



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2022

FÁBIO **HENRIQUE** EUGÊNIO RIBEIRO, Cap Eng

Mísseis hipersônicos: Um novo vetor de dissuasão

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2022

FÁBIO **HENRIQUE** EUGÊNIO RIBEIRO, Cap Eng

Mísseis hipersônicos: Um novo vetor de dissuasão

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Jaqueline de Azevedo Bruno, Ten Cel Int

Rio de Janeiro

2022

FÁBIO HENRIQUE EUGÊNIO RIBEIRO, Cap Eng

Mísseis hipersônicos: Um novo vetor de dissuasão

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Jaqueline de Azevedo Bruno, Ten Cel Int
EAOAR

Israel Cordeiro dos Santos Rocha, Maj Eng
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

Um novo tipo de tecnologia militar disruptiva está atualmente em desenvolvimento: mísseis hipersônicos com capacidade de manobra. Devido à esta característica, e por serem capazes operar em altitude diferente das ameaças tradicionais, já existem estudos com o intuito de limitar a proliferação deste tipo de armamento. A tecnologia empregada neste tipo de míssil apresenta caráter dual, podendo ser utilizada também em veículos lançadores de satélites. A FAB já realiza pesquisas nesta área, com foco na aplicação civil, visando facilitar o acesso ao espaço. Este ensaio defende que o Brasil deve investir no desenvolvimento deste tipo de vetor hipersônico antes que tratados de proliferação entrem em vigor. Ao fazer isso, além da capacidade de defesa da FAB ficar fortalecida devido ao efeito dissuasório obtido com este tipo de armamento, a Base Industrial de Defesa do país também é impulsionada. O domínio da tecnologia e a posse destes vetores atende diretamente ao formulado na Estratégia Nacional de Defesa e no Plano Estratégico Militar da Aeronáutica e coloca o Brasil em posição de destaque no ambiente militar mundial, fazendo parte do seleto *hall* de nações detentoras deste tipo de tecnologia e tornando-o um *player* relevante no meio militar internacional.

Palavras-chave: Dissuasão. Hipersônico. Míssil. Indústria nacional.

1 INTRODUÇÃO

O ser humano faz uso de sistemas hipersônicos há décadas. Em 1962, a cápsula do astronauta americano John Glenn, após o primeiro voo tripulado dos Estados Unidos ao redor do planeta, entrou na atmosfera em velocidade hipersônica (BURGESS, 2015).

Todos os mísseis balísticos intercontinentais (ICBM - *Intercontinental Ballistic Missiles*) atingem velocidades hipersônicas, normalmente superiores a *Mach 20*, ou seja, superior a 20 vezes a velocidade do som (CHERTOK, 2005). Uma nova geração de mísseis hipersônicos, atualmente em desenvolvimento, não é tão veloz quanto os ICBM, mas sua capacidade de manobra, ausente nos primeiros, os torna muito perigosos.

Sua velocidade, capacidade de manobra e trajetória de voo são os principais motivos pelos quais alguns países estão envidando esforços no desenvolvimento deste tipo de armamento (SPEIER *et al*, 2017).

Com a atual atividade no mundo relacionada às armas hipersônicas, torna-se mister avaliar a ameaça à segurança nacional que este tipo de armamento representa e a relevância de ser capaz de operar sistemas deste tipo como elemento para desestabilização do inimigo em caso de conflito.

Mísseis hipersônicos com ogivas convencionais são extremamente úteis contra alvos estratégicos, como um porta-aviões, por exemplo, cuja destruição pode ter um impacto significativo na capacidade combativa do inimigo (BOYD, 2022).

Devido à capacidade disruptiva desta tecnologia, existem estudos em que, de maneira semelhante ao Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), pretende-se limitar a proliferação deste tipo de armamento (SPEIER *et al*, 2017).

Atualmente a Força Aérea Brasileira (FAB) não possui elementos disruptivos de alta tecnologia cujo domínio tecnológico seja nacional, dependendo de nações aliadas, que podem se negar a oferecer ajuda e/ou vender peças e equipamentos a depender do cenário político e militar em caso de conflito. Neste contexto, em consonância com o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018-2027 (PEMAER) e com a visão de FAB, de ser uma "Força Aérea de grande capacidade dissuasória, operacionalmente moderna que atua de forma integrada para a defesa dos interesses nacionais" (BRASIL, 2018, p. 11), defende-se que o Brasil deve investir no desenvolvimento de vetores hipersônicos antes que tratados de não proliferação

possam vigorar, pois tais vetores são elementos de dissuasão que fortalecem a capacidade de defesa da FAB, além de impulsionar a Base Industrial de Defesa (BID).

2 O IMPACTO NA CAPACIDADE DE DEFESA COM O USO DE MÍSSEIS HIPERSÔNICOS

Os mísseis hipersônicos se apresentam como uma tecnologia atrativa para armas ar-terra devido ao seu longo alcance, rápido tempo de ação e grande velocidade de impacto (DOOLAN, 2007). Um dos primeiros projetos de míssil hipersônico foi o programa SCRAM (*supersonic combustion ramjet missile*), cujos detalhes foram publicados por Billig, em 1995, que desenvolveu configurações de mísseis hipersônicos entre 1962 e 1978 que operam em 2 estágios: um foguete tradicional para acelerar o vetor até a velocidade tradicional dos mísseis, seguido pela ignição motor *scramjet* (*supersonic combustion ramjet*), responsável por permitir que velocidades hipersônicas sejam atingidas em cruzeiro.

Com a evolução do desenvolvimento dos motores *scramjet*, os mísseis hipersônicos que o utilizam, além de alcançar velocidades da ordem de Mach 10, possuem capacidade de manobrar em voo, dificultando seu rastreo e o uso de manobras defensivas contra ele. Além disso, por voar em altitudes intermediárias, maiores que os mísseis subsônicos mais lentos e menores que os mísseis balísticos intercontinentais, os estados não devem ter boa cobertura de rastreamento nesta faixa, tornando este tipo de arma bastante interessante para efeito de dissuasão.

Atualmente existem 3 tipos de armamentos hipersônicos não ICBM: do tipo aerobalístico, veículos planadores e mísseis de cruzeiro (BOYD, 2022). Um sistema hipersônico do tipo aerobalístico, cuja tecnologia existe desde os anos 1980, é lançado a partir de uma aeronave e acelerado até a velocidade hipersônica para, em seguida, seguir uma trajetória balística convencional. Um veículo planador hipersônico é transportado por um foguete até grandes altitudes para, a partir daí, planar até seu alvo, sendo capaz de manobrar ao longo de sua trajetória. Um míssil de cruzeiro hipersônico, por sua vez, é acelerado por um foguete até a velocidade hipersônica para, em seguida, ativar seu motor do tipo *scramjet* de forma a sustentar essa velocidade. Este último tipo tem como característica a capacidade de ser lançado a partir de veículos menores, pois seu motor utiliza o ar atmosférico como comburente,

sendo conseqüentemente mais baratos e mais versáteis pois podem ser lançados de mais lugares.

Países detentores deste último tipo de tecnologia, como a Rússia, por exemplo, alegam que suas armas são capazes de carregar uma ogiva nuclear (JENNINGS, 2022; MISSILE DEFENSE PROJECT, 2022). Assim, se algum país utilizar este armamento contra um inimigo, este deveria tomar rapidamente a decisão sobre a probabilidade de a arma ser nuclear ou convencional, o que aumenta a precariedade da situação, pois o tempo seria severamente reduzido para qualquer tipo de resolução diplomática de última hora. O maior risco constituído por este tipo de armamento é a sua influência desestabilizadora.

Este tipo de tecnologia apresenta caráter dual, podendo ser utilizada tanto no meio civil, como estágio em veículos lançadores de satélite, como no meio militar através dos diversos tipos de sistemas hipersônicos aqui já apresentados. O Brasil atualmente realiza pesquisas nesta área, através do Instituto de Estudos Avançados (IEAv), em São José dos Campos - SP, mas com aplicação civil, objetivando facilitar o acesso ao espaço através do uso de veículos hipersônicos em lançadores de satélite (IEAV, 2019).

A Estratégia Nacional de Defesa aponta a Capacidade de Dissuasão como sendo uma das Capacidades Nacionais de Defesa, consistindo em um fator essencial para a Segurança Nacional, na medida em que tem como propósito desestimular possíveis agressões, baseando-se nas condições que a Nação consegue congrega e aplicar sua Capacidade de Proteção e de Pronta-resposta no caso de eventuais ações hostis contra a soberania e contra os interesses legítimos do Brasil, sendo, também, considerada uma ferramenta de diplomacia (BRASIL, 2020).

Devido a isso, tem-se a necessidade de que a Força Aérea Brasileira tome a frente e continue os estudos já em andamento sobre o desenvolvimento de um veículo hipersônico próprio, mas aproveite o caráter dual deste tipo de tecnologia e crie uma frente de trabalho para o uso militar deste vetor, como míssil, por exemplo, de forma a contribuir de maneira mais incisiva na capacidade dissuasória da FAB, como previsto em sua missão.

3 PARCERIAS ESTRATÉGICAS E O FORTALECIMENTO DA INDÚSTRIA NACIONAL

Somente deter o conhecimento de uma tecnologia disruptiva como os mísseis hipersônicos não é suficiente para obter o efeito dissuasório desejado. A capacidade de produzi-los também é um fator primordial para obter tal efeito perante os demais Estados. Para tanto, e em consonância com a Política Nacional da Base Industrial de Defesa (PNBID), a pesquisa científica e o desenvolvimento de seus produtos devem ter, como parceiras, a indústria nacional de defesa, de forma que ela tenha competitividade e autonomia em tecnologias estratégicas indispensáveis à Defesa Nacional (BRASIL, 2022). O domínio da tecnologia hipersônica impacta sobremaneira esse tipo de indústria, principalmente no tocante à sua capacidade de produção.

A Base Industrial de Defesa (BID) é formada pelas organizações civis e militares, empresas estatais e privadas, universidades, centros de pesquisa e laboratórios que participam ciclo de produção de bens e serviços relacionados à defesa, sendo fortalecida pelo desenvolvimento deste tipo de tecnologia.

Uma particularidade no desenvolvimento e produção de armamentos são os longos ciclos e custos de desenvolvimento consideráveis devido à necessidade permanente de pesquisa de tecnologias de ponta (BREANT; GARCIA, 2011), possuindo um único comprador (o Estado) e com oferta concentrada por tipo de armamento. As compras governamentais definem a própria subsistência da maioria das empresas desta área. Tecnologias disruptivas não são compartilhadas pelos Estados que a possuem, especialmente na área de mísseis hipersônicos, pois até mesmo os Estados detentores ainda estão aperfeiçoando estes vetores.

Fatores estratégicos e geopolíticos definem a demanda por equipamentos militares, não obedecendo os condicionantes do mercado. A eficiência econômica (custos e prazos de entrega) é relegada ao segundo plano e o Estado deve arcar com a maior parte dos custos de desenvolvimento do produto e da criação do meio de produção, pois o retorno sobre os investimentos feitos no setor de desenvolvimento de armamentos costuma ser baixo (MELO, 2015). Em países industrializados que dominam a tecnologia de mísseis hipersônicos, a relação entre o Estado e sua indústria é fortalecida devido à circulação de pessoas entre estes dois polos.

No desenvolvimento de tecnologias disruptivas, como os mísseis hipersônicos, deve-se fomentar o fortalecimento da indústria nacional e o desenvolvimento de

parcerias estratégicas, pois o mercado internacional de defesa não é livre, já que a abertura à concorrência externa envolve questões de soberania dos Estados detentores desta tecnologia (MELO, 2015).

Além disso, estudos indicam que 60% da pesquisa em defesa resulta em possibilidade de uso civil, contra 20% no sentido inverso (AACHEAR, 2012). Os investimentos com pesquisa e desenvolvimento orientam as capacidades futuras das empresas, dando condições de adquirir competitividade mundial (HERTEMAN, 2008). Tanto o Estado (como detentor da tecnologia), como a empresa nacional parceira (como possível vendedora destes artefatos) ganham projeção internacional.

O Estado, ao desenvolver parcerias com a indústria nacional para o desenvolvimento de mísseis hipersônicos, se torna responsável pela concepção e desenvolvimento de seu próprio sistema de defesa, cuja principal finalidade é garantir a Soberania Nacional, não dependendo de nações amigas para tal.

O domínio da tecnologia e da produção de mísseis hipersônicos é um recurso tradicional de *hard power* que contribui com o poder militar das nações, seja pela dissuasão de eventuais ameaças, seja pela projeção de força no cenário internacional (NYE, 2011). A existência de uma Base Industrial de Defesa forte visa, em última instância, resguardar e afirmar a soberania, pois o Estado não pode e não deve depender exclusivamente do fornecimento de equipamentos de outro Estado para garantir sua defesa (CASTRO, 2012; MORGENTHAU, 2003).

Ainda, a presença de uma Base Industrial de Defesa desenvolvida através da parceria com o Estado no desenvolvimento destes vetores também faculta poder econômico às nações devido ao seu impacto no desenvolvimento e na riqueza de uma comunidade (BREANT; GARCIA, 2011), permitindo o surgimento e o desenvolvimento de outras atividades, tais como eletrônica, aeronáutica e espacial, no caso da tecnologia hipersônica, elevando o nível de especialização da mão-de-obra nestas áreas de atuação (MELO, 2015).

Deste modo, a inclusão do caráter bélico no projeto da FAB de desenvolver veículos hipersônicos permite à indústria nacional fazer parte do seleto grupo de empresas detentoras deste tipo de tecnologia, aumentando sua projeção internacional na área de Defesa e projetando o país no cenário internacional. O caráter dual permite, ainda, às empresas nacionais participantes neste projeto e ao próprio governo concorrer e fazer parte do seleto mercado de lançadores de satélite.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de mísseis hipersônicos pelo Comando da Aeronáutica atende perfeitamente a Estratégia Nacional de Defesa por ser um vetor bélico capaz de desestabilizar o inimigo em eventuais conflitos armados, contribuindo para a Segurança Nacional do Brasil.

Apesar de mais lentos que os ICBM, este tipo de armamento possui capacidade de manobra, sendo considerado muito perigoso, já que opera em uma região da atmosfera diferente das demais armas convencionais (nucleares ou não).

Devido à capacidade disruptiva deste tipo tecnologia, já existem estudos em andamento com o objetivo de limitar a proliferação de armamentos que a utilizam.

A tecnologia utilizada neste tipo de vetor apresenta caráter dual, podendo ser empregada tanto em veículos lançadores de satélite como em um míssil propriamente dito.

O Brasil já desenvolve pesquisas nesta área para fins de acesso ao espaço. A Estratégia Nacional de Defesa aponta a Capacidade de Dissuasão como um fator essencial para a Segurança Nacional, o que possibilita à FAB aproveitar os estudos em andamento sobre esta tecnologia e criar uma frente de trabalho para uso militar dela, através do desenvolvimento de um míssil hipersônico.

Como tais vetores hipersônicos são elementos de dissuasão que fortalecem a capacidade de defesa da FAB, este ensaio defendeu que o Brasil deve investir no desenvolvimento deste tipo de armamento antes que possíveis tratados de proliferação entrem em vigor e se perca a janela de oportunidade para dominar esta tecnologia aplicada a fins bélicos, perdendo-se a chance do país fazer parte do seleto *hall* de Estados detentores deste tipo de capacidade militar. Além disso, ao investir no desenvolvimento deste tipo de vetor, a própria Base Industrial de Defesa brasileira será impulsionada, conferindo, além do poder militar ao país, poder econômico devido ao seu impacto no desenvolvimento e na riqueza da comunidade.

Ao dominar esta tecnologia a FAB observará não somente a Estratégia Nacional de Defesa, mas também a Política Nacional da Base Industrial de Defesa, elevando a capacidade de dissuasão do país e fortalecendo sua indústria nacional de defesa, tornando o Brasil um *player* relevante no meio militar internacional.

REFERÊNCIAS

- AACHEAR (ASSOCIATION DES AUDITEURS ET CADRES DES HAUTES ÉTUDES DE L'ARMEMENT). **La défense dans un monde en mutation**. Paris : La documentation française (Collection armement et sécurité), 2012. 448 p.
- BILLIG, F. S. Supersonic combustion ramjet missile. **Journal of Propulsion and Power**, v. 11, n. 6, p. 1139-1146, nov./dez. 1995.
- BOYD, I. How hypersonic missiles work and the unique threats they pose – An aerospace engineer explains. **The conversation**, Austrália, ano 11, 15 abr. 2022. Disponível em: <https://theconversation.com/how-hypersonic-missiles-work-and-the-unique-threats-they-pose-an-aerospace-engineer-explains-180836>. Acesso em: 19 set. 2022.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PCA 11-47). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro n. 222, f. 14766, 20 dez. 2018.
- BRASIL. Decreto nº 11.169, de 10 de agosto de 2022. Institui a Política Nacional da Base Industrial de Defesa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-11.169-de-10-de-agosto-de-2022-421902614>. Acesso em: 27 set. 2022.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_1.pdf. Acesso em: 22 set. 2022.
- BRÉANT, C.; GARCIA, J. Les apports des technologies de défense et sécurité aux industries de défense. **Géoéconomie** : La révolution des industries de défense, Paris, n. 57, p. 99-108, 2011.
- BURGESS, C. **Friendship 7: The Epic Orbital Flight of John H. Glenn, Jr.** Springer, 2015.
- CASTRO, T. **Teoria das relações internacionais**. Fundação Alexandre de Gusmão, 2012. 580 p.
- CHERTOK, B. Y. **Rockets and People: Creating a rocket industry**. National Aeronautics & Space, 2005. 698 p.
- DOOLAN, C. J. Hypersonic missile performance and sensitivity analysis. **Journal of Spacecraft and Rockets**, v. 44, n. 1, p. 81-87, jan./fev. 2007.
- HERTEMAN, J-P. La technologie : Un impératif stratégique pour la France. **Revue de Défense Nationale**, Paris, n. 707, p. 135-146, 2008.

IEAV (INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS). **Plano de Desenvolvimento Institucional 2020-2029**. IEAv, 2019. 44 p.

JENNINGS, G. Ukraine conflict: Russia employs 'hypersonic' missile for first time. **Janes**: Defense intelligence, Inglaterra, ano 125, 21 mar. 2022. Disponível em: <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/ukraine-conflict-russia-employs-hypersonic-missile-for-first-time>. Acesso em: 20 set. 2022.

MELO, R. **Indústria de defesa e desenvolvimento estratégico**: Estudo comparado França-Brasil. Fundação Alexandre de Gusmão (Coleção CAE), 2015. 314 p.

MISSILE DEFENSE PROJECT. Kh-47M2 Kinzhal. **Missile Threat, Center for Strategic and International Studies**, Estados Unidos, ano 61, 19 mar. 2022. Disponível em: <https://missilethreat.csis.org/missile/kinzhal>. Acesso em: 20 set. 2022.

MORGENTHAU, H. J. **A política entre as nações**: A luta pelo poder e pela paz. Editora Universidade de Brasília, 2003. 1152 p.

NYE, J. S. **The Future of the Power**. Public Affairs, 2011. 298 p.

SPEIER, R. H.; NACOUSI, G.; LEE, C. A.; MOORE, R. M. **Hypersonic Missile Nonproliferation**: Hindering the spread of a new class of weapons. Rand corporation, 2017. 154 p.