

NAVIOS DE DEFESA DE MÍSSEIS BALÍSTICOS

Capitão de Corveta **VINÍCIUS BARCELOS RANGEL**

Encarregado da Divisão de Armamento do DIAsA - CAAML
Aperfeiçoado em Armamento

INTRODUÇÃO

Os mísseis balísticos (MIB) são caracterizados por terem a maior parte de suas trajetórias governada pelas leis da balística, sendo conhecidos pelas altas velocidades de voo e grandes alcances, percorrendo as camadas mais altas da atmosfera (ou regiões superiores a esta). Somente alguns países detêm a tecnologia de mísseis balísticos, que podem ser lançados de plataformas fixas ou móveis, aéreas, terrestres ou navais a partir de áreas marítimas controladas (geralmente, por submarinos).

Os mísseis de cruzeiro percorrem suas trajetórias em linha reta e em baixas altitudes e são impulsionados, durante todo o voo, por propulsores, diferentemente dos MIB. Estes últimos possuem algumas vantagens sobre os mísseis de cruzeiro: devido à trajetória balística, possuem maior alcance pois consomem menos combustível durante o voo; e por conta das grandes velocidades, permitem o engajamento de alvos a grandes distâncias em um curto espaço de tempo, além de serem mais difíceis de serem interceptados na fase final de voo.

Devido à sofisticação tecnológica e à característica de grande letalidade, com cargas de combate contendo explosivos convencionais ou elementos biológicos, químicos ou nucleares os MIB são empregados em ataques que demandam rapidez, grande precisão e elevado poder destrutivo. A maior parte destes mísseis é considerada estratégica, sendo empregada em ataques contra alvos de grande valor econômico ou militar.

FOTO: Johns Hopkins University



A trajetória de um MIB consiste de três fases. Após o lançamento, é iniciada a fase de “voo propulsado” (*boost phase*), quando o míssil é acelerado e dirigido até altas altitudes, geralmente estratosféricas, impulsionado por propulsores. Com o término do combustível, o míssil passa à fase “intermediária ou de voo livre” (*midcourse phase*) sem propulsão, com maior duração de tempo, iniciando sua trajetória balística geralmente fora das camadas atmosféricas, quando o míssil atinge seu ponto de maior altitude. Ao final, ocorre a fase de “re-entrada” (*re-entry phase*) constituindo-se na fase de voo terminal com o retorno do míssil à atmosfera e o abatimento do alvo.

Embora haja políticas de não proliferação de armas de destruição em massa, uma das grandes ameaças para a segurança, atualmente, é o incremento do número de atores estatais e não estatais (inclusive grupos terroristas) detentores da capacidade de operar MIB. Os Países que realizam tais investimentos almejam ter capacidade de projeção de poder combatente em um contexto regional ou estratégico. Atualmente, há 31 Estados que operam estes tipos de mísseis, e nove destes, oficialmente (ou supostamente), possuem tecnologia de emprego de ogivas nucleares, sendo: Coreia do Norte, China, EUA, França, Índia, Israel, Paquistão, Reino Unido e Rússia.

SISTEMAS DE DEFESA CONTRA MÍSSEIS BALÍSTICOS

Devido à grande capacidade de destruição dos mísseis balísticos, uma das possibilidades de defesa contra tais artefatos é a neutralização antecipada das plataformas de lançamento, negando a iniciativa ao inimigo. Outra alternativa é o engajamento dos mísseis em voo, o que demanda o desenvolvimento de sistemas de defesa antimísseis balísticos. Tais sistemas são projetados para interceptação dos mísseis em suas fases intermediárias e finais de voo.

Os sistemas de defesa de mísseis são constituídos por sistemas de lançamento, mísseis interceptadores, sistemas de vigilância altamente sofisticados (satélites e radares) e arquiteturas de Comando e Controle. Tais sistemas, quando operando em conjunto, são conhecidos como “escudo de mísseis”, podendo contar com elementos posicionados em áreas terrestres (*ground-based*) ou baseados em plataformas navais (*sea-based*). Apenas alguns Estados operam este tipo de sistema de defesa, sendo estes: China, Coreia do Sul, Emirados

DEPENDENDO DO ALCANCE, OS MIB SÃO CLASSIFICADOS NAS SEGUINTE CATEGORIAS:

DESIGNAÇÃO	ABREVIÇÃO	ALCANCE
Close Range Ballistic Missile	CRBM	50 – 300 km
Short Range Ballistic Missile	SRBM	300 – 1.000 km
Medium Range Ballistic Missile	MRBM	1.000 – 3.000 km
Intermediate Range Ballistic Missile	IRBM	3.000 – 5.500 km
Intercontinental Ballistic Missile	ICBM	> 5.500 km



FOTO: J.savetheroyalnavy.org

Árabes Unidos, Estados Unidos (EUA), França, Índia, Israel, Itália, Japão, Reino Unido, Rússia e Taiwan.

A CAPACIDADE DE DEFESA DOS EUA CONTRA MÍSSEIS BALÍSTICOS

Os EUA desenvolveram, sob coordenação da *Missile Defence Agency* (MDA), o *Ballistic Missile Defense System* (BMDS), um sistema robusto capaz de prover defesa contra mísseis balísticos. Como o BMDS possibilita a proteção de áreas críticas, tanto em território estadunidense como aliado, o sistema traz, pela importância estratégica, significativa capacidade de dissuasão. O BMDS é composto por uma rede interligada de elementos capazes de detectar e acompanhar um míssil inimigo em todas as fases de sua trajetória, sendo constituído pelos seguintes sensores, permitindo uma vigilância de cobertura mundial:

- Sensores espaciais (satélites):** o *Space Tracking and Surveillance System* (STSS), composto por satélites capazes de detectar, pelo espectro infravermelho, o sistema de propulsão dos mísseis em sua fase inicial de voo; e
- Radares:** *Updated Early Warning Radars* (UEWR) e *COBRA DANE*, radares fixos de alarme antecipado; *Transportable Radar Surveillance and Control Model 2* (AN/TPY-2), radar móvel, que atua como sensor de base avançada; *Sea-Based X-Band*, radar móvel, transportado por plataformas navais e posicionado nos oceanos; e radares AN/SPY-1 e AN/SPY-6, principais sensores do sistema de combate *Aegis*.



FOTO: U.S. Missile Defense Agency (MDA)

a fase mais difícil para engajamento do míssil devido à proximidade do alvo. Os sistemas empregados nesta fase são o *Terminal High Altitude Area Defense* (THAAD), *Aegis BMD* e *PATRIOT*.

Um elemento vital para o BMDS é o sistema *Command and Control, Battle Management, and Communications* (C2BMC), que realiza a integração entre os sensores e sistemas de armas do BMDS por meio do Link 16, permitindo a interoperabilidade entre os diversos elementos e a decisão sobre a fonte de dados e o sistema de armas mais adequados a serem empregados.

O SISTEMA DE DEFESA DE MÍSSEIS BALÍSTICOS AEGIS NA MARINHA DOS EUA

O princípio de funcionamento do BMDS está relacionado com as fases de voo de um míssil balístico:

- a. Fase de voo propulsado: após o lançamento do míssil, este é detectado, por meio de sua assinatura infravermelha, pelos satélites do BMDS que passam a realizar seu acompanhamento. Esta informação é transmitida a um elemento central da estrutura de Comando e Controle e, após a análise da informação, os dados do míssil são encaminhados aos sistemas de armas e demais sensores integrados ao BMDS, de forma a também detectá-lo;
- b. Fase de voo intermediária: após o término do combustível do míssil, os satélites perdem a capacidade de acompanhamento e os radares, baseados em terra (UEWR, AN/TPY-2, AN/SPY-1 e *COBRA DANE*) e em plataformas navais (*Sea-Based X-Band* e AN/SPY-1 ou 6) passam a ser os únicos sensores capazes de detectar e acompanhar o alvo. Nesta fase, é iniciada a etapa inicial de interceptação, caracterizada pela tentativa de destruição do míssil ainda fora da atmosfera. Os principais sistemas empregados nesta fase são o *Ground-based Midcourse Defense* (GMD) e o *Aegis Ashore*, baseados em terra, e o *Aegis Ballistic Missile Defense* (BMD), instalado em navios; e
- c. Fase de reentrada: na fase final de voo dos mísseis, é iniciada a segunda etapa de interceptação com a tentativa de destruição dos mísseis em menores altitudes. Esta é

O sistema *Aegis Ballistic Missile Defense* (BMD) é o componente naval do BMDS, desenvolvido pela Marinha dos EUA (USN). O sistema emprega a estrutura do sistema de combate *Aegis*, projetado pela *Lockheed Martin*, instalado em 87 navios da USN das classes “*Arleigh Burke*” (DDG) e “*Ticonderoga*” (CCG).

O sistema de combate *Aegis* foi projetado na década de 1970, com início de operação em 1983, mediante o propósito inicial de prover aos navios de guerra capacidades de defesa contra mísseis de cruzeiro e ataques de aeronaves. Em 2004, após vários anos de evolução, foi incluída a capacidade de defesa contra MIB em alguns navios, passando a atuar, inicialmente, apenas com a tarefa de vigilância de MIB intercontinentais (ICBM). Em 2005, os navios com sistema *Aegis BMD* incorporaram a capacidade de lançamento de mísseis interceptadores com o desenvolvimento dos mísseis *Standard Missile-3* (SM-3). No ano seguinte, foi incorporada a capacidade de defesa contra MIB em sua fase terminal.

O *Aegis BMD* foi projetado para destruição de MIB de curto e médio alcances e de alcance intermediário, durante a fase de voo intermediária, empregando o míssil SM-3 como interceptador primário. Como interceptadores secundários, são utilizados os mísseis *Standard Missile-2* (SM-2) e *Standard Missile-6* (SM-6) para defesa contra MIB de curto e médio alcances, com destruição na fase terminal de suas trajetórias (*Sea-Based Terminal capability*). Atualmente, a USN possui 36 navios dotados com o sistema *Aegis BMD*, sendo

31 *Destroyers* classe “Arleigh Burke” e 05 cruzadores classe “Ticonderoga”. A última versão do sistema de combate *Aegis*, o *Baseline 9*, permitiu que os navios pudessem realizar, simultaneamente, ações de defesa de mísseis balísticos e de defesa anti-aérea.

O *Aegis BMD* é composto pelos seguintes elementos:

- Radar AN/SPY-1: principal sensor do sistema de combate *Aegis*, equipando os DDG das 1ª e 2ª gerações (*Flights I / II*) e os CCG. É um radar 3D, da banda S, que possui uma capacidade de detecção e acompanhamento simultâneo de até 100 alvos nos ambientes aéreo e de superfície;
- Radar AN/SPY-6: também da banda S, equipa os DDG de 3ª geração (*Flight III*). Possui uma nova tecnologia de processamento de sinais denominada *active electrically scanned array* (AESA), sendo cerca de trinta vezes mais eficiente que o AN/SPY-1 e permitindo a realização de varredura e acompanhamento de alvos em altitudes dentro e fora da atmosfera;
- Míssil RIM-161 *Standard Missile 3* (SM-3): empregado para engajamento de um míssil balístico por meio de uma interceptação para o impacto com o míssil inimigo (*hit-to-kill technology*). O SM-3 não possui carga de combate e, por meio de um dispositivo denominado *kinetic warhead* (KW), utiliza sua energia cinética após o término do combustível para auto-guiagem e na destruição dos mísseis inimigos por impacto. O lançamento dos mísseis SM-3, como também do SM-2 e do SM-6, é realizado por meio do sistema Mk 41 *Vertical Launching System* (VLS). O SM-3 passou por três diferentes versões (*blocks IA, IB e IIA*) com alcances estimados de 700 quilômetros (*block IA/IB*) e de 1.500 quilômetros (*block IIA*);
- Míssil RIM-156A *Standard Missile-2* (SM-2): produzido em várias versões, sendo a última a *block IV*, com alcance estimado de 75 a 165 quilômetros. Este tipo de míssil, além da defesa contra mísseis balísticos, também pode ser empregado contra mísseis de cruzeiro;
- Míssil RIM-174 *Standard Missile-6* (SM-6 Dual I): produzido em várias versões com alcance estimado de 240 a 370 quilômetros, sendo empregados na defesa contra mísseis balísticos, mísseis de cruzeiro e aeronaves; e
- *Command and Control, Battle Management, and Communications* (C2BMC): tem a função de integrar o sistema *Aegis BMD* com o BMDS.

O sistema *Aegis BMD* foi projetado para conduzir operações de defesa, tendo capacidade de detecção e acompanhamento de mísseis por diversos sensores, permitindo a troca de informações das ameaças entre os elementos do BMDS. Um navio dotado do sistema *Aegis BMD*, após detectar um alvo, é capaz de encaminhar os dados da ameaça a outras unidades, navais e baseadas em terra, para que estas também possam acompanhar o míssil. Isso é possível devido à integração entre os sensores das unidades do BMDS através do sistema C2BMC. Com o alvo sendo acompanhado pelos sensores das unidades, a central do sistema C2BMC da região processa as informações, realiza os cálculos da solução de tiro e determina o lançamento do míssil interceptador por quaisquer dos sistemas de armas interligados ao BMDS. A unidade que realizará o engajamento é selecionada conforme a fase de voo na qual o míssil se encontra, a categoria do míssil e as capacidades do seu sistema de armas.

Desta maneira, o sistema *Aegis* instalado nos navios é apenas um elemento de um conjunto de sensores, sistemas de armas e centrais do sistema C2BMC que trocam, constantemente, informações de maneira integrada. Outros sistemas de defesa, incluindo os baseados em terra, com sensores e sistemas de armas de diferentes capacidades podem ser utilizados. Além disso, podem ser empregadas unidades estrangeiras com sistemas integrados ao BMDS por meio do C2BMC. Isso é o que ocorre com a arquitetura do “escudo de mísseis” da Europa, estabelecida pelo programa *Active Layered Theater Ballistic Missile Defense* (ALTBMD), que prevê que os sistemas de combate estadunidenses atuem na neutralização de mísseis em altitudes superiores e que os sistemas europeus realizem a defesa contra mísseis em fase terminal de voo. Neste caso, a central do sistema C2BMC encontra-se em *Ramstein* (Alemanha).



FOTO: www.quora.com

Os navios equipados com o sistema *Aegis* BMD podem ser posicionados próximos à plataforma lançadora, possibilitando a detecção dos mísseis logo após o lançamento, ainda na fase inicial de suas trajetórias, permitindo uma antecipação do disparo dos mísseis interceptadores por outras unidades do BMDS.

Vale ressaltar ainda que o sistema *Aegis* BMD possui uma capacidade denominada “*Launch-on-Remote*” (LoR), na qual os navios são capazes lançar seus mísseis interceptadores utilizando os dados oriundos de sensores de outras unidades. Assim, os interceptadores, sem estarem restritos ao alcance dos sensores do próprio navio, podem ser lançados com maior antecipação aumentando a probabilidade de engajamento. Além disso, os mísseis interceptadores, durante a aproximação final e intercepção do alvo, também podem empregar dados procedentes de sensores externos, capacidade conhecida como “*Engage-on-Remote*” (EoR).

A EXPANSÃO DO AEGIS BMD E OS SISTEMAS DE DEFESA DE OUTRAS MARINHAS

Nos últimos anos, o sistema *Aegis* BMD expandiu-se globalmente e vem permitindo o incremento da interoperabilidade entre a USN e marinhas aliadas, com destaque para os países que compõem a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), o Japão e a Coreia do Sul.

No continente asiático, o desenvolvimento de MIB e armas nucleares pela Coreia do Norte tem despertado nos EUA e em seus aliados na região, como o Japão e a Coreia do Sul, a necessidade de investimentos para aprimoramen-

to dos sistemas de defesa de mísseis. Da mesma maneira, a China tem desenvolvido capacidades para realizar ações que garantam *Anti-Access/Area Denial* (A2/AD) no Pacífico ocidental, em especial no Mar da China, trazendo restrições para realização de operações militares pelos EUA e países aliados.

Na década de 1980, os EUA iniciaram as negociações para transferência de tecnologia do sistema de combate *Aegis* para a Força Marítima de Autodefesa do Japão (*Japanese Maritime Self-Defense Force – JMSDF*), sendo esta a primeira “marinha” estrangeira a construir navios com capacidade *Aegis*. Atualmente, a JMSDF opera quatro *Destroyers* da classe “Kongo” que, anos após sua incorporação, foram atualizados com o sistema *Aegis* BMD. Além disso, na década de 2000, a JMSDF construiu mais dois *Destroyers* com sistema *Aegis* (classe “Atago”) que, nos anos seguintes, também foram atualizados com o *Aegis* BMD completando seu programa de defesa com seus navios e permitindo a defesa contra MIB, em conjunto com *Destroyers* estadunidenses baseados no Japão. Ressalta-se que, em 1999, foi iniciado o projeto de desenvolvimento do SM-3 *block* IIA pelos EUA em cooperação com o Japão, que contribuiu com o financiamento do projeto e apoiou o desenvolvimento de partes componentes do míssil.

Em 2019, a Coreia do Sul decidiu pela construção de três *Destroyers* do segundo *batch* da classe “Sejong the Great” (KDX-III), que serão dotados da versão mais atualizada do sistema *Aegis* e terão capacidade de defesa contra MIB operando com os mísseis SM-3. Os novos navios, com previsão de entrega a partir de 2023, serão capazes de realizar operações do tipo *integrated air and missile defense* (IAMD) em conjunto com baterias terrestres do sistema THAAD, operadas pelo Exército dos EUA em território sul-coreano.

O programa de desenvolvimento de MIB e de armas de destruição em massa pelo Irã, com alcance na Europa, evidenciou aos líderes europeus a importância de um sistema de defesa específico. Desta maneira, encontra-se em desenvolvimento, desde 2009, o programa de defesa ALTBMD, o “Escudo de Mísseis” da Europa, já mencionado anteriormente. Na arquitetura do sistema, os europeus operam sistemas baseados em terra, como o *PATRIOT* e o *SAMP/T Air Defense System*. Além disso, algumas marinhas da Europa possuem navios com capacidade de defesa de MIB, integrados ou não ao BMDS, capazes de realizar troca de dados com unidades estadunidenses por meio do sistema C2BMC.

As únicas marinhas europeias que possuem navios com sistema de combate *Aegis* são as Marinhas da Espanha e Noruega. A Marinha Espanhola possui cinco Fragatas da classe “Álvaro de Bazán”, equipadas com o sistema de combate *Aegis* com integração com o BMDS. No entanto, podem lançar apenas interceptadores SM-2, o que restringe sua capacidade de engajamento a mísseis de médio alcance na fase de voo



FOTO: United States Navy

terminal. Já a Marinha Real da Noruega possui quatro Fragatas da classe “Fridtjof Nansen”, sendo também equipadas com o sistema *Aegis*. Contudo, tais escoltas contribuem com o ALTBMD apenas com o emprego do radar AN/SPY-1F, já que não contam com mísseis interceptadores.

Embora Alemanha, França, Holanda, Itália e Reino Unido não possuam navios com o sistema de combate *Aegis*, tais países possuem escoltas com capacidade de integração com o BMDS, contribuindo para o programa de “escudo de mísseis” da Europa.

A *Royal Navy* possui cinco *Destroyers Type 45* com o sistema de combate *Principal Anti Air Missile System (PAAMS)* e equipados com os radares de longo alcance SAMPSON AESA e S1850M. Os navios possuem capacidade de defesa de MIB de curto alcance em sua fase de voo terminal, com o emprego dos mísseis *Aster 30 Block 1NT/Block 2*.

As Marinhas da França e da Itália possuem dois *Destroyers* (cada) da classe “Horizon”, desenvolvidos por um projeto entre esses Países e o Reino Unido. Os navios operam com o sistema de combate PAAMS, contam com o radar de longo alcance S1850M e podem empregar os mísseis Aster 30 utilizados contra mísseis de curto alcance durante a fase final de voo.

A Marinha Real Holandesa possui quatro Fragatas da classe “Zeven Provinciën”, que são equipadas com o radar de longo alcance SMART-L-EWC (*Early Warning Capability*). Além disso, em 2018, iniciou tratativas a fim de dotar seus navios com os mísseis interceptadores SM-3, contribuindo ainda mais com a tarefa do ALTBMD. Já a Marinha da Alemanha decidiu pela substituição dos radares SMART-L pela sua mais nova versão, os radares SMART-L-EWC, a serem equipados nas três Fragatas classe “Sachsen”, aumentando significativamente sua capacidade de vigilância.

CONCLUSÃO

Evidencia-se a importância estratégica dos MIB, visto que os Países detentores de tal tecnologia dispõem de grandes possibilidades ofensivas, o que contribui para o incremento da influência política e econômica sobre outros Estados, além de obter vantagens em conflitos, como também bases sólidas para garantia da própria soberania. Por outro lado, destaca-se a importância do desenvolvimento e atuação dos sistemas de defesa na guerra moderna, já que, um País dotado de um crível e eficiente sistema de defesa contra MIB pode dispor de vantagens defensivas significativas, contribuindo para o equilíbrio deste “confronto de forças”, sobretudo, se aliado à capacidade de emprego de dos respectivos mísseis.

Referências:

- AEGIS Ballistic Missile Defense. **Missile Threat**, 2020. Disponível em: <<https://missilethreat.csis.org/system/aegis/>>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- AEGIS Combat System. **Lockheed Martin**, 2020. Disponível em: <<https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/aegis-combat-system.html>>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- BALLISTIC Missile Basics. **Missile Defense Advocacy Alliance**, 2020. Disponível em: <<https://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/missile-basics/ballistic-missile-basics/>>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- BALLISTIC Missile Defence. **North Athantic Treaty Organization (NATO)**, 2020. Disponível em: <https://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_49635.htm>. Acesso em: abril de 2020.
- BALLISTIC Missile Defense System. **Missile Defense Agency**, 2020. Disponível em: <<https://www.mda.mil/system/system.html>>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- BRASIL. Escola de Guerra Naval. **EGN-462: Manual de Mísseis**. 2. rev. Rio de Janeiro: EGN, [201-].
- MORTON, John; Galdorisi, George. **Any Sensor, Any Shooter: Toward an Aegis BMD Global Enterprise**. Disponível em: <https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/jfq/jfq-67/JFQ-67_85-90_Morton-Galdorisi.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020.
- WORLDWIDE Ballistic Missile Inventories. **Arms Control Association**, 2020. Disponível em: <<https://www.armscontrol.org/factsheets/missiles>>. Acesso em: 17 abr. 2020.



FOTO: www.fpri.org