

“O *Missile Approach Warning System* e sua aplicação nas aeronaves de combate”.

LEANDRO VINÍCIUS COELHO (1º TENENTE AVIADOR)

1º/4º Grupo de Aviação – BANT – Estrada do Aeroporto, s/nº - Emaús, Parnamirim/RN. CEP: 59150-000

Resumo — Este artigo demonstra a necessidade da implantação de um sistema de alarme de aproximação de mísseis (MAWS) nas aeronaves de combate da Força Aérea Brasileira, tendo em vista as evoluções no moderno cenário operacional onde estes vetores estão sendo empregados. Será apresentada uma breve explanação sobre os fundamentos básicos da eletro-ótica e os princípios de funcionamento do sistema MAWS. As características de emprego das aeronaves de combate e o impacto operacional da implantação do equipamento proposto também serão destacados. O MAWS deverá incrementar sistema de auto-defesa desses vetores, tornando-se um fator multiplicador da capacidade operacional da aviação de caça da brasileira.

Palavras-chaves — MAWS, Aeronaves de combate, Mísseis e Capacidade de auto-defesa.

I. INTRODUÇÃO

“Pensar em defesa não significa temer ao inimigo, mas sim garantir a possibilidade do ataque!”

Conforme descrito na DCA 1.1 – “Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira”, a Guerra Eletrônica fornece fundamentos que contribuem para entender e explorar o espectro eletromagnético, visando desenvolver novos conceitos de guerra, concepções de emprego, métodos, modelos e táticas. Da mesma forma, essa atividade estuda, explora e contribui para o desenvolvimento de tecnologias utilizadas no cenário tático da guerra, em uma mistura de arte e ciência, que deve ser empregada para multiplicar a capacidade operacional das Forças. [1]

Considerando o teatro de operações atual, caracterizado pelo emprego de aeronaves e armamentos tecnologicamente sofisticados, a capacidade de vitória ou sobrevivência em combate depende de vários fatores, como projeto da aeronave, habilidade e experiência da tripulação, armamento transportado, sistemas de alarme aéreo e de contramedidas eletrônicas e das táticas empregadas.

Em um ambiente eletromagneticamente saturado e hostil, as aeronaves de combate estão suscetíveis a radares de vigilância, normalmente relacionados a sistemas de defesa aérea, radares de aquisição e diretores de tiro e radares aeroembarcados. Soma-se a esse complexo cenário, a presença de uma gama variada de mísseis com guiamentos ativo, semi-ativo e passivo.

Neste artigo, será destacada a crescente ameaça representada pelos sistemas de mísseis existentes no cenário já retratado, bem como a necessária implantação de um sistema de alarme de aproximação contra esses artefatos de última geração e com elevado poder de destruição. Dois exemplos de mísseis empregados nestes cenários de combate são apresentados na Figura 1.



Fig. 1. Aeronave F-5M configurada com mísseis (MAA-1 e Python 3).

II. OS MÍSSEIS INFRAVERMELHO

O projeto dos primeiros mísseis teve início ao final da Segunda Guerra Mundial, na marinha americana, com a necessidade de evolução nos armamentos aéreos.

Apenas cinco anos após o fim da Grande Guerra, na década de 50, os mísseis guiados por infravermelho (*IR*) tiveram seu primeiro emprego operacional durante a Guerra da Coreia. Os MiG-15, de fabricação russa, foram abatidos por aeronaves americanas F-86 “Sabre” com a utilização das primeiras versões do míssil AIM-9 *Sidewinder*. [4]

Ao longo do século XX, os diversos conflitos armados, como a Guerra do “Vietnã” e a do “Tom Kipur”, apresentaram grandes avanços no emprego dos mísseis, ainda associado à grande utilização do armamento de cano. Porém, durante a Guerra das Malvinas (1982), o desenvolvimento dos mísseis de terceira geração foi fator decisivo para a esmagadora maioria das vitórias inglesas. A partir de então, as táticas de defesa e emprego das aeronaves de caça foram alteradas, tendo em vista a surpresa tática dos mísseis ar-ar de terceira geração “*all-aspect*” (AIM-9L), que permitem seu engajamento em qualquer ângulo de aspecto. [4]

A figura 2 representa um Sea Harrier britânico durante a Guerra das Malvinas. Essas aeronaves abateram 18 aeronaves argentinas com nenhuma derrota durante o conflito. [4]



Fig. 2. Aeronave britânica Sea Harrier equipada com mísseis AIM-9L.

Nos conflitos recentes, o míssil *IR* apresentou notáveis avanços tecnológicos, sendo o principal responsável pela

maioria das aeronaves abatidas ou danificadas em combate. Os mísseis de quarta geração representaram um avanço em relação aos de terceira por terem sofrido melhorias no processamento do sinal e emprego de *seeker* de duas cores (*bi-color*). Operam em duas faixas espectrais separadas, permitindo-lhes alguma capacidade de rejeição às contramedidas do tipo *flare*. A figura 3 ilustra a NEZ (*No Escape Zone*) de um míssil de quarta geração comparada com a dos armamentos de terceira geração.

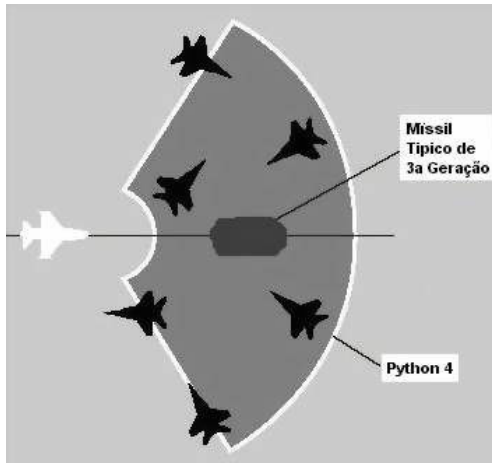


Fig. 3. NEZ do míssil Python 4

Os mísseis de quinta geração passaram a empregar dispositivos focais planos, permitindo-lhes capturar a imagem dos objetos alvos, pelo processamento dos sinais recebidos nos fotodetectores, como observado na figura 4. Também foram efetuadas modificações estruturais na propulsão e na aerodinâmica, como a instalação do empuxo vetorado.

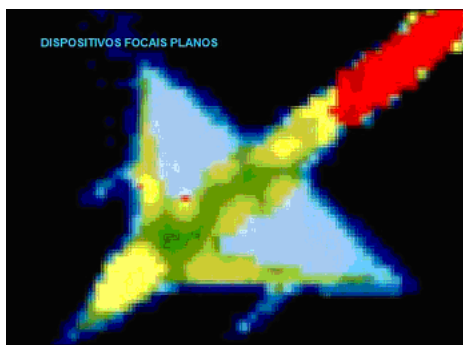


Fig. 4. Dispositivos focais planos

É imperioso destacar a recente implementação do conceito BVR (“Beyond Visual Range”), propiciando o emprego dos mísseis a distâncias elevadas e, conseqüentemente, mais seguras ao lançador. As modernas capacidades “*fire and forget*”, “*lock-on before and after launch*”, “*look and shoot down*” colocaram esse armamento em um patamar elevado de letalidade, tornando-o a maior ameaça às aeronaves de combate da FAB. [3]

III. RADIAÇÃO INFRAVERMELHA (IR) E ULTRAVIOLETA (UV)

Conforme os princípios básicos da Física, todos os corpos que se encontram na natureza emitem radiação, variando suas intensidades de acordo com a temperatura de

cada um. Segundo a Lei de Wilhelm Wein, o pico de radiação térmica oriunda de uma fonte é expresso por:

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2898}{T} \quad (1)$$

onde $\lambda_{\text{máx}}$ é o comprimento de onda (μm) para a emitância máxima e T é a temperatura absoluta do corpo (Kelvin). [5]

O sol constitui a principal fonte de radiação na faixa do IR e do UV. Com uma temperatura estimada em 6000K, o sol emite picos de radiação em torno de 0,6 μm , dificultando a detecção nessa região do espectro. Devido à presença da camada de ozônio, grande parte da energia UV é absorvida nessa parte da atmosfera. Com isso, apenas 5% da energia UV radiada chega a superfície e será responsável por eventuais falsos alarmes nos detectores. Quanto à energia IR radiada, apesar de menores na região do infravermelho médio, ainda constituem uma fonte considerada de “*clutter*”, principalmente durante o dia. [5]

Analisando a emissão dos mísseis em geral, através da Lei de Planck, a temperatura da pluma de um míssil é superior a 2000K, emitindo 98,65% da radiação na faixa do infravermelho médio e próximo, 1,28% na faixa do visível e 0,002% na faixa do ultravioleta. [6]

Vale destacar que a radiação UV, proveniente da queima do motor do míssil, é maior durante a fase de lançamento e com tendência à diminuição durante as fases finais de aproximação do alvo. Já a emissão IR representa boa radiação durante todas as fases de emprego do míssil. [2]

IV. MISSILE APPROACH WARNING SYSTEM (MAWS)

Os sistemas de detecção e alerta de aproximação de mísseis (MAWS) foram desenvolvidos com o intuito de captar emissões eletromagnéticas na faixa do UV e/ou do IR provenientes de fontes, que são formadas a partir da queima de combustível dos mísseis. Para tal, o MAWS pode estar equipado com sensores UV e/ou IR.



Fig. 5. MAWS AN/AAR-47 instalado na aeronave C-130 da FAB

Quanto ao seu funcionamento, tão logo o míssil seja lançado, o MAWS terá alguns instantes para captar a radiação liberada pela queima do motor foguete, reconhecer esse evento como uma ameaça, identificar a que grupo de ameaças ele pertence e, se possível, acionar um sistema eficaz de contramedidas eletrônicas do tipo *chaff* e *flare*.

Para a correta identificação e classificação de uma emissão como ameaça, tornou-se imprescindível que circuitos de memória fossem inseridos no projeto do MAWS de modo que determinadas assinaturas de emissão UV e IR fossem previamente inseridas na memória do equipamento. Com isso, o sistema compara o perfil radiométrico da fonte

emissora com um banco de dados existente na memória do MAWS.

Alguns exemplos de perfis radiométricos de mísseis estão apresentados na figura 6. Nesses gráficos, o eixo das ordenadas representa a emissão na faixa do infravermelho e o eixo das abscissas representa o tempo. As variações verticais instantâneas denotam o início da queima do motor foguete. Observa-se, também, que no gráfico 6, está apresentado o lançamento com 2 estágios diferentes, caracterizando uma assinatura infravermelha bastante peculiar.

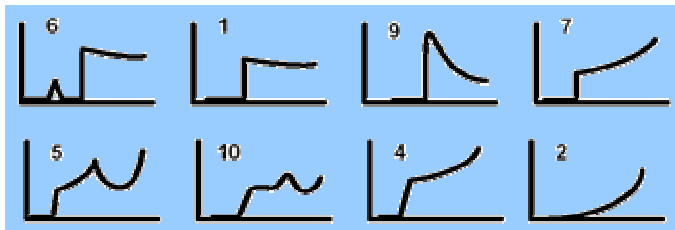


Fig.6. Exemplos de perfis radiométricos de mísseis. [6]

A formulação deste banco de dados consiste em um processo demorado e oneroso, visto que as diversas assinaturas oriundas do lançamento de diferentes tipos de mísseis deverão ser obtidas em experimentos.

Portanto, o que fazer para levantar as assinaturas de mísseis operados por potenciais inimigos? Qual a capacidade do operador quanto à atualização e à inserção de novos dados na memória do equipamento?

Estes questionamentos despontam para a FAB como uma das principais necessidades de estudo e pesquisa no emprego tático do MAWS em situações reais de combate.

V. O MAWS NA AVIAÇÃO DE COMBATE

Considerando a doutrina operacional da FAB, as aeronaves de combate serão empregadas, em sua maioria, em missões das Tarefas de Superioridade Aérea e Interdição. Com intuito de destacar a vulnerabilidade desses vetores em um Teatro de Operações atual, será abordada a característica de emprego dessas aeronaves em duas missões clássicas da aviação de caça: a Escolta e o Ataque.

Segundo a DCA 1-1, a “Escolta é a missão destinada ao acompanhamento de aeronaves amigas durante a execução de uma missão, a fim de proteger a Força escoltada contra a ação de aeronaves inimigas”. [1] Será empregada sempre que a Força principal não tiver condições de autodefesa e seu perfil de navegação oferecer boa probabilidade de ser interceptada.

Portanto, as aeronaves de caça terão o desafio de engajar possíveis vetores inimigos, caracterizando uma arena de combate aéreo com a real possibilidade do emprego de mísseis ar-ar.

A implantação do sistema MAWS nessas aeronaves incrementará a sua capacidade de autodefesa e, conseqüentemente, das demais aeronaves escoltadas e defendidas durante a execução dessa missão.

Quanto à missão de Ataque, conforme previsto no mesmo documento, as aeronaves de combate deverão “atacar objetivos de interesse da Força Aérea conhecendo-se previamente seu valor, localização, estrutura, expectativa de danos e prováveis defesas, a fim de se obter sua neutralização ou destruição”. [1] Será empregada em um

Teatro de Operações, com finalidade tática ou estratégica, no interior do território inimigo, ou ainda, em águas internacionais.

A complexidade de uma missão desta natureza é indiscutível. Muitas características como: velocidade, pronta-resposta, penetração, alcance e poder de destruição com uma gama variada de armamento deverão estar associadas à capacidade de autodefesa em um ambiente eletromagneticamente hostil.

A crescente globalização no comércio de MANPADS (*Man-Portable Air Defense System*) tem possibilitado a proliferação deste tipo de ameaça aérea, tornando extremamente delicadas e perigosas as incursões a baixa altitude sobre o território inimigo. Apesar de não constituírem Forças Regulares, é importante destacar que os chamados “grupos de guerrilha” já fazem parte do rol de operadores deste tipo de equipamento antiaéreo portátil. A figura 7 apresenta um soldado Talibã equipado com um MANPADS, modelo *Stinger*.



Fig. 7. Soldado Talibã com um MANPADS

Entre os anos de 1958 e 1992, 80% das perdas de aeronaves de caça para mísseis superfície-ar (SAM) foram de mísseis guiados por IR e 20% por mísseis SAM guiados por radar. Cerca de 81% das perdas no Golfo foram para MANPADS e mísseis ar-ar guiados por IR, sendo que 12 das 29 aeronaves derrubadas foram pelo SA-16 *Igla*. Os russos perderam mais de 250 aeronaves no Afeganistão para os mísseis *Stinger*.

No conflito da Bósnia, entre 1992 e 1995, foram abatidos: um *Mirage 2000D*, um *Sea Harrier* e um *G-222*. Já no sul do Líbano, em 18 anos de combate, Israel encarou a ameaça de MANPADS eficientemente com a utilização do MAWS, combinado a contramedidas eletrônicas. As aeronaves israelenses, por sua vez, voaram sem qualquer perda...

Atualmente, no cenário mundial, diferentes modelos de sistema de alarme de aproximação de mísseis são empregados em aeronaves de combate. Como exemplo, destaca-se o NA/AAR-65 MILDS (*Missile Launch Detect System*), operado nas aeronaves F-16 americanas e cujo funcionamento diferencia-se dos demais sistemas por empregar sensores de imagem em conjunto com os UV. Com isso, é possível conjugar sensibilidade, precisão e pequenas taxas de falso alarme. Outro modelo é o equipamento francês DDM (*Detecteur de Depart de Missile*), também citado como SAMIR (*Systeme D'Alerte Missile Infra-Rouge*), empregado

na aeronave Mirage 2000D. Aeronaves de fabricação russa, como o MI-28N, utilizam o sistema VITEBSK, baseado nos mesmos princípios empregados pelos sistemas ocidentais de última geração. [3]

Dessa forma, pode-se concluir que o MAWS, aliado aos demais equipamentos de alarme aéreo (*Radar Warning Receiver*) e contramedidas eletrônicas, constituem-se em sistemas vitais para a execução de missões em território inimigo com eficiência e segurança, sob pena do provável não cumprimento da missão e, principalmente, da perda dessas valorosas aeronaves.

VI. CONCLUSÃO

Iniciou-se este artigo com uma breve descrição da evolução dos mísseis infravermelho, desde os seus primeiros projetos até os atuais mísseis de longas distâncias (BVR).

Isto posto, foram apresentados alguns princípios que fundamentam a existência da radiação infravermelha e ultravioleta, sendo, também, descrito o funcionamento de um sistema de alarme de aproximação de mísseis.

Após essa contextualização, foram apresentadas as características de emprego das aeronaves de combate e o impacto operacional da implantação do sistema MAWS nesses vetores.

Os cenários de emprego têm evoluído continuamente com a inclusão de novas aeronaves, armamentos e táticas. A figura 8 destaca o interior da aeronave F-5M, totalmente modernizada e com sistemas embarcados de última geração.



Fig.8. Painel da aeronave F-5M da FAB.

Portanto, a aquisição de novos sistemas e o aprimoramento da doutrina de combate representam o principal caminho para o incremento da capacidade operacional da Força Aérea Brasileira.

Nesse contexto, reafirma-se a importância e a necessidade das aeronaves de combate da FAB estarem equipadas com um sistema de alarme de aproximação de mísseis, visando maximizar a eficiência e a segurança no cumprimento das missões destinadas à aviação de caça.

REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Estado-Maior da Aeronáutica. DCA 1-1. *Doutrina Básica da FAB*. Brasília. 2005.
- [2] FARIA, Cláudio D. *Análise Conceptual do MAWS da aeronave C-130 na faixa de radiação ultravioleta*. TRABALHO INDIVIDUAL. 99 p, Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético. ITA. 2006.
- [3] MEDEIROS, Jeferson D.C., Cap-Corv. Marinha do Brasil. *Estudo de medidas evasivas para aeronaves de combate contra mísseis com guiamento infravermelho*. TRABALHO INDIVIDUAL. 185 p, Curso de Especialização em Análise de Ambiente Eletromagnético. ITA. 2003.
- [4] FLEURY, Roberto C.S.C. *Da Coréia até as Malvinas: a evolução da utilização do armamento ar-ar em combate aéreo*. Revista ZOOM, 1ª4ºGAV, Natal-RN, v.1, n.31, p.37-43, jul.2007.
- [5] CASTRO, Davi; GUIMARÃES, Edson. *MAWS – Uma nova tendência em sistemas de autodefesa para aeronaves*. Revista SPECTRUM, Brasília, v.1, n.1, p.28-32, jan.2000.
- [6] GUIMARÃES, Edson. *Missile Approach Warning System – Tutorial*. Revista SPECTRUM, Brasília, v.1, n.10, p.13-15, mar.2007.

Leandro VINÍCIUS Coelho (1º Ten Av), leandrocoelho@hotmail.com ou vinicius@ita.br. Tel. +55-12-9191-8834.