de *seekers* ora apresentados, ainda existem condicionantes operacionais, sobretudo relacionadas ao ambiente de emprego do armamento e capacidades de defesas do inimigo, que trazem elementos adicionais à ação de interceptação.

No que tange às condicionantes ambientais, a Figura 9 tem por finalidade apresentar o nível de atenuação atmosférica da potência de uma onda eletromagnética pela distância de propagação em diferentes faixas de frequência. De modo a facilitar o entendimento, o eixo horizontal do gráfico está marcado tanto na escala de frequência (MHz, GHz, THz etc.) quanto em comprimento de onda (cm, mm etc.), além de estarem demarcadas certas faixas específicas de operação (microondas, faixa do visível, infravermelho etc.). Já o eixo vertical apresenta o nível de atenuação de energia com a distância.

Convém interpretar o gráfico da seguinte forma: quanto maior for o valor de atenuação do sinal, maior (eixo vertical) será a perda de potência do mesmo com o aumento da distância de propagação, tendo por consequência que menos energia será propagada à medida que a distância aumenta; caso o valor da atenuação pela distância seja baixo, o percentual de energia propagada será maior, e consequentemente maiores distâncias poderão ser percorridas pelo sinal.

No presente contexto, as distâncias a serem percorridas por um determinado sinal de frequência poderão ser apenas de ida (sinal emitido pelo alvo) ou de ida e volta (com emissão e reflexão).

Fig. 9 - Atenuação de potência de um sinal eletromagnético pela distância em diferentes faixas de frequência (curva sólida em preto). A atenuação atmosférica em distância pela frequência é também apresentada quando sob chuvisco (curva sólida em verde com o marcador x), chuva forte (curva sólida em laranja com o marcador •) e sob névoa (curva tracejada em azul)



Fonte: figura adaptada de Fleeman e Islam et. al

Com isso em mente, a curva contínua de coloração preta na Figura 9 apresenta altos e baixos em diferentes faixas de frequência. Ela representa a atenuação de sinal na atmosfera sem partículas de suspensão sem chuva ou neblina (atmosfera limpa). Já as demais curvas dizem respeito à atenuação de sinal

em diferentes frequências quando na presença de chuvisco, chuva forte e névoa, respectivamente.

Com isso em mente, a curva contínua de coloração preta na Figura 9 apresenta altos e baixos em diferentes faixas de frequência. Ela representa a atenuação de sinal na atmosfera sem partículas de suspensão sem chuva ou neblina (atmosfera limpa). Já as demais curvas dizem respeito à atenuação de sinal em diferentes frequências quando na presença de chuvisco, chuva forte e névoa, respectivamente.

Destaca-se que em cada faixa de frequência convém observar a atenuação intrínseca proporcionada na propagação em atmosfera limpa (curva contínua), e verificar se alguma das outras curvas, quando sob alguma condição adicional (chuviscos, chuva forte ou com névoa), apresenta valor de atenuação superior. Por exemplo, na faixa do microondas (frequências entre 1 e 30Ghz) a atenuação da potência do sinal pela distância quando sob chuva forte é superior à condição de atenuação em atmosfera limpa, enquanto que sob chuvisco ou com névoa a atenuação é inferior. Assim, caso se deseje empregar um *seeker* radar que opere nessa faixa de frequência, a condição ambiental de chuva forte impactará imensamente em seu desempenho, tendo por consequência direta a redução da distância operacional para identificação e traqueio do alvo e/ou ameaça.

*Seekers* que operem na faixa do infravermelho termal (vide faixa do IR termal no gráfico), exploram uma condição de vale específica na curva contínua de atenuação (é nessa estreita faixa de frequência que os sensores IR de uso militar são projetados). Perceba que apesar da baixa atenuação de potência em atmosfera limpa (vide curva contínua), tais dispositivos têm seu desempenho progressivamente degradado quando na presença de chuviscos, chuva forte e sob névoa. Desse modo, a visibilidade direta com o alvo é fortemente degradada quando na presença de quaisquer uma das condições elencadas, as quais dificultam, inclusive, a identificação de alvos relativamente próximos.

Dispositivos do tipo LADAR recorrem ao uso na faixa de frequência do visível (entre 430 e 750 THz) devido à baixa atenuação atmosférica da energia, possibilitando enxergar sem dificuldades alvos mais distantes. Eles sofrem, contudo, considerável atenuação de transmissão à distância quando sob chuva e névoa.

*Seeker* que operam na faixa do infravermelho termal (vide faixa do IR termal no gráfico), exploram uma condição de vale específica na curva de atenuação. É nessa estreita faixa de frequência que os sensores IR de uso militar são projetados para operar.

Agora, no que tange a capacidade de defesa do inimigo, pode-se listar diversos meios que dificultam a sua identificação por parte dos *seekers*, tais como: aviões, mísseis e navios com baixa visibilidade radar, estruturas com superfícies absorvedores de calor e radiação, turbinas com baixa assinatura térmica, camuflagem, *flare*, *chaff*, *jamming* de sinal, entre

diversas outras. A Figura 10 traz exemplos da criatividade empregada por diversas forças armadas de modo a possibilitar aumento do tempo de sobrevivência operacional.

Diante do que já fora apresentado, destaca-se que os tipos de alvo, tipos de *seeker*, faixa de frequência de operação do *seeker* e condições ambientais de emprego trazem pontos positivos e negativos de grande impacto que devem ser apresentados ainda nas fases de discussões prévias às decisões de projeto. Outros fatores ambientais, também importantes, como reflexão e espelhamento de energia por oceano, faixas de terra e vegetação e, ainda, aqueles ocasionados por nuvens em seus mais diversos níveis, não serão abordados no presente documento.

Fig. 10 -Estrutura geométrica para espalhar sinais de rádio de mísseis (esquerda). Blindado com rede de camuflagem absorvedora de radiação (direita). KC-390 com emissão de flare e chaff (abaixo)



Fonte: naval-technology.com, bois-filtryle.cz e defesanet.com

Tendo ciência das limitações de cada tipo de tecnologia isoladamente empregada em *seekers* e de potenciais contramedidas, principalmente aquelas relacionadas com a condicionantes atmosféricas, armas modernas estão sendo projetadas de modo a carregarem consigo sistemas de ação terminal mais robustos e mais capazes de interceptar o alvo. É diante desse cenário operacional mais moderno, com tecnologias projetadas para dificultar a ação de identificação pelo inimigo, que novas soluções vêm sendo propostas, estudadas e desenvolvidas na área de *seekers*.

Um dos meios que proporciona aumento de desempenho e robustez em *seekers* ocorre com o emprego de sensores e hardwares acessórios tecnologicamente melhores, capazes de impor avanços em ambiente operacional adverso. O uso de softwares dedicados possibilita, inclusive, processar em tempo real uma enormidade de dados e identificar padrões

que melhor caracterizam o alvo, mesmo que a munição esteja sob ações de contramedida. Essa frente de desenvolvimento tem incorporado avanços tecnológicos específicos que marcam as 1º, 2º, ..., 5º gerações de *seekers* (JAMES, 1986).

Outro modo de melhoria de desempenho de *seekers* decorre do uso de mais de um tipo de sensor embarcado por vez. A união de informações independentes advindas de sensores distintos possibilita uma maior resistência a ação de contramedidas e clima desfavorável. Esse tipo de solução parte da premissa de que um certo tipo de sensor pode ter bom desempenho na atmosfera em determinada faixa de operação que compensa a deficiência de algum outro e vice-versa, e o emprego conjunto propicia que mais características do alvo sejam levantadas, facilitando, assim, a tarefa de identificação e traqueio.

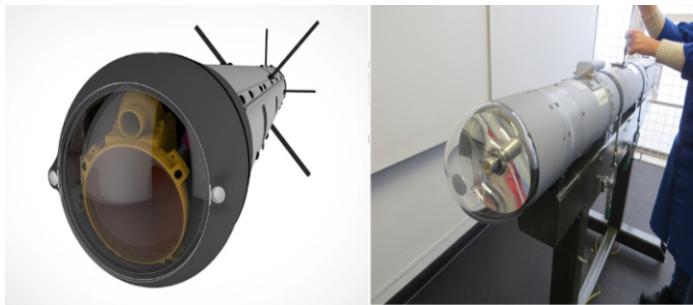
A aplicação de técnicas modernas de fusão de dados e inteligência artificial possibilita que *seekers* modernos consigam, por exemplo, mapear digitalmente o terreno, executar IFF (*Identification of Friend-or-Foe*) e escolher e atacar um dentre vários alvos, mesmo que sob a ação de contramedidas (FLEEMAN, 2001). São conhecidos na literatura especializada por *seekers* multiespectrais, justamente porque buscam utilizar simultaneamente informações coletadas em faixas de frequências distintas, por sensores distintos, como fonte de dados (AGARD, 1992).

Outros *seekers* com mais de um tipo de sensor embarcado carregam consigo meios de possibilitar a operação em uma determinada faixa de frequência por vez. Ou seja, possuem a capacidade de executar a seleção do sensor a ser empregado a depender das circunstâncias do momento de seu uso. Diferem dos *seekers* multiespectrais principalmente por não empregar capacidades extras de processamento e fusão de dados, apesar de estarem munido com mais um sensor. São conhecidos por *seekers* multimodais, e essa denominação engloba ainda aqueles dispositivos que possuem a habilidade de chavar inclusive seu modo de operação (ativo, semiativo ou passivo).

Convém destacar, contudo, que a tecnologia de *seekers* multiespectrais e multimodais é ainda restrita a um grupo extremamente seletivo de países, por vários motivos: 1) domínio de tecnologia de equipamentos e sensores específicos (baterias térmicas e sensores infravermelho, por exemplo), 2) meios fabris dedicados para produção e testes de engenharia, 3) da capacidade de adquirir, processar e realizar a fusão de dados advindos de múltiplas fontes, 4) profissionais com experiência adquirida em projetos similares (conhecimento específico e tácito) e 5) poder econômico.

A Figura 11 apresenta dois exemplos de mísseis modernos que empregam *seekers* com características multiespectral e multimodal.

Fig. 11 - Mísseis com *Seeker* multimodal, com sensores laser semiativo e radar mmW



Fonte: mbdainc.com e rafael.co.il

Pelo brevemente exposto, uma boa caracterização do tipo de alvo e/ou ameaça proporciona elementos bases que auxiliarão pela decisão do emprego de uma ou mais tecnologias de navegação em munições guiadas, notadamente unidade de navegação inercial, com ou sem tecnologia *seeker* para ação terminal. Contudo, apesar de a decisão ser direcionada pela escolha por certa tecnologia em detrimento a outras, algumas condicionantes também precisam ser analisadas. Duas delas são abordadas a seguir.

A primeira diz respeito às capacidades de pesquisa e fabril da indústria nacional do subsistema de interesse (já abordado anteriormente). Tais capacidades são referências que indicam no tempo o quanto pronta se encontra certa tecnologia, bem como o que falta ainda para atingir a condição de ser empregada operacionalmente. A partir dessa avaliação que ocorrerá o auxílio à decisão político/estratégica em: 1) utilizar o que se encontra disponível no mercado nacional, com suas potencialidades e limitações; 2) aumentar os níveis tecnológicos e fabris de tecnologia já existente (impacto em custos e prazos); ou 3) adquirir tal subsistema no mercado internacional (caso ela esteja disponível para venda, sempre existindo a preocupação com possibilidade de embargos tecnológico futuros). Ainda neste contexto, deve-se atentar que, por vezes, a tecnologia pode estar sob domínio nacional, com emprego de itens e componentes estrangeiros e sensíveis que também podem estar sujeitos a embargos.

Uma segunda condicionante diz respeito à integração sistêmica com a munição guiada a ser desenvolvida, sobretudo nas adaptações pertinentes. Por vezes, faz-se necessária a modernização e miniaturização de equipamentos já existente, a adição de eletrônica acessória dedicada (sistemas de potência, de refrigeração e de processamento, por exemplo) e meios para testes de avaliação de desempenho operacional (sob as mais diversas condições atmosféricas, inclusive).

Todas elas demandam por um bom planejamento e execução das atividades de engenharia, e a experiência de outros programas de desenvolvimento na área de *seeker* mostra uma maior necessidade por recursos financeiros e prazo, apesar de

se empregar especialistas na área e boas práticas de gestão (FLEEMAN, 2001).

## REFERÊNCIAS

**AEROFLAP. 40 anos do F-117 Nighthawk: quatro fatos sobre o primeiro avião stealth operacional.** Disponível em: <<https://www.aeroflap.com.br/40-anos-do-f-117-nighthawk-quatro-fatos-sobre-o-primeiro-aviao-stealth-operacional/>>. Acesso em 11 jun. 2022.

**AGARD. Advances in Guidance and Control of Precision Guided Weapons (Les Avancées dans le Domaine du Guidance et du Pilotage des Armes Guidées de Précision).** AGARD, 1992.

**ALAMY. Airmen move the GBU-27 from its stand.** Disponível online em: <<https://www.alamy.com/stock-photo-airmen-move-the-gbu-27-from-its-stand-105719967.html>>. Acesso em 11 jun. 2022.

**ARMEDCONFLICTS. SOV-Ch-35.** Disponível em: <<https://www.armedconflicts.com/Kh-35-H-35-t10782>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

**APOLLO11. Apollo and Gimbal Lock.** Disponível em: <<https://apollo11space.com/apollo-and-gimbal-lock/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

**BEZICK, Scott M.. Inertial Navigation for Guided Missile Systems.** Johns Hopkins APL Technical Digest, Volume 28, Nº 4, 2010.

**BOIS-FILTRY. Multispectral mobile camouflage.** Disponível em: <<http://www.bois-filtrry.cz/multispectral-mobile-camouflage.php>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

**DEFESANET. KC-390 - Vídeo Teste com Chaffs e Flares.** Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/35058/KC-390---Video-Teste-com-Chaffs-e-Flares/>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

**DEFENSE. Lockheed Martin receives contract for new-generation JASSM-XR cruise missile.** Disponível em: <<https://defence-blog.com/lockheed-martin-receives-contract-for-new-generation-jassm-xr-cruise-missile/>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

**DULLUM, Ove S. A technical analysis of the employment, accuracy, and effects of indirect-fire artillery weapons.** Armament Research Services (ARES), Janeiro de 2017.

**FAHEY, T.; ISLAM, M.; GARDI, A.; SABATINI, R. Laser Beam Atmospheric Propagation Modelling for Aerospace LIDAR Applications.** Atmosphere.

Acesso em: 01 jun. 2022.

**DEFENSE. Lockheed Martin receives contract for new-generation JASSM-XR cruise missile.** Disponível em: <<https://defence-blog.com/lockheed-martin-receives-contract-for-new-generation-jassm-xr-cruise-missie/>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

**DULLUM, Ove S. A technical analysis of the employment, accuracy, and effects of indirect-fire artillery weapons.** Armament Research Services (ARES), Janeiro de 2017.

**FAHEY, T.; ISLAM, M.; GARDI, A.; SABATINI, R. Laser Beam Atmospheric Propagation Modelling for Aerospace LIDAR Applications.** Atmosphere. Nº 12, p. 918, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/atmos12070918>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

**FLEEMAN, Eugene L.. Tactical Missile Design.** 2<sup>a</sup> Ed. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc. (AIAA), 2001.

**FORD, Brian J. História Ilustrada da 2º Guerra Mundial – Armas Secretas Alemãs: plataforma para Marte.** Renes, 1973.

**GACIAC. Smart Munitions: An Introduction to the Concepts, the Technology, and the Systems Primer and Briefing Manual.** Guidance & Control Information Analysis Center (GACIAC), Novembro de 1987.

**GUERRA, E. B.; DOS SANTOS, E. H. Conceito e cálculo do CEP (Erro Circular Provável) para foguetes balísticos de Sistemas de Artilharia de Saturação de Áreas.** Relatório Técnico no 02/20, CACTTAV/SMF, de 20 de abril de 2020.

**HISTORYNET. The AIM-9 Sidewinder: Fox Two!.** Disponível em: <<https://www.historynet.com/fox-two/>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

**IRANI, Geoffrey B.; CHRIST, James P.. Image Processing for Tomahawk Scene Matching.** Johns Hopkins APL Technical Digest, Volume 15, Nº 3, 1994.

**JAMES, D. A.. Radar Homing Guidance for Tactical Missiles.** 1<sup>a</sup> Ed. Macmillan Education Ltd., Londres, 1986.

**JANOS, Leo; RICH, Ben R.. Skunk Works: A Personal Memoir of My Years of Lockheed.** English Edition. Little, Brown and Company, 2013.

**KABAMBA, Pierre T.; GIRARD, Anouck R.. Fundamentals of Aerospace Navigation and**

**Guidance.** University of Michigan, 2014.

**KARNICK, D.. Honeywell Gun-hard Inertial Measurement Unit (IMU).** Development, Proceedings of the 2007 National Technical Meeting of the Institute of Navigation, San Diego, CA, Janeiro de 2007, pp 718-724.

**MBDA. Brimstone 2: Advanced Multi-Role Precision Strike Weapon.** Disponível em: <<https://mbdainc.com/wp-content/uploads/2015/11/Brimstone2-Data-Sheet>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

**MEDIUM. Vietnamese Navy Gepard Frigates.** Disponível em: <<https://medium.com/indo-pacific-geomill/vietnamese-navy-gepard-frigates-4424deb08172>>. Acesso em 03 jun. 2022.

**MINDELL, David A. Digital Apollo: Human and Machine in Spaceflight.** MIT Press, 2011.

**NAVAL-TECHNOLOGY. Swedish Armed Forces receives first Visby-class corvette.** Setembro de 2012. Disponível em: <<https://www.naval-technology.com/news/newsswedish-armed-forces-receives-first-visby-class-corvette>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

**NEWATLAS. Low-Cost Autonomous Attack System (LOCASS) successfully flight tested.** Disponível em: <<https://newatlas.com/low-cost-autonomous-attack-system-locass-successfully-flight-tested/4812>>. Acesso em: 03 jun. 2022.

**NOURELDIN, Aboelmagd; KARAMAT, Tashfeen B.; GEORGY, Jaques. Fundamentals of Inertial Navigation, Satellite-based Positioning and their Integration.** Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.

**PALUMBO, Neil F.. Guest Editor's Introduction: Homing Missile Guidance and Control.** Johns Hopkins APL Technical Digest, Volume 29, Nº 1, 2010.

**PASTOR, Alvaro. Infrared guidance systems. A review of two man-portable defense applications.** Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona, Espanha.

**RAFAEL. SPIKE LR2: 5th Generation, Precision, Long-range, EO-Guided Missile System for Ground, Air and Sea.** Disponível online em: <<https://www.rafael.co.il/wp-content/uploads/2019/03/SPIKEe-LR2.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

**RIEDEL, Frederick W.. Guidance and Navigation in Global Engagement Department.** John Hopkins APL Technical Digest, Volume 29 Nº 2, 2010.

STRICKLAND, Jeffrey S.. **Missile Flight-Simulation Surface-to-Air Missiles.** 1<sup>a</sup> Ed.



# UMA PROPOSTA DE CICLO DA FORPRON PARA UMA BATERIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

Cap Rafael Rocha de Oliveira



As Forças Armadas tem por missão principal a defesa da Pátria, e apesar do Brasil ter um território com extensões continentais, é necessário que elas tenham condições de intervir rapidamente a qualquer estímulo hostil em qualquer parte do território nacional. Com o objetivo de cumprir da melhor forma essa missão, o Exército Brasileiro (EB) está aprimorando o seu Sistema de Prontidão Operacional (SISPRON), com a finalidade de o tornar mais efetivo.

As principais estratégias de emprego utilizadas pelas Forças Armadas são aquelas descritas pela Doutrina Militar de Defesa, destacando-se as seguintes: dissuasão, ofensiva, presença, projeção de poder e resistência. Dentre essas, o Exército prioriza as estratégias da dissuasão e da presença (DEFESANET, 2017).

Para conseguir criar o conceito de dissuasão, faz-se necessário ter pessoal adestrado e material necessário em condições de serem empregados. Além disso, devido o território brasileiro ser bem extenso, criar um planejamento logístico para o transporte dessa tropa para o local das ações hostis ou de algum possível conflito.

O conceito de prontidão no Exército Brasileiro remonta às suas origens, sendo que sempre esteve presente no dia a dia da Força, seja por ocasião da preparação dos planos estratégicos e operacionais, seja pela manutenção de forças que permitissem apresentar, em tempo e local desejados, o poder de combate necessário para fazer face à ameaça que se apresentava (DEFESANET, 2020).

Entretanto, com o advento de novas tecnologias, entre as quais as referentes à simulação de combate, com o uso intensivo de programas computacionais e dispositivos de realidade virtual, o EB optou por sistematizar a preparação de suas forças de prontidão, criando, para tanto, o SISPRON (DEFESANET, 2000).

O conceito de prontidão no Exército Brasileiro remonta às suas origens, sendo que sempre esteve presente no dia a dia da Força, seja por ocasião da preparação dos planos estratégicos e operacionais, seja pela manutenção de forças que permitissem apresentar, em tempo e local desejados, o poder de combate necessário para fazer face à ameaça que se apresentava (DEFESANET, 2020).

Tal sistema objetiva implantar uma metodologia única e já comprovada de preparação de grandes efetivos para, mediante rodízio, manter ininterruptamente tropas habilitadas ao cumprimento de todas as missões constitucionais, com destaque para a defesa externa e a salvaguarda de interesses brasileiros no exterior, além das já habituais missões subsidiárias (DEFESANET, 2000).

Os Módulos Especializados da FORPRON pertencem aos Comandos de Brigadas selecionadas, às quais se às tropas com características diferenciadas (operações especiais, guerra eletrônica, defesa cibernética, operações psicológicas, Artilharia de Mísseis e Foguetes, etc).

O Manual de Campanha de Estratégia (2020) apregoa que a Estratégia da Dissuasão se caracteriza pela manutenção de forças militares suficientemente poderosas e prontas para emprego imediato, capazes de desencorajar qualquer agressão militar (EXÉRCITO, 2020).

Comumente são adotas duas posturas no tocante à defesa nacional: ofensiva e defensiva. A Política Nacional de Defesa (PND) define a atitude defensiva, embasando-a na valorização da ação diplomática como instrumento primeiro de solução de conflitos e em posicionamento estratégico abalizado na existência de forças militares com capacidade e credibilidade (BRASIL, PND, 2020).

A postura estratégica brasileira está coerente com o entendimento de que a dissuasão defensiva se caracteriza pela existência de meios suficientemente potentes para revidar o golpe inicial do inimigo, deixando-o inseguro quanto à relação custo/benefício compensadora, caso venha optar por um ataque contra o defensor (BRASIL, PND, 2020).

Quando se analisa a Estratégia Nacional de Defesa (END), pode se observar também, que são descritas as seguintes Capacidades Nacionais de Defesa: proteção, pronta-resposta, dissuasão, coordenação e controle, gestão da informação, logística, mobilidade estratégica, mobilização e desenvolvimento tecnológico de defesa (BRASIL, END, 2020).

Ainda se tratando de Estratégia Nacional de Defesa, são elencadas Ações Estratégicas de Defesa (AED) que tem como objetivo orientar ações para se alcançar os Objetivos Nacionais de Defesa constantes da PND. Dentre as ações estratégicas mais relevantes, cabe salientar a AED-8: “dotar o País de Forças Armadas modernas, bem equipadas, adestradas e em estado de permanente prontidão, capazes de desencorajar ameaças e agressões”, e a AED-29: “manter os efetivos adequadamente preparados” (BRASIL, END, 2020).

O Exército Brasileiro busca direcionar através do Plano Estratégico do Exército (PEEx), todo o investimento da Força para o quadriênio 2020-2023, dando prosseguimento ao processo de transformação rumo à Era do Conhecimento. (EXÉRCITO, 2020).

Um dos seus objetivos previstos no PEEx é Modernizar o Sistema Operacional Militar Terrestre (SISMT) – pregar e Emprego da Força Terrestre (OEE-5). Para conquistar esse objetivo, a Força planeja implantar o Sistema de Prontidão Operacional (SISPRON) para as OM integrantes da Força de Prontidão Operacional do Exército (FORPRON), mantendo-as ECD realizar Op Básicas e Complementares e/ou integrar uma Força Expedicionária (FExpd). (EXÉRCITO, 2020).

O Ciclo de Prontidão seguirá um calendário próprio, em coordenação com os Centros de Adestramento (CA) e com o Sistema de Simulação do EB para a fase de Certificação.





Fonte: Brasil (2023)

Este ciclo terá a duração de mais de um ano e será dividido em 3 fases: Preparação, Certificação e Prontidão.

Quando se analisa o conceito de prontidão dos EUA, por exemplo, consegue-se observar algumas práticas relevantes. Certamente a realidade do Exército Brasileiro é bem distinta do Ex EUA, desde o poderio financeiro à forma estratégica projetada pelo governo. Porém se for adaptado para a realidade nacional, alguns dos conceitos previstos no Plano Estratégico *Multi-Domain Operations 2028* (MUNCK 2021) pode-se acrescentar alguns conceitos que elevariam o grau de operacionalidade do EB.

O Conceito de Disponibilidade de fornecimento e a prontidão de equipamentos, que se caracteriza por fornecer ao militar que será empregado em alguma missão, meios de equipamento destinados a missão que irá, bem como o militar irá receber no momento adequado e onde precisará.

Outro conceito é a prontidão de munição, que como o próprio nome sugere, é a reserva de munição suficiente para ser empregada em combate nos primeiros três dias de missão, bem como o suficiente para o adestramento da fração que virá a ser empregada.

Logo, quando se analisa a evolução do conceito de prontidão no EB e se acrescenta procedimentos adotados por outros exércitos, aumenta-se sua capacidade operativa. O módulo de Artilharia de Mísseis e Foguetes se assemelha à tropa de Artilharia da 5ª Bda Cav Bld devido a característica de seus meios. Desta forma, pode-se comparar parcialmente a composição de suas tropas.

No tocante ao ciclo de prontidão, e as demandas que existem para o 6º GMF, que é o Grupo de Artilharia de Mísseis e Foguetes que fornece uma Bia MF componente da FORPRON, pode-se dizer que o ciclo já realizado pela 5ª Bda é condizente para sua realidade.

Portanto, como sugestão de um possível ciclo de adestramento e prontidão da Bia MF, conclui-se que 10 semanas de preparação, onde serão intensificadas instruções básicas e especializadas de armas do módulo; 4 semanas de certificação, que ficará a cargo de Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes através do simulador existente nesse Centro; e posteriormente uma prontidão que durará 12 meses, fechando o ciclo com a preparação e certificação de outra fração possuidora das mesmas características operacionais.

## REFERÊNCIAS

**BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, 1988.

D i s p o n í v e l e m : <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>.

**BRASIL. Ministério da Defesa. Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa.** Brasília, 2020.

**DEFESANET. SISPRON - O Sistema de Prontidão do Exército Brasileiro.** Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/38538/SISPRON--OSistema-de-Prontidao-do-Exercito-Brasileiro>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

**EXÉRCITO BRASILEIRO. Diretriz do Comandante do Exército 2023.** Brasília, 2023.

**COTER. Programa de Instrução Militar 2022/2023.** Brasília, 2019 (b).

**COTER. Diretriz Organizadora do SISPRON.** Brasília, 2019 (c).

\_\_\_\_\_. EME. **Plano Estratégico do Exército 2020 – 2023.** Brasília, 2019 (d).

\_\_\_\_\_. EME. **Concepção de Preparo e Emprego da Força Terrestre – EB70-D- 10.002.** 2. Ed. Brasília, 2019 (e).

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 216-COTER, de 18 de novembro de 2019.** Aprova a Concepção de Preparo e Emprego da Força Terrestre (EB70-D-10.002), 2<sup>a</sup> edição, 2019 (f).

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 219-COTER, de 13 de novembro de 2019.** Aprova a Diretriz Organizadora do Sistema de Prontidão Operacional da Força Terrestre (SISPRON) e dá outra providência. Brasília, 2019 (g).

\_\_\_\_\_. COTER. **Diretriz para o Projeto-Piloto do SISPRON.** Brasília, 2020 (a).31

\_\_\_\_\_. COTER. **Programa de Instrução Militar (PIM) 2023.** Brasília, 2022 (c).

\_\_\_\_\_. **CA-Sul realiza Estágio de OCA.** Disponível em: <<https://casul.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/441-ca-sul-realiza-estagio-de-oca>>. Acesso em: 15 ago 23.

MUNCK, Sérgio. **As Operações de Múltiplos Domínios e a Nova Prontidão Estratégica do Exército dos Estados Unidos.** Revista Doutrina Militar Terrestre, 25. ed. Fl 18-27. Brasília: Gráfica do Exército, 2021.32

NUNES, Rinaldo Marques. **A simulação de combate no Exército Brasileiro e sua contribuição à operacionalidade da Força Terrestre.** Trabalho de Conclusão de Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE). Rio de Janeiro: ESG, 2020. 58 f.

SILVA, Hermes Leonardo Morais Faiolo. **A capacidade de dissuasão do Exército Brasileiro no século XXI.** 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2020.

# USO DOS SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP) EM PROL DO COMANDO DE ARTILHARIA DO EXÉRCITO

3º Sgt Diovani Rosa Pereira



De acordo com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), a definição de RPAS, sigla para *Remotely Piloted Aircraft System*, ou SARP como são normalmente denominados esses veículos aéreos no meio militar, é o termo técnico padronizado internacionalmente pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) para se referir aos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas utilizadas com propósitos não recreativos.

Popularmente conhecidos como drones, são aeronaves projetadas para serem controladas à distância por um operador humano ou até mesmo por um sistema de controle autônomo, baseado em Inteligência Artificial (IA). Geralmente consistem em uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), equipada com sensores, câmeras e outros dispositivos, e um sistema de comunicação que permite a transmissão de dados em tempo real entre a aeronave e o operador.

Existem diversos tipos de ARP, desde modelos pequenos destinados para recreação, até aeronaves de grande porte, utilizadas para fins militares. Serão evidenciadas, nesse artigo, apenas as aeronaves que possam ter aplicação militar.

A história por trás dos ARP, remonta ao início do século XX, em especial durante a Primeira Guerra Mundial, quando militares começaram a explorar o uso de aeronaves sem pilotos para fins de reconhecimento, no entanto, sua origem oficial é incerta. Podemos mencionar ainda, como parte desse processo, o princípio da transmissão sem fio desenvolvido pelo físico Nikola Tesla em 1898, no qual era possível controlar um “barco de brinquedo” que se deslocava em um lago, através de um controle remoto.

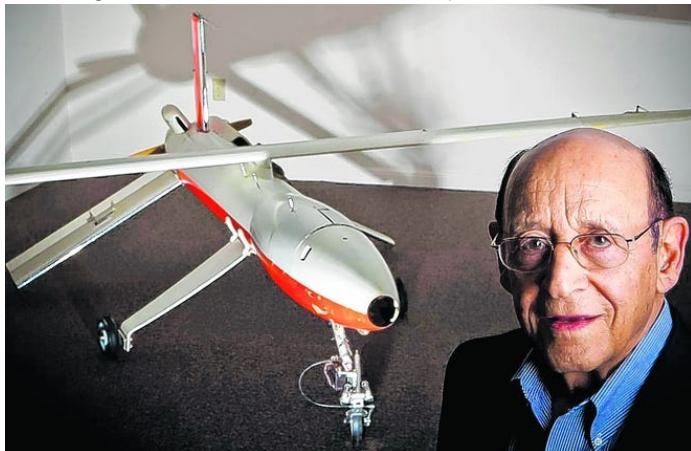
Avançando um pouco no tempo, podemos citar como “pai dos SARP”, ao menos dos modelos mais modernos, como os que conhecemos hoje, o engenheiro Abraham Karem. Nascido no Iraque mas naturalizado Israelense, “Abe” Karem chegou aos EUA no final dos anos 70, criando em sua garagem a empresa Leading Systems e apresentando o modelo conhecido como Albatross, uma revolução à época do seu lançamento, devido a sua simplicidade de operação, por utilizar apenas 3 (três) operadores em um período onde os SARP militares chegavam a necessitar de até 30 (trinta) pessoas envolvidas em sua operação e, autonomia impressionante (aproximadamente 56 horas de voo sem necessidade de recarga de baterias).

A invenção de Abe Karem impressionou os militares americanos, recebendo então financiamento da *Defence Advanced Research Projects Agency* (DARPA), o que lhe permitiu desenvolver seus projetos, evoluindo o Albatross para uma nova versão conhecida como Amber, que chamou a atenção da *Central Intelligence Agency*, a conhecida agência estadunidense: CIA.

No começo dos anos 90, os EUA apresentaram o General Atomics MQ-1 Predator, versão que foi

concebida com base no projeto do Amber e que veio a se tornar mais tarde, o mais conhecido SARP de ataque utilizado pelos Estados Unidos. O SARP *Predator* entrou oficialmente em serviço em 1995 para tarefas de vigilância, mas após os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001, passou a ser equipado com mísseis Hellfire utilizado em ofensivas. Ficou famoso por suas ações no Afeganistão, Paquistão, Intervenção da OTAN na Bósnia, Guerra do Iraque, Yemen, Guerra Civil na Líbia e em diversos outros conflitos onde os EUA tiveram participação como tropa constituída ou ações sigilosas conduzidas pela CIA.

Fig. 1 - Abraham “Abe” Karem e sua invenção: o SARP Amber



Fonte: Odrone (2023)

Fig. 2 - O famoso SARP MQ-1 Predator equipado com 2 mísseis Hellfire



Fonte: Google imagens

No ano de 2006, em um dormitório da Universidade de Ciência e Tecnologia de Hong Kong, na China, nascia a Dà-Jiāng Innovations Science and Technology, a DJI, hoje gigante e líder absoluta do mercado de SARP civis e comerciais.

Criada pelo chinês Frang Wang, atualmente a empresa tem seus dispositivos comercializados em mais de 100 países do globo, pois além da fabricação de ARP, a DJI também é responsável pelo desenvolvimento de sistemas de controle de voo e propulsão, câmeras de última geração, estabilizadores de imagem, além de todo o software necessário ao funcionamento dos seus produtos.

Embora seus produtos sejam destinados ao uso pelo público civil recreativo e empresarial, a DJI não poderia deixar de ser mencionada neste artigo e até

mesmo ter um local de destaque, uma vez que, devido as capacidades e tecnologias empregadas em seus dispositivos, ela tem sido constantemente citada como fator importante na guerra entre Rússia e Ucrânia, tendo seus SARP sido utilizados em larga escala neste conflito.

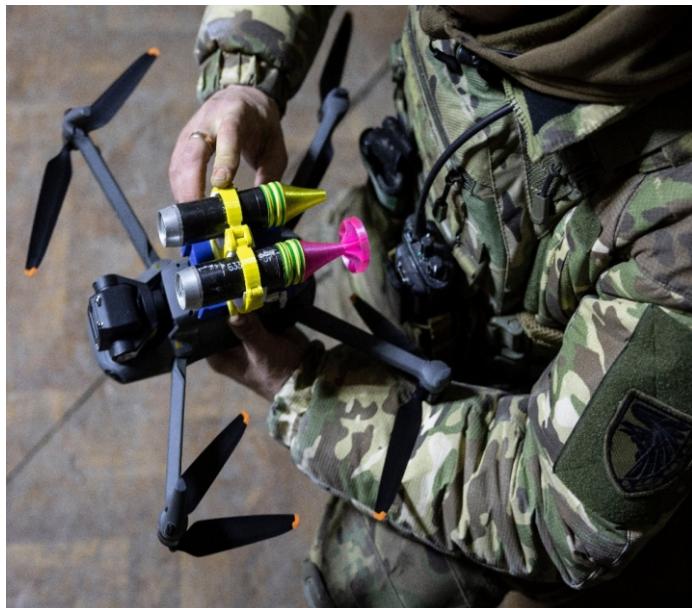
Não somente a DJI se faz presente nos campos de batalha da Ucrânia. Diversas outras empresas têm seus materiais testados diariamente nesse conflito, como os SARP americanos *Switchblade*, os iranianos *Shahed-136* e principalmente os turcos *Bayraktar TB2*. Todavia, esses últimos modelos citados, tem como atividade fim a aplicação bélica e foram desenvolvidos para o combate, diferentemente dos diversos modelos da DJI vistos sob o emprego de soldados de ambos os lados do conflito.

Entre as versões da empresa chinesa mais utilizadas na Ucrânia, pode-se destacar os modelos *Matrice 300 RTK*, *Mavic 2* e *Mavic 3*, mais baratos que os SARP militares, esses equipamentos são usados principalmente para fins de vigilância e aquisição de alvos pelas forças envolvidas no conflito, uma vez que possuem recursos extremamente úteis em uma operação militar, como câmeras equipadas com sensores térmicos, fundamentais para uma ação noturna e também *Range Finder* (telêmetro laser), sensor capaz de medir à distância entre a aeronave e o alvo, identificando suas coordenadas com relativa precisão, recurso esse que permite a designação de alvos e em última análise, a condução por si só de tiros de artilharia.

Além das funções supracitadas, os drones civis também tem sido utilizado como armamentos, através de adaptações que permitem que ogivas sejam acopladas aos mesmos, variando em tamanho e quantidade, de acordo com a capacidade de *Payload* (carga útil) do SARP empregado. Essas cargas podem ser lançadas sobre a posição inimiga com precisão, já que as modernas câmeras dessas aeronaves permitem isso, assim como, o próprio SARP pode “mergulhar” e colidir com o alvo, ação conhecida como “*kamikaze*” (menção à atuação de pilotos de aviões japoneses durante a 2º Guerra Mundial).

Diante do impacto que essas pequenas aeronaves tem causado no desenrolar do conflito, permitindo além das ações diretas já citadas, mas também proporcionando que decisões estratégicas sejam tomadas à distância, com precisão e em tempo real, auxiliando líderes nos diversos escalões, é inegável dizer que o emprego de SARP comerciais pelos militares é uma “descoberta de guerra”, e que, devido ao seu custo x benefício, dificilmente irá retroceder à partir de agora, pelo contrário, a tendência é que esse recurso seja cada vez mais utilizados pelos exércitos ao redor do mundo.

Fig. 3 - DJI Mavic 3, adaptado para transportar e lançar munições explosivas



Fonte: Globo (2023)

Fig. 4 - Operador observando através do monitor, um ataque nas proximidades de Bakhmut



Fonte: Globo (2023)

De acordo com o Manual de Campanha da Bateria de Busca de Alvos (EB70-MC-10.378), existem vários parâmetros para se classificar os SARP, mas, para a Força Terrestre (F Ter), o nível do elemento de emprego é a principal referência para definição das categorias. Os SARP de categoria 0 (zero) a 3 (três) são empregados no nível tático, fornecendo informações em tempo real à tropa apoiada e proporcionando suporte contínuo nas áreas de interesse para o planejamento e condução das operações.

Ainda segundo o manual supracitado, usualmente os SARP das categorias 0 (zero) a 2 (dois) são operados por uma ou duas pessoas devido à baixa complexidade do sistema. Porém, os de categoria 3 (três) e superiores possuem uma operação mais complexa devido aos seus módulos e funções. Além disso, são operados por pessoal com competências específicas e exigem apoio logístico estruturado.

A categorização dos SARP, de acordo com o Exército Brasileiro pode ser vista na tabela a seguir:

Tab. 1 – Categorias de SARP

Categoría	Elemento de Emprego	Nível de Emprego
5	Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas	Estratégico
4	Comando Conjunto	Operacional
3	Corpo de Exército / Divisão de Exército	Tático
2	Divisão de Exército / Brigada	
1	Brigada / Unidade	Tático
0	Até Subunidade	

Fonte: O autor

Serão listados os principais SARP utilizados pelas Forças Armadas do Brasil:

Fig. 5 - Hermes 900 – Origem: Israel (Elbit Systems) – SARP Categoria 4 – Operado pelo Esquadrão Hórus (1º/12º GAV) sediado em Santa Maria-RS



Fonte: Brasil (2023)

Fig. 6 - ScanEagle – Origem: EUA (Boeing Insitu) – SARP Categoria 3 – Operado pelo 1º Esquadrão de Aeronaves Remotamente Pilotadas (EsqdQE-1) sediado em São Pedro da Aldeia-RJ



Fonte: Brasil (2023)

Fig. 7 - Naura 1000C – Origem: Brasil (xMobots) – SARP Categoria 2 – Experimentação Doutrinária pelo Comando de Aviação do Exército (CAvEx) sediado em Taubaté-SP



Fonte: Brasil (2023)

Fig. 8 - Matrice 300 RTK – Origem: China (DJI) – SARP Categoria 1 – Experimentação Doutrinária pelo Núcleo da Bateria de Busca de Alvos – Cmdo Art Ex, sediado em Formosa-GO



Fonte: O autor

O Comando de Artilharia do Exército (Cmdo Art Ex), sediado em Formosa-GO, é o complexo onde encontra-se a infraestrutura central do Programa Estratégico ASTROS e a base física para a Artilharia de Campanha de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro.

Tendo em vista que o Sistema ASTROS permite ao Exército Brasileiro realizar a dissuasão extrarregional, com um apoio de fogo de longo alcance e de elevada precisão e letalidade, com seus foguetes podendo atingir alvos até 90 km de distância, se faz mister um sistema de aquisição e identificação de alvos igualmente capaz, com condições de fornecer as informações necessárias, com pormenores suficientes para que os mesmos sejam eficazmente batidos.

Dentro desse cenário, foi recentemente ativado o Núcleo da Bateria de Busca de Alvos (Nu Bia BA) subordinado ao Cmdo Art Ex, onde a principal função do mesmo é realizar as atividades de obtenção das informações necessárias sobre os alvos, principalmente aqueles tidos como compensadores, para que possam ser engajados em local e momento oportunos.

O SARP que inicialmente foi recebido pelo Nu Bia BA é o DJI Matrice 300 RTK, classificado como SARP de categoria 1, o qual está atualmente sob experimentação doutrinária pelo Comando de Aviação do Exército, além é claro, de estar passando por testes iniciais dentro do próprio Nu Bia BA.

Tal SARP não é considerado como Material de Emprego Militar (MEM), é um “drone” destinado ao uso empresarial, com capacidades e recursos muito interessantes para esse meio, como autonomia na média dos 43 minutos, levando em conta o uso de câmeras com sensores termais e telêmetro laser. Além disso, possui diversos sensores que auxiliam em sua navegação, reduzindo consideravelmente os riscos de colisão com obstáculos.

O DJI Matrice 300 RTK conta também com sistema de conexão da aeronave com seu rádio controle, que permite voos até 15 km de distância e teto de voo máximo na casa do 5 km. Como dito anteriormente, capacidades consideráveis para o seu nicho de atuação.

Entretanto, quando falamos do apoio direto ao Sistema ASTROS, aplicado a função precípua da Busca de Alvos, fica evidente a necessidade da dotação de uma aeronave de categoria superior pelo Nu Bia BA, sendo o ideal um vetor aéreo classificado como categoria 2 ou eventualmente, categoria 3.

Seguindo as tendências mundiais, o Exército Brasileiro atenta-se para a importância dos SARP no combate atual de amplo espectro e guerras assimétricas, onde a rapidez com que as informações saem dos grandes comandos e chegam na ponta da linha, fazem toda diferença.

Dentro desse contexto, possuir elementos adequados para ações de Busca de Alvos (BA), em especial aqueles destinados para o proveito e utilização do Sistema ASTROS, o qual configura-se como maior poder de fogo da Força Terrestre, é fundamental.

Sendo a Bateria de Busca de Alvos o principal meio de que dispõe o Comandante de Artilharia Divisionária (AD) ou de Artilharia do Corpo do Exército (AC Ex), para ampliar a eficiência do apoio de fogo, avaliar seus efeitos e auxiliar no trabalho de obtenção de consciência situacional, nota-se a necessidade de que a mesma tenha um SARP de categoria equivalente aos recursos de que a Artilharia do Exército possui, sob pena de limitar consideravelmente suas capacidades, pela falta de informações correspondentes.

## REFERÊNCIAS

**BRASIL. Exército Brasileiro. Manual de Campanha da Bateria de Busca de Alvos.** EB70-MC-10.378. Edição Experimental, 2022.

\_\_\_\_\_. Força Aérea Brasileira. **FAB assina contrato com AEL para ampliação da frota de aeronaves RQ 9 0 0 .** Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38477/>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. **RQ 1 Scan Eagle.** Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/meios-navais/rq1-scan-eagle>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

**DEFESA AÉREA. Aviação do Exército inicia testes de operações com SARP.** Disponível em: <<https://www.defesaerreamerical.com.br/aviacao/aviacao-do-exercito-brasileiro-inicia-testes-de-operacoes-com-sarp>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

**GLOBO. Como os Drones se tornaram armas fundamentais na Guerra da Ucrânia.** Disponível

em: <<https://g1.globo.com/mundo/ucrania-russia/noticia/2022/12/31/como-os-drones-se-tornaram-armas-fundamentais-na-guerra-da-ucrania.ghtml>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

**ODRONE. História dos Drones: do início aos dias de hoje.** Disponível em: <<https://odrones.com.br/historia-dos-drones/>>. Acesso em: 10 jun. 2023.



# CI Art Msl Fgt

## Histórico

O Exército Brasileiro (EB), adquiriu nos anos 90 cinco Baterias de Lançadores Múltiplos de Foguetes ASTROS II para modernizar a sua Artilharia de Campanha e de Costa. O material foi distribuído em diversas regiões do Território Nacional.

Posteriormente, o EB vislumbrou a necessidade de centralizar o material ASTROS II em local que facilitasse a sua manutenção, preparo e emprego, bem como possuísse amplo campo de tiro.

Decidiu-se por meio da Portaria Nº 619 do CMT EX, de 24 setembro 2004, transformar o 6º GACosM em 6º GLMF/CIF, a partir de 31 de dezembro de 2004. As demais OM detentoras do material ASTROS II foram extintas e todo material foi concentrado nesta Unidade, que foi transferida para a cidade de Formosa, Goiás, no ano de 2004.

A grande capacidade do material, aliada a alta tecnologia, ensejou a criação de um centro de instrução que permitisse preparar os futuros operadores de tão complexo e moderno material de artilharia.

Assim, a Portaria Nº 022 do EME, de 28 de março de 2007, aprovou a diretriz de implantação do CI Art Fgt, vinculado ao 6º GLMF/CIF, permanecendo assim até a publicação da Portaria Nº 312 do Cmt EB, de 11 de abril de 2014, na qual foi criado e ativado, com a nova denominação de CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOQUETES.

Em 21 de agosto de 2017, a Portaria Nº 1052 do EME ativou o CI Art Msl Fgt. Desta forma, seu primeiro Comandante foi nomeado para o biênio de 2018/2019, pelo Comandante do Exército.

## Missões e Visão de Futuro

### Missões

Planejar e conduzir cursos e estágios para oficiais e sargentos nas áreas técnicas específicas de operação e de manutenção do material do Sistema de Mísseis e Foguetes, tendo como base teórica a Doutrina do Exército Brasileiro.

Conduzir outras atividades de ensino, relacionadas com o sistema operacional e apoio de fogo de mísseis e foguetes, conforme as necessidades do Exército.

Conduzir, sob orientação do COTER, as atividades de simulação de combate, referentes ao sistema operacional apoio de fogo de mísseis e foguetes.

Contribuir para pesquisa, o desenvolvimento e a validação da doutrina de emprego da Força Terrestre, relacionadas ao sistema operacional de apoio de fogo particularmente voltado para o emprego dos mísseis e foguetes.

### Missão síntese do CI Art Msl Fgt

Especializar os recursos humanos no emprego e na logística do sistema de mísseis e foguetes, e contribuir para a formulação da doutrina de emprego deste sistema da Artilharia do Exército Brasileiro.

### Visão de Futuro

Ser reconhecido no âmbito do Exército como um centro de instrução de excelência, voltado para a evolução constante da doutrina de emprego do Sistema de Mísseis e Foguetes, a especialização permanente dos quadros e o desenvolvimento contínuo das competências pessoais na busca pelo aperfeiçoamento.





*CI Art Msl Fgt  
Forte Santa Bárbara -  
Br 020 - Km 07 - Formosa-GO*

*Aqui se Inicia a Artilharia de Misseis e Foguetes!*