



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

RODRIGO COSTA **MOURA**, Cap Eng

**Armas hipersônicas modernas:** oportunidades e desafios para o Brasil

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA  
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

RODRIGO COSTA **MOURA**, Cap Eng

**Armas hipersônicas modernas:** oportunidades e desafios para o Brasil

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: Israel Cordeiro dos Santos Rocha, Maj Eng

Rio de Janeiro

2022

RODRIGO COSTA **MOURA**, Cap Eng

**Armas hipersônicas modernas: oportunidades e desafios para o Brasil**

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

Aprovado por:

---

Alexandre **Fontoura** da Silva, Maj Inf  
EAOAR

---

**Israel** Cordeiro dos Santos Rocha, Maj Eng  
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

## RESUMO

O mundo vem presenciando, em anos recentes, uma corrida armamentista ligada às armas hipersônicas. Mísseis balísticos intercontinentais já estão sendo considerados obsoletos por serem passíveis de interceptação por sistemas antimísseis modernos. Em contraste, os armamentos hipersônicos (com ou sem propulsão própria), por sua velocidade e capacidade de manobra, praticamente não são interceptáveis. Nesse contexto, o presente ensaio defende que o investimento consistente em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias hipersônicas eleva substancialmente a capacidade de dissuasão da Força Aérea Brasileira (FAB). Ressalta-se que, em primeiro lugar, deter o domínio de tecnologias hipersônicas críticas garantirá ao Brasil a capacidade estratégica de desenvolver armas hipersônicas nucleares em um espaço de tempo curto, caso uma mudança adversa no cenário geopolítico venha a exigir tal resposta. Em segundo lugar, o domínio das tecnologias hipersônicas também permitirá à FAB produzir armamentos não nucleares de alta letalidade sem risco de infringir acordos internacionais vigentes. Estima-se, por exemplo, que um único planador hipersônico sem carga explosiva seria capaz de afundar por impacto um porta-aviões de grande porte da Marinha americana. Tamanho poderio de destruição, se disponibilizado ao Brasil, certamente elevaria sua capacidade dissuasória. Além disso, sendo o Brasil signatário do tratado de não proliferação de armas nucleares, o desenvolvimento de armas hipersônicas exclusivamente para fins de armamento nuclear poderia expor o Brasil a sanções e embargos internacionais. Em resumo, ao investir continuamente em tecnologias hipersônicas, a FAB ampliará as potencialidades do Brasil no quesito poder aeroespacial e, com isso, sua capacidade dissuasória nas próximas décadas.

**Palavras-chave:** Armas hipersônicas. Armas nucleares. Poder de dissuasão. Poder aeroespacial.

## 1 INTRODUÇÃO

Em anos recentes, uma nova corrida armamentista vem se configurando, dessa vez associada ao desenvolvimento de veículos hipersônicos destinados ao emprego militar. Em 2020, por exemplo, a parcela do orçamento anual dos Estados Unidos destinada a pesquisas de tecnologias hipersônicas superou um bilhão de dólares; isso, porém, só ocorreu após os Estados Unidos perceberem que estavam perdendo a posição de hegemonia nessa área para Rússia e China (STONE, 2020).

Os mísseis hipersônicos podem ser autopropelidos ou não, conforme explica Ross (2020). Caso não o sejam, são chamados planadores hipersônicos (PHs); caso o sejam, são então denominados mísseis de cruzeiro hipersônicos (MCHs). Ambos conseguem carregar ogivas nucleares com o mesmo alcance de um míssil balístico intercontinental típico. Este último, entretanto, sempre percorre um trajeto parabólico previsível, sendo assim potencialmente passível de interceptação (MAGNI, 2020). Em oposição, PHs e MCHs são manobráveis, atingem velocidades muito superiores (entre cinco e trinta vezes a velocidade do som) e, dessa forma, são praticamente impossíveis de serem interceptados por sistemas antimísseis (SMITH, 2020). A produção de PHs ou MCHs requer, entretanto, o domínio avançado das tecnologias hipersônicas, algo que pode levar décadas (BERTIN e CUMMINGS, 2006).

Atualmente, armas nucleares praticamente não são empregadas em conflitos entre países detentores de tais armamentos devido ao risco evidente de destruição mútua, algo encapsulado no conceito de mútua destruição assegurada (MDA). Em contrapartida, conforme ressaltado por Ross (2020) e Wong (2021), uma nova arma atômica que seja capaz de comprimir o tempo de resposta de contra-ataque nuclear potencialmente contorna o risco de MDA. Em essência, essa é a razão pela qual as tecnologias hipersônicas estão por trás da nova corrida armamentista em questão.

Nesse contexto, o presente trabalho defende que o investimento continuado em pesquisa e desenvolvimento da tecnologia hipersônica eleva substancialmente o poder de dissuasão da Força Aérea Brasileira (FAB). Isso se deve essencialmente a dois motivos. Em primeiro lugar, a posse de tal tecnologia estratégica assegurará ao Brasil a capacidade de produzir armas nucleares modernas, caso necessário, em um curto espaço de tempo. Em segundo lugar, dominar as tecnologias hipersônicas

permitirá também à FAB possuir armas não nucleares de alta letalidade sem infringir acordos internacionais vigentes.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

A obsolescência dos mísseis balísticos intercontinentais se tornará cada vez mais evidente nos próximos anos pelo fato deles serem passíveis de interceptação, como já mencionado na seção anterior. De fato, recentemente a China relatou ter tido sucesso na condução de testes de sistemas antimísseis com essa capacidade (YEUNG, 2022). Por tal motivo, países que possuem armas hipersônicas nucleares, cuja interceptação é praticamente impossível com a tecnologia atual, estarão em clara vantagem militar.

Com isso, não é tão surpreendente que diferentes países estejam envolvidos na corrida armamentista hipersônica moderna: Estados Unidos, Rússia e China já lideram a corrida, seguidos por países menos expressivos, como Índia, Alemanha, França, Austrália, Japão e Coreia do Norte (TIRON, 2022). Segundo Ross (2020), estima-se que já em 2025 vários países terão construído seus próprios PHs. Estes, enquanto planadores, naturalmente são menos sofisticados por não terem propulsão própria. Ainda conforme Ross (2020), as nações que atualmente lideram a corrida hipersônica deverão possuir MCHs funcionais próprios em 2035 ou 2040. O objetivo da corrida, todavia, não é meramente ser capaz de destruir nações inimigas primeiro, mas garantir um poder dissuasório geopolítico (COHEN, 2019). A ideia de dissuasão permeia a Estratégia Nacional de Defesa e pode ser conceituada resumidamente como uma posição estratégica que desmotiva adversários de potenciais intensões bélicas (BRASIL, 2020).

### **2.1 Capacidade estratégica de desenvolver armas nucleares modernas**

Apesar de o Brasil não ter pretensão declarada de desenvolver armamentos nucleares, é do interesse nacional dominar as tecnologias críticas relevantes para produção de tais armas para eventual emprego em conflito militar, caso o cenário geopolítico venha a mudar de forma adversa futuramente. Segundo especialistas, atualmente, o desenvolvimento de uma ogiva nuclear de grande porte poderia ser feito pelo Brasil em cerca de um ano apenas, mesmo em uma pequena usina de

enriquecimento – uma simples reconfiguração das centrífugas seria suficiente para que urânio altamente enriquecido fosse produzido e usado para a criação de ogivas nucleares (VETTORE, 2022). O emprego militar dessas ogivas, no entanto, requer um vetor adequado. Devido à obsolescência já mencionada dos mísseis balísticos, a alternativa sendo perseguida pelas nações mais desenvolvidas são justamente os mísseis hipersônicos.

A produção de mísseis hipersônicos, todavia, requer o domínio de tecnologias críticas de três campos em particular: aerodinâmica, ciência dos materiais e sistemas de controle e guiamento (BERTIN e CUMMINGS, 2006). Dominar essas três áreas, porém, pode facilmente levar décadas, tamanha a complexidade técnica associada. Por exemplo, cita-se o caso dos Estados Unidos, que levaram 46 anos para efetivamente construir seu primeiro motor de combustão supersônica com desempenho satisfatório em voo, algo atingido somente em 2004 (STONE, 2020). Esse é precisamente o tipo de motor empregado na propulsão dos MCHs. Com isso, fica bem claro que a pesquisa em tecnologias hipersônicas para emprego militar não pode ser iniciada em uma situação de conflito iminente, mas demanda investimento continuado para garantir a proximidade estratégica da capacidade de produção de armas nucleares modernas.

Um importante passo nessa direção foi tomado pelo Brasil em 2008, quando foi iniciado o Projeto 14-X (ou PropHiper), que tem por objetivo produzir um protótipo de veículo hipersônico com propulsão própria (VINHOLES, 2022). A condução desse projeto é de atual responsabilidade do Instituto de Estudos Avançados (IEAv), uma organização militar da FAB pertencente ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). O fato do Projeto 14-X objetivar desenvolver um protótipo de veículo hipersônico completo com propulsão própria (essencialmente um MCH) é, apesar de louvável, notavelmente ambicioso – não só devido à alta complexidade técnica associada ao projeto, mas também ao fato do projeto recair sobre um único instituto. Por tais motivos, novos projetos ligados à tecnologia hipersônica precisam ser apoiados, não somente no IEAv, mas também em outros centros de pesquisa e desenvolvimento da FAB.

Em resumo, o investimento continuado em projetos da área de hipersônica levará o Brasil a deter as tecnologias estratégicas necessárias ao desenvolvimento das armas nucleares modernas. Essa proximidade das tecnologias hipersônicas

críticas reduzirá sobremaneira o tempo para produção, em caso de necessidade, de vetores modernos de ogivas nucleares.

## **2.2 Produção de armas hipersônicas não nucleares de alta letalidade**

Há muito se reconhece que tecnologias nucleares possuem grande utilidade de aplicação para além de seu potencial como explosivo (ogivas nucleares), mesmo dentro do contexto militar. Como exemplo, pode-se mencionar o projeto estratégico PROSUB da Marinha do Brasil, que tem por objetivo a produção de um submarino nacional movido a energia nuclear (MARTINS FILHO, 2011). Semelhantemente, as tecnologias hipersônicas são de grande interesse militar para além da construção de vetores de ogiva nuclear. Por exemplo, acredita-se que um único PH, somente com sua energia de impacto (ou seja, sem carga explosiva), é capaz de afundar um dos maiores porta-aviões atuais da Marinha norte-americana (ROSS, 2020). Armas com tamanha capacidade de destruição aumentariam consideravelmente o poderio bélico do Brasil e, com isso, seu poder dissuasório.

Dentre outros alvos que já foram listados por especialistas como ideais para PHs ou MCHs desprovidos de carga explosiva, pode-se citar: armas antissatélite, armas de destruição em massa em trânsito, centros de comando e controle e até mesmo células terroristas (PIOTROWSKI, 2019). De fato, há estudos que defendem um maior valor de emprego militar de armas hipersônicas não nucleares do que das nucleares (TERRY e CONE, 2020). Conforme ressalta Saylor (2022), atualmente os Estados Unidos estão investindo menos nas armas hipersônicas nucleares e mais nas não nucleares. Ainda segundo Saylor (2022), PHs ou MCHs não nucleares, em contrapartida, por terem menor poder destrutivo, deverão requerer maior precisão, o que eleva os desafios técnicos de desenvolvimento e produção. De qualquer forma, mesmo ao considerar armas hipersônicas não nucleares, o aspecto da alta precisão aliado à questão da alta capacidade de destruição torna evidente o altíssimo nível de letalidade das armas hipersônicas frente às armas não hipersônicas tradicionalmente usadas em combate.

Outro ponto relevante ao Brasil quanto às armas hipersônicas não nucleares está relacionado ao tratado internacional de não proliferação de armas nucleares do qual o Brasil já é signatário, conforme explicado por Vettore (2022). Possivelmente, o desenvolvimento de PHs ou MCHs exclusivamente para fins de armamento nuclear

deixaria o Brasil em posição vulnerável quanto a sanções ou embargo internacional. Além disso, segundo Ival de Assis Cripa, doutor em Teoria e História Literária, “se o governo tentar construir armas nucleares estará desrespeitando a sua Constituição e terá problemas internos por não respeitar a Carta Magna” (VETTORE, 2022, p.1).

Em todo caso, a já mencionada maior precisão requerida de MCHs e PHs não nucleares apenas ressalta a necessidade de investimento contínuo para o domínio das tecnologias hipersônicas. Em se tratando de desenvolvimento para além dos protótipos, com vistas a armas hipersônicas robustas para emprego real e passíveis de produção industrial em maior escala, surge uma necessidade de fomento em diversos níveis: da ciência básica até o nível da produção. Para tanto, uma opção natural à FAB consiste em envolver o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), ambos órgãos do DCTA. Dado o caráter complementar das missões desses institutos, seria natural ao ITA interagir com universidades e ao IAE interagir com a indústria de defesa. Adicionalmente, o IEAv poderia buscar parcerias com institutos de pesquisa associados a forças armadas de países aliados. Essa sinergia seria capaz de garantir ao Brasil o domínio avançado das tecnologias relevantes à produção de armas hipersônicas não nucleares de alta letalidade, elevando o poderio bélico do Brasil e conseqüentemente o seu poder de dissuasão militar.

### **3 CONCLUSÃO**

No presente ensaio, foi defendida a tese de que o investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias hipersônicas eleva substancialmente a capacidade de dissuasão da Força Aérea Brasileira, com base nos dois argumentos apresentados abaixo.

Dada a obsolescência antecipada dos mísseis balísticos intercontinentais, que são passíveis de interceptação, veículos hipersônicos surgem como uma alternativa natural, visto que, por seu poder de manobra, praticamente não são interceptáveis. Fica então claro que a tecnologia hipersônica é estratégica para o Brasil assegurar sua capacidade de produzir armas nucleares modernas. Todavia, essas tecnologias exigem décadas de pesquisa para serem dominadas e só um investimento contínuo em projetos dessa área, antes de eventual mudança adversa do cenário geopolítico, será capaz de assegurar ao Brasil a proximidade estratégica das tecnologias críticas

necessárias à produção (em curto prazo) de armas hipersônicas com ogiva nuclear. Essa mera proximidade, sendo reconhecida por outros países, já eleva o poder de dissuasão do Brasil.

Ademais, para além da proximidade estratégica de armamentos hipersônicos nucleares, o domínio das tecnologias hipersônicas permitirá à Força Aérea produzir armas hipersônicas não nucleares de alta letalidade sem o risco de infringir acordos internacionais dos quais o Brasil seja signatário. Um único planador hipersônico sem carga explosiva, segundo especialistas, pode naufragar um porta-aviões de grande porte da Marinha americana. Tendo ao seu alcance tamanho poder de destruição, o Brasil eleva significativamente seu poderio bélico e, com isso, seu poder dissuasório. Vale ressaltar que, por ser atualmente signatário do tratado de não proliferação de armas nucleares, o Brasil estaria se expondo a sanções ou embargos internacionais ao desenvolver armas hipersônicas exclusivamente como vetores de ogiva nuclear. Entretanto, a produção em maior escala de armas hipersônicas não nucleares para situações reais de combate (para além de protótipos), exige um domínio elevado das tecnologias críticas da ciência hipersônica, motivando assim mais investimentos para que a indústria de defesa brasileira posteriormente seja capaz de produzir tais armas independentemente.

Em suma, com base nos pontos acima, argumentou-se a favor de uma maior inserção do Brasil na corrida hipersônica moderna através do investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias hipersônicas. Isso garantirá ao Brasil uma ampliação de suas potencialidades no quesito poder aeroespacial, acarretando a elevação de sua capacidade dissuasória para décadas futuras, em alinhamento à Estratégia Nacional de Defesa vigente.

## REFERÊNCIAS

BERTIN, J. J.; CUMMINGS, R. M. Critical hypersonic aerothermodynamic phenomena. **Annual Review of Fluid Mechanics**, v. 38, p. 129-157, 2006.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/pnd\\_end\\_congresso\\_.pdf/view](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/pnd_end_congresso_.pdf/view). Acesso em: 20 jul. 2022.

COHEN, R. S. Hypersonic Weapons: Strategic Asset or Tactical Tool? **Air Force Magazine**, 2019. Disponível em: <https://www.airforcemag.com/hypersonic-weapons-strategic-asset-or-tactical-tool>. Acesso em: 12 de jun. de 2022.

MARTINS FILHO, J. R. O projeto do submarino nuclear brasileiro. **Contexto Internacional**, v. 33, p. 277-314, 2011.

MAGNI, J. Hypersonic Missiles: Today's Arms Race. **NCO Journal**, set. 2020.

PIOTROWSKI, M. A. The Potential for a Hypersonic Arms Race between the US, China, and Russia. **PISM Bulletin**, n. 32 (1278), 2019.

ROSS, P. E. Flying beyond Mach 5 is back, decades after the original need-for-speed arms race ended: going hypersonic. **IEEE Spectrum**, v. 57, n. 12, p. 32-37, 2020.

SAYLER, K. M. Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress. **Congressional Research Service**, n. R45811, 2022.

SMITH, R. J. Hypersonic missiles are unstoppable and they're starting a new global arms race. **The New York Times Magazine**, v. 19, 2019. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2019/06/19/magazine/hypersonic-missiles.html>. Acesso em: 14 de jun. de 2022.

STONE, R. National Pride Is at Stake: Russia, China, United States Race to Build Hypersonic Weapons. **Science Magazine**, v. 8, 2020. Disponível em: <https://www.science.org/content/article/national-pride-stake-russia-china-united-states-race-build-hypersonic-weapons>. Acesso em: 10 de jun. de 2022.

TERRY, N. B.; CONE, P. P. Hypersonic Technology: An Evolution in Nuclear Weapons? **Strategic Studies Quarterly**, v. 14, n. 2, p. 74-99, 2020.

TIRON, R. Hypersonic Weapons: Who Has Them and Why It Matters. **The Washington Post**, 2022. Disponível em: [https://www.washingtonpost.com/business/hypersonic-weapons-who-has-them-and-why-it-matters/2022/04/05/1f6d0280-b557-11ec-8358-20aa16355fb4\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/business/hypersonic-weapons-who-has-them-and-why-it-matters/2022/04/05/1f6d0280-b557-11ec-8358-20aa16355fb4_story.html). Acesso em: 19 de jun. de 2022.

VETTORE, R. Brasil tem arma nuclear ou já quis desenvolver? Conheça os planos. **UOL**, 2022. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/internacional/ultimas->

noticias/2022/03/27/o-brasil-tem-arma-nuclear-ou-ja-quis-desenvolver-conheca-os-planos.htm. Acesso em: 14 de jun. de 2022.

VINHOLES, T. Conheça o Projeto 14-X, de tecnologia hipersônica, desenvolvido pela FAB. **CNN Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/conheca-o-projeto-14-x-de-tecnologia-hipersonica-desenvolvido-pela-fab>. Acesso em: 18 de jun. de 2022.

WONG, W. K. O. First Strike Hypersonic Weapons: The End of the “MAD” Doctrine and Peace for Our Time? **Pacific Focus**, v. 36, n. 3, p. 343-379, 2021.

YEUNG, J. Teste de mísseis antibalísticos foi bem-sucedido, diz Ministério de Defesa da China. **CNN Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/ministerio-de-defesa-da-china-afirma-sucesso-em-teste-de-misseis-antibalisticos>. Acesso em: 17 de jun. de 2022.