



A CORRIDA PELAS ARMAS HIPERSÔNICAS

Capitão de Corveta **ALMIR CARRILHO PINTO DA FONSECA**

Encarregado do Grupo de Operações – CAAML
Aperfeiçoado em Armamento

INTRODUÇÃO

Segundo relatório do departamento de ciência e tecnologia da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan), publicado em 2020, as armas hipersônicas estão entre as chamadas tecnologias emergentes que impactarão na forma de condução da Guerra. Diversos Estados buscam desenvolver esse novo tipo de tecnologia, dentre os quais, serão destacados, neste artigo, os Estados Unidos da América (EUA), a Rússia e a China.

No contexto geopolítico atual, marcado pelo conflito entre Rússia e Ucrânia, houve o recente anúncio feito por Moscou acerca do primeiro emprego operacional de um míssil hipersônico por ocasião de um ataque à cidade de Deliatyn, no sudoeste da Ucrânia, e de testes de lançamento de mísseis, do mesmo tipo, a partir de navios.

HISTÓRICO

Diversos países estão desenvolvendo armas hipersônicas, que voam a velocidades de, pelo menos, cinco vezes a do som (Mach 5). Existem duas categorias principais de armas hipersônicas:

- Os *Hypersonic Glide Vehicles* (HGV)¹ que são lançados por um foguete e, posteriormente, assumem um rumo em direção ao alvo; e
- Os *Hypersonic Cruise Missiles* (HCM)² que são movidos por motores a jato de alta velocidade, após adquirirem seu alvo.

Ao contrário dos mísseis balísticos, as armas hipersônicas não seguem uma trajetória balística e podem alterar o rumo enquanto se deslocam até o alvo. Elas podem permitir ataques contra ameaças a grandes distâncias. Importante característica das armas hipersônicas é que elas podem desafiar a detecção e serem imunes a sistemas de defesa devido à

avaliem suas opções de resposta e para um sistema defensivo interceptar o míssil permitindo, potencialmente, apenas uma única chance de interceptação.

Adicionalmente, as autoridades de defesa dos EUA afirmam que os sensores terrestres e espaciais atuais não possuem a capacidade de detectar e acompanhar armas hipersônicas, pois alvos hipersônicos são de 10 a 20 vezes mais difíceis de serem detectados pelos satélites em órbita geoestacionária. Alguns analistas sugerem que camadas de sensores espaciais – integradas com sistemas de rastreamento e controle de tiro para direcionar interceptadores de alto desempenho ou armas de energia direcionada – poderiam, teoricamente, apresentar-se como opções viáveis para defesa contra armas hipersônicas no futuro.

No caso particular dos EUA, os sistemas de defesa contra mísseis de longo alcance são exercidos, atualmente, pelos sistemas *Patriot*, *Terminal High Area Altitude Defense (THAAD)*³ e *Aegis*. O problema em relação a esses sistemas é que abater um míssil com um outro míssil possui custo elevado, pois essa tecnologia é muito mais sofisticada e cara do que um míssil que deve atingir um alvo no solo. Um exemplo disso é o míssil *Patriot* que custa cerca de 3 milhões de dólares, valor correspondente ao custo de três mísseis *Scud*. Assim, um país como Rússia ou China poderia saturar o sistema de defesa de mísseis com armamento barato, como o *Scud*, até que os mísseis de defesa acabem.

Foto: REUTERS / Naval Sea Systems Command - MC3 Nathan Burke
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

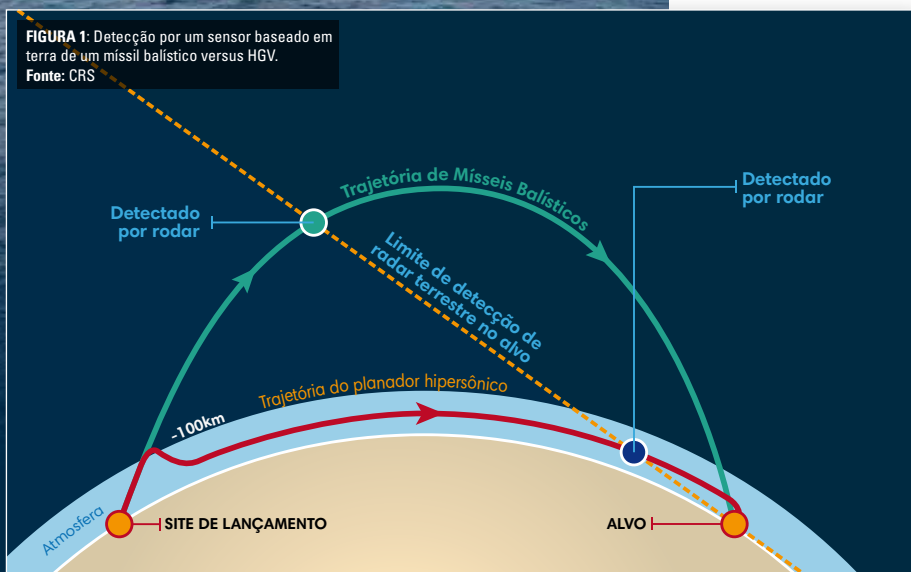


FIGURA 1: Detecção por um sensor baseado em terra de um míssil balístico versus HGV.
Fonte: CRS

A atual doutrina de sistemas de defesa contra mísseis de longo alcance russa segue uma abordagem em três camadas. Esse sistema em camadas permite que as forças de defesa aérea russas criem zonas de antiacesso e negação de área (A2/AD) que podem ser difíceis de penetrar. O nível mais externo desses sistemas defensivos usa sistemas de longo alcance, como o S-200, S-300 e S-400, fornecendo áreas de defesa aérea de até 800 km de diâmetro.

No que se refere ao custo, à viabilidade tecnológica e à utilidade de um sistema de defesa contra armas hipersônicas, em uma área como um continente, seria possível a adaptação do THAAD, para reagir como um sistema de defesa contra os mísseis hipersônicos, porém a desvantagem desse tipo de sistema é que eles só podem ser empregados em pequenas áreas. Então, para defender uma área continental, seriam necessárias diversas baterias de THAAD, que teriam um custo extremamente alto.

sua velocidade, manobrabilidade e baixa altitude de voo. Por exemplo, radares terrestres não podem detectar armas hipersônicas até o final do voo do míssil. A Figura 1 mostra as diferenças nas linhas do tempo de detecção de um radar terrestre para mísseis balísticos e para o HGV. O atraso na detecção diminui o tempo de reação para que os tomadores de decisão

MÍSSEIS HIPERSÔNICOS: PANORAMA INTERNACIONAL

Existem diversos países que desenvolvem sistemas de mísseis hipersônicos, entre os quais se destacam: EUA, Rússia e China, que apresentam os programas mais avançados e serão abordados a seguir, além de Austrália, Índia, França, Alemanha, Coreia do Sul, Coreia do Norte e Japão.

Estados Unidos da América

O Departamento de Defesa estadunidense desenvolve, atualmente, armas hipersônicas por intermédio do *Conventional Prompt Strike (CPS) Program*, junto a outros programas da Força Aérea e do Exército estadunidenses, além da *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, que possuem o objetivo de prover suas Forças Armadas com a capacidade de engajar alvos por intermédio de mísseis hipersônicos com cabeça de combate convencionais. Apoiadores desses programas argumentam que o domínio deste tipo de armamento contribui para a dissuasão e proporciona capacidades avançadas de se contrapor a ameaças aéreas. Dessa forma, elas se constituirão em uma tecnologia essencial para a guerra do futuro.

Diferentemente dos programas desenvolvidos pela China e pela Rússia, que desenvolvem mísseis com cabeças de combate convencionais e nucleares, os programas desenvolvidos pelos EUA têm como objetivo a utilização de mísseis apenas com cabeças de combate convencionais. Assim, os mísseis estadunidenses irão requerer maior precisão e, como consequência, esses mísseis serão mais desafiadores de serem desenvolvidos tecnologicamente.

mente do que os chineses e russos armados com ogivas nucleares, pois mísseis nucleares serão efetivos mesmo que apresentem um erro de 10 a 100 vezes maiores que os não nucleares, devido aos efeitos de sua explosão.

Os EUA, então, apresentam pesquisas em diversos projetos hipersônicos, desenvolvidos pelas respectivas instituições, como os que se seguem:

- Marinha – *Conventional Prompt Strike (CPS)*;
- Marinha – *Offensive Anti-Surface Warfare Increment 2 (OASuW Inc 2)* ou *Hypersonic Air-Launched OASuW (HALO)*;
- Exército – *Long-Range Hypersonic Weapon (LRHW)*;
- Força Aérea – *AGM-183 Air-Launched Rapid Response Weapon (ARRW)*;
- Força Aérea – *Hypersonic Attack Cruise Missile (HACM)*;
- DARPA – *Tactical Boost Glide (TBG)*;
- DARPA – *Operational Fires (OpFires)*; e
- DARPA – *Hypersonic Air-breathing Weapon Concept (HAWC)*.

Esses programas têm o objetivo de produzir protótipos e, no caso específico da Marinha, de acordo com o memorando de 2018, estaria liderando este projeto, utilizando o protótipo MACH 6 do Exército que já foi testado com sucesso, em 2011 e 2017. Assim, o CPS espera criar um sistema que seja de uso comum tanto pela Marinha quanto pelo Exército. Dessa forma, a Marinha espera conduzir os primeiros testes a bordo de um contratorpedeiro classe *Zumwalt* em 2025. Há ainda a intenção da Marinha em operar, mesmo que de forma limitada, a bordo dos submarinos classe *Ohio*, também em 2025, e dos submarinos classe *Virginia* e dos contratorpedeiros classe *Arleigh Burke*, em 2028.

Rússia

A Rússia realiza pesquisas na área de mísseis hipersônicos desde 1980, em resposta à colocação de sistemas de defesa de mísseis estadunidenses tanto no próprio território dos EUA, quanto na Europa e em resposta à retirada dos EUA do tratado antimísseis balísticos no ano de 2001.

Assim, a Rússia possui os seguintes programas de armas hipersônicas:

- Avangard;
- 3M22 Tsirkon (ou Zircon); e
- Kinzhal.

O Avangard é um HGV que seria lançado a partir de um míssil balístico intercontinental tendo, então, um alcance ilimitado. Assim, atualmente, esse armamento poderia ser lançado a partir do míssil balístico SS-19 Stiletto, com planos para ser utilizado também a partir do Sarmat. O Sarmat ainda está em desenvolvimento apesar de ter sido testado com sucesso em abril deste ano. Em relação às suas capacidades,

FIGURA 2: USS Zumwalt (DDG-1000) testa seu lançador de mísseis verticais Mark 57 lançando um míssil SM-2. Fonte: USNI News

o Avangard poderia receber uma cabeça de combate nuclear, teria sido testado com sucesso em 2016 e 2018, atingiria velocidades de Mach 20 e teria entrado em serviço em dezembro de 2019.

O Tsirkon consiste em um míssil de cruzeiro hipersônico capaz de viajar a uma velocidade entre Mach 6 e Mach 8, engajar tanto alvos em terra como no mar e um alcance aproximado de 250 a 600 MN e pode ser lançado a partir de lançadores verticais dispostos em fragatas, cruzadores e submarinos. Lançamentos bem-sucedidos teriam ocorrido a partir de fragatas, em janeiro, outubro e dezembro de 2020 e, a partir de submarinos classe Yasen, em outubro de 2021.

Mais recentemente, no dia 28 de maio de 2022, a Marinha russa realizou outro teste de um possível míssil hipersônico, em uma demonstração da capacidade de ataque de longo alcance em meio aos combates na Ucrânia. O Ministério da Defesa da Rússia anunciou que a Fragata Almirante Gorshkov, da Esquadra do Norte, no Mar Branco, lançou o míssil de cruzeiro Tsirkon a partir do Mar de Barents atingindo, com sucesso, um alvo posicionado no Mar Branco a cerca de 1.000 quilômetros (540 milhas náuticas) de distância. Esse míssil estaria operacional a partir de 2023.

Por fim, a Rússia também teria lançado o Kinzhal, um míssil balístico, que poderia ser lançado a partir de uma aeronave, tendo sua origem a partir do míssil Iskander modificado. Entre as suas capacidades, o Kinzhal poderia atingir velocidades de Mach 10, ter um alcance de até 1200 MN, quando lançado a partir de um MIG-31, engajar tanto alvos em terra como no mar e ser armado com cabeça de combate nuclear. Em março de 2022, o Ministro da Defesa da Rússia anunciou ter realizado um ataque, utilizando este tipo de armamento, em um paiol de munição na cidade de Deliatyn, no sudoeste da Ucrânia, o que marcaria o primeiro uso em combate de um míssil hipersônico. A Rússia reporta, ainda, ter utilizado esse armamento a partir de um MIG-31.

China

A China, que até o momento estaria liderando o desenvolvimento da tecnologia hipersônica, considera como importante razão para priorizar o desenvolvimento de armas hipersônicas a necessidade de se contrapor ao desenvolvimento de tecnologias militares estadunidenses, principalmente no



FIGURA 3: Arte do veículo experimental chinês DF-ZF.
Fonte: USNI News

que se refere à utilização de mísseis, integrando este tipo de armamento às suas capacidades para implementar a estratégia A2/AD. Assim, a China teria testado um míssil intercontinental hipersônico, com capacidade de transportar uma ogiva nuclear, que poderia burlar os sistemas de vigilância de defesa antimísseis dos EUA. A China também teria testado um HGV-104, lançado a partir de um míssil balístico em agosto de 2021, além de demonstrar interesses no programa russo que desenvolve esse tipo de tecnologia.

O país, então, possuiria os seguintes programas de mísseis hipersônicos:

- O DF-17, um míssil balístico de média distância, desenvolvido para lançar HGVs, com um alcance aproximado de 1000 a 1500 MN;
- O DF-41, que poderia utilizar tanto uma cabeça de combate nuclear como convencional, o que aumentaria significativamente a capacidade nuclear do país;
- O DF-ZF HGV, que estaria em testes desde 2014, possuiria alcance de 1200 MN, com alta manobrabilidade e estaria em operação desde 2020; e
- Starry Sky-2 (or Xing Kong-2), um protótipo hipersônico com capacidade nuclear, testado pela primeira vez em agosto de 2018. Teria capacidade de atingir velocidade de até Mach 6 e de realizar uma série de manobras em voo antes de atingir o alvo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em face do exposto, é possível concluir que as atuais potências mundiais enxergam o emprego de armas hipersônicas como uma tecnologia-chave para a guerra do futuro. Porém, entende-se que a utilização de mísseis hipersônicos é uma tecnologia recente, que ainda não é dominada por nenhum

país de forma consistente e que pode possuir características mais letais. A sua utilização demandará novos sistemas de defesa tanto em terra como a bordo dos navios que, apesar de não serem impossíveis de serem desenvolvidos, acarretarão alto custo devido à necessidade de uma tecnologia mais sofisticada para desenvolver um míssil com capacidade de abater outro míssil. Adicionalmente, também será necessário novo desenvolvimento doutrinário.

Assim, essa nova tecnologia apresentará a capacidade de engajar navios inimigos a, pelo menos, cinco vezes a velocidade do som, além de atingir alvos terrestres em minutos e a grandes distâncias. Cabe ressaltar que aliar a capacidade de discrição de um submarino nuclear com a tecnologia de um míssil hipersônico (que poderia realizar um ataque a grandes distâncias com uma alta taxa de sucesso) tornaria os oceanos uma zona de perigo em qualquer ponto do globo terrestre.

Por fim, salienta-se que o Brasil, desde 2008, por intermédio da Força Aérea Brasileira (FAB), trabalha no Projeto de Propulsão Hipersônica 14-X (ProHiper), com o objetivo de dominar duas tecnologias críticas para a Hipersônica Aspirada, quais sejam: o motor do tipo *scramjet* e a superfície aerodinâmica *waverider*. O resultado desse projeto será um veículo integrado *scramjet-waverider*, capaz de atingir velocidade de Mach 10, a 30 km de altitude, posicionando o Brasil ao lado das demais nações desenvolvedoras desse tipo de tecnologia.

NOTAS

- 1- Veículos hipersônicos planadores. Tradução do autor.
- 2- Mísseis de cruzeiro hipersônicos. Tradução do autor.
- 3- THAAD é um sistema transportável que intercepta mísseis balísticos durante sua fase final de voo. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/system/thaad/>. Acesso em: 26 maio 2022
- 4- CPS – Programa de desenvolvimento de sistemas não nucleares da Marinha Estadunidense. Disponível em: https://www.ssp.navy.mil/six_lines_of_business/cps.html. Acesso em: 27 maio 2022.

REFERÊNCIAS

ACTON, James M. Hypersonic weapons explainer. **Carnegie**, Washington, DC, 2 abr. 2018. Disponível em: <https://carnegieendowment.org/2018/04/02/hypersonic-weapons-explainer-pub-75957>. Acesso em: 26 maio 2022.

BOCQUELET, David. Komar Class FAC (1960). **Naval encyclopedia**, [S. l.], 2022. Disponível em: <https://naval-encyclopedia.com/cold-war/ussr/komar-class-facs.php>. Acesso em: 16 maio 2022.

CONVENTIONAL Prompt Strike. **Strategic systems programs**. Washington, DC: 2020. Disponível em: https://www.ssp.navy.mil/six_lines_of_business/cps.html. Acesso em: 27 maio 2022.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. O Brasil na era da propulsão hipersônica: Projeto 14-X. **Força Aérea Brasileira**, Brasília, 10 dez. 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38356/IND%C3%A9ASTRIA%20AEROESPACIAL%20%20-%200%20Brasil%20na%20era%20da%20Propuls%C3%A3o%20Hipers%C3%B4nica:%20Projeto%2014-X>. Acesso em: 31 maio 2022.

FREDDBERG JR., Sydney. Army ramps up funding for laser shield, hypersonic sword. **Breaking Defense**, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2020/02/army-ramps-up-funding-for-laser-shield-hypersonic-sword/>. Acesso em: 27 maio 2022.



FIGURA 4: Míssil hipersônico de cruzeiro Tsirkon é lançado a partir da Fragata Almirante Gorbikoff durante teste no Mar de Barents, em 28 de maio de 2022. Fonte: Reuters

KH-47M2 KINZHAL. **CSIS Missile Defense Project**, Washington, DC, 19 mar. 2022. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/missile/kinzhal/>. Acesso em: 27 maio 2022.

KOJUKHAROV, Asen N. Set and drift: in retrospect: the employment of antiship missiles. **Naval War College Review**, Newport, v. 50, n. 4, 1997. Disponível em: <https://digitalcommons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2944&context=nwc-review>. Acesso em: 06 maio 2022.

LAGRONE, Sam. Warship Moskva was blind to Ukrainian missile attack, analysis shows. **USNI News**, [S. l.], [2022]. Disponível em: <https://news.usni.org/2022/05/05/warship-moskva-was-blind-to-ukrainian-missile-attack-analysis-shows>. Acesso em: 19 maio 2022.

OSBORN, Kris. Hypersonic Missiles on Destroyers? This Navy Plan Is Shaking Up the High Seas. **The National Interest**, [S. l.], 28 maio 2022. Disponível em: <https://nationalinterest.org/blog/buzz/hypersonic-missiles-destroyers-navy-plan-shaking-high-seas-202696>. Acesso em: 30 maio 2022.

OZORIO, Paulo R. B. **A influência das tecnologias emergentes e disruptivas na estratégia naval estadunidense: oportunidades para a estratégia de meios da Marinha do Brasil no horizonte 2040**. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval. 2021.

PHOTOS appear to show stricken Moskva Missile Cruiser. **The Moscow Times**, Moscou, 18 abr. 2022. Disponível em: <https://www.themoscowtimes.com/2022/04/18/photos-appear-to-show-moskva-missile-cruiser-burning-a77388>. Acesso em: 16 maio 2022.

RUSSIAN air and missile defense. **CSIS Missile Defense Project**, Washington, DC, 3 ago. 2021. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/system/russian-air-defense/>. Acesso em: 30 maio 2022.

RUSSIAN Flagship “remains afloat” after munitions explosion: ministry. **The Moscow Times**, Moscou, 14 abr. 2022. Disponível em: <https://www.themoscowtimes.com/2022/04/14/russian-flagship-remains-afloat-after-munitions-explosion-min> A influência das tecnologias emergentes e disruptivas na estratégia naval estadunidense istry-a77350. Acesso em: 16 maio 2022.

RUSSIAN Navy conducts test on hypersonic Zircon missile. **PBS News Hour**, [S. l.], 28 maio 2022. Disponível em: <https://www.pbs.org/newshour/world/russian-navy-conducts-test-on-hypersonic-zircon-missile>. Acesso em: 30 maio 2022.

SAYLER, Kelley M. Hypersonic weapons: background and issues for Congress. **Congressional Research Service**. Washington, DC, 5 maio 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45811/25>. Acesso em: 26 maio 2022.

SCHULTE, John C. **An analysis of the historical effectiveness of anti-ship cruise missiles in littoral warfare**. Monterey, CA: Naval Post Graduate School, 1994. Disponível em: <https://calhoun.nps.edu/handle/10945/27962>. Acesso em: 16 maio 2022.

TERMINAL High Altitude Area Defense (THAAD). **CSIS Missile Defense Project**, Washington, DC, 30 jun. 2021. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/system/thaad/>. Acesso em: 27 maio 2022.

WARSHIP Eilat is sunk. **Center for Israel Education**, Atlanta, GA, 2022. Disponível em: <https://israeled.org/warship-eilat-is-sunk/>. Acesso em: 16 maio 2022.

ZIM, Alan D. Antiship missile lessons from sinking of the Moskva. **USNI**, [S. l.], [2022]. Disponível em: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2022/may/antiship-missile-lessons-sinking-moskva>. Acesso em: 5 maio 2022.