

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E
GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS -FACE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DA DEFESA E
ECONOMIA ESPACIAL

PATRICIA KATSUKO YARA BUELMO

**A ECONOMIA ESPACIAL DE DEFESA NO BRASIL: UM
ESTUDO ECONÔMICO COMPARATIVO NO CENÁRIO
MUNDIAL**

BRASÍLIA - DF

2025

PATRICIA KATSUKO YARA BUELMO

**A ECONOMIA ESPACIAL DE DEFESA NO BRASIL: UM
ESTUDO ECONÔMICO COMPARATIVO NO CENÁRIO
MUNDIAL**

Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia da Defesa
e Economia Espacial.

Orientador: Professor Dr. Antônio Nascimento Júnior.

BRASILIA

2025

PATRICIA KATSUKO YARA BUELMO

**A ECONOMIA ESPACIAL DE DEFESA NO BRASIL: UM
ESTUDO ECONÔMICO COMPARATIVO NO CENÁRIO
MUNDIAL**

Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE) da Universidade de Brasília (UnB) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia da Defesa
e Economia Espacial.

Orientador: Professor Dr. Antônio Nascimento Júnior.

BANCA EXAMINADORA

Professor Orientador: Dr. Antônio Nascimento Jr.

Professor Examinador: Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior

Professor Examinador: Dr. George Henrique de Moura Cunha

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao orientador, Prof. Dr. Antônio Nascimento Júnior, por sua orientação competente, paciência, disponibilidade, apoio, encorajamento e valiosas contribuições em todas as etapas deste trabalho.

À Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão Pública (FACE) da Universidade de Brasília, pelo suporte acadêmico e institucional, que possibilitou a realização deste mestrado e proporcionou um ambiente intelectual instigante e principalmente aos professores, cuja dedicação e conhecimento contribuíram para formação e aprendizado.

À minha família, pelo amor incondicional, incentivo constante e compreensão durante todos os momentos de dedicação e desafios enfrentados neste percurso, pilar fundamental para o sucesso.

Aos colegas do mestrado, pela troca de experiências, apoio mútuo e amizade construída ao longo desta jornada. Aos amigos e demais pessoas que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, deixo registrado meu muito obrigado.

*“É difícil dizer o que é impossível, pois o sonho
de ontem é a esperança de hoje e a realidade de
amanhã.”*

DR. ROBERT H. GODDARD

RESUMO

O trabalho tem como objetivo analisar a economia espacial de defesa no Brasil, contextualizando-a no cenário internacional e investigando os principais desafios e oportunidades enfrentados pelo país nesse setor estratégico. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e comparativa, os dados são extraídos do Orçamento Público relacionado ao Programa Espacial Brasileiro e de fontes internacionais, com base em dados secundários extraídos de relatórios oficiais e documentos técnicos. A metodologia fundamenta-se na análise descritiva e na comparação entre os investimentos, estruturas institucionais e capacidades tecnológicas do Brasil com países de referência no setor espacial. Os resultados indicam que, embora o Brasil tenha acumulado marcos relevantes no setor, como o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) e o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), persistem entraves estruturais, orçamentários e tecnológicos que limitam a inserção soberana do país na economia espacial voltada à defesa.

Palavras-chave: economia espacial; defesa nacional; orçamento público; comparação internacional.

ABSTRACT

This study aims to analyze the defense space economy in Brazil, contextualizing it within the international landscape and investigating the main challenges and opportunities faced by the country in this strategic sector. The research adopts a qualitative and comparative approach. The data were extracted from the Public Budget related to the Brazilian Space Program and from international sources, based on secondary data from official reports and technical documents. The methodology is based on descriptive analysis and comparative evaluation of investments, institutional structures, and technological capabilities between Brazil and reference countries in the space sector. The results indicate that, although Brazil has achieved important milestones—such as the Strategic Space Systems Program (PESE) and the Geostationary Defense and Strategic Communications Satellite (SGDC)—structural, budgetary, and technological barriers persist, limiting the country's sovereign integration into the defense-oriented space economy.

Keywords: space economy; national defense; public budget; international comparison.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Testes Antissatélite realizados por países.....	21
Figura 2- Estimativas de orçamentos dos governos em % do PIB em 2019	25
Figura 3 - Investimento na Economia Espacial de 2016 a 2024	25
Figura 4 - Número de países com satélite em órbita	27
Figura 5 - Satélites em órbita.....	27
Figura 6 - Lançamentos no ano de 2023	28
Figura 7 Economia Espacial de 2013 e 2016	28
Figura 8 - Lançamentos de satélites militares	29
Figura 9 - Execução Orçamentária do setor espacial de 2016-2023	34
Figura 10 Execução Orçamentária por Segmento 2016-2023.....	34
Figura 11 Orçamentos anuais do Programa Espacial Brasileiro	41
Figura 12 - Média percentual por segmento.....	42
Figura 13 - Orçamentos anuais da Defesa Nacional no Setor Espacial.....	44
Figura 14 - Média percentual por segmento.....	45
Figura 15 – Comparação dos orçamentos do PEB e da Defesa.....	46
Figura 16 -% do orçamento por setor	47
Figura 17 - Planejado x executado do total da LOA	48
Figura 18 - Orçamento do setor espacial em % do PIB	49
Figura 19 - Estimativas de orçamentos dos governos em % do PIB em 2008 e 2022	50
Figura 20 - Taxa de crescimento da Economia Espacial.....	51
Figura 21 - Evolução em orçamento espacial governamental dos EUA	52
Figura 22 - Orçamento dos países europeus por segmento	53
Figura 23- Orçamento militar europeu	54
Figura 24 - Tendência do orçamento espacial da França	54
Figura 25 - Evolução em orçamento espacial governamental do Japão.....	55
Figura 26 - Despesas do governo japonês	56
Figura 27 - Tendências do orçamento espacial do Canadá	57
Figura 28- Investimento de 2016 a 2024 na China-	57
Figura 29 - Maiores Operadores Governamentais 2013-2022	59
Figura 30 - Orçamento espacial da Índia.....	60
Figura 31 - Lançamento em massa em programas militares	62
Figura 32- Orçamento institucional do espaço em 2023 (civil e defesa)	63

Figura 33 - Despesas totais dos governos 1990-2033	63
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Projeções para 2040 do Tamanho e Composição da Economia Espacial	29
Tabela 2 - Dados do orçamento (continua)	39
Tabela 3 - Dados da Defesa (continua)	43
Tabela 4 - Orçamento Governamental para área espacial	46
Tabela 5 % Do orçamento por setor	47
Tabela 6 Divisões da Economia Espacial no EUA.....	51
Tabela 7 Agências do Governo EUA	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB	Agência Espacial Brasileira
BEA	<i>Bureau of Economic Analysis</i>
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
COMAER	Comando da Aeronáutica
CTA	Centro Tecnológico de Aeronáutica
END	Estratégia Nacional de Defesa
ESA	Agência Espacial Europeia
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
ICT	Instituições Científicas e Tecnológicas
IDA	<i>Institute for Defense Analyses</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LOA	Lei Orçamentária Anual
OECD	<i>Organization for Economic Co-operation and Development</i>
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PND AE	Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
PEB	Programa Espacial Brasileiro
PESE	Programa Estratégico de Sistemas Espaciais
PIB	Produto Interno Bruto
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
UNOOSA	<i>United Nations Office for Outer Space Affairs</i>

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	OBJETIVO	14
2.1.	OBJETIVO Geral	14
2.2.	Objetivos específicos.....	14
3.	REVISAO DA LITERATURA	15
3.1.	Histórico da exploração espacial	15
3.1.1.	Os pioneiros do Espaço	15
3.1.2.	A corrida Espacial	16
3.1.3.	Marcos Cronológicos das Atividades Espaciais no Brasil	17
3.1.4.	Marcos Cronológicos de atividades contra espaciais	20
3.2.	Econômia espacial	22
3.3.	O setor espacial mundial.....	24
3.4.	O programa espacial brasileiro	30
3.4.1.	O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)	31
3.4.2.	O Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE).....	33
3.4.3.	Visão Geral do Orçamento Anual do Setor espacial brasileiro	34
3.5.	Econômia de defesa	35
4.	METODOLOGIA.....	36
5.	RESULTADO	38
5.1.	Economia espacial brasileiro no setor público	38
5.1.1.	Orçamento do Programa Espacial brasileiro	38
5.1.2.	Orçamento do programa estratégico de sistemas espaciais	42
5.1.3.	Análise do Orçamento Público Brasileiro	45
5.2.	Economia espacial nos países da oecd	49
5.2.1.	Economia espacial nos Estados Unidos da América	50
5.2.2.	Países europeus.....	53
5.2.3.	Japão	55
5.2.4.	Canadá	56
5.3.	China.....	57
5.4.	India	59
6.	PRINCIPAIS RESULTADOS	61
7.	CONCLUSÃO.....	66

1. INTRODUÇÃO

O setor espacial tem desempenhado um papel impulsionador das atividades científicas e tecnológicas sendo uma importante fonte de inovação, produtividade e crescimento econômico.

Os artefatos tecnológicos baseados no espaço fornecem suporte para diversas aplicações militares, comerciais e civis. De acordo com a Agência de Inteligência do departamento de defesa americano, o avanço da tecnologia e a queda de custo de longa data para o espaço permitem que mais países e empresas comerciais participem da construção de satélites, lançamentos espaciais, exploração espacial e voos espaciais tripulados (U.S. DEFENSE INTELLIGENCE AGENCY, 2022).

O Fórum Espacial da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Fórum Espacial da OCDE), verificou que os investimentos públicos representam a maior parte do financiamento em atividades espaciais no âmbito do G20, com os orçamentos espaciais dos governos totalizando cerca de US\$79 bilhões em 2019 (OECD, 2020). Mesmo com a entrada do setor privado a partir dos anos 2000, no New Space, nos Estados Unidos da América (EUA), o governo federal permanece sendo a principal fonte de financiamento para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da área espacial (BRUKARDT, KLEMPNER e STOKES, 2021).

Nos últimos anos, a economia mundial, a sociedade e o cenário geopolítico têm passado por transformações profundas que apontam para um futuro significativamente distinto em relação às últimas décadas. Essas mudanças exercem influência direta sobre as atividades espaciais, criando desafios globais e acrescentando novos elementos à equação estratégica, como a pandemia da COVID-19, a guerra entre Rússia e Ucrânia e a crise energética. Nesse contexto, as tecnologias espaciais emergem como ferramentas essenciais para a mitigação desses desafios, impulsionadas por investimentos públicos e privados cada vez mais robustos (OECD, 2023).

A OECD (2023) verificou que a aceleração da transformação do setor espacial tem sido impulsionada por fatores como a crescente utilização do espaço para a proteção e expansão de infraestruturas críticas (transporte, energia, comunicações e recursos naturais) de eventos climáticos extremos; a redução dos custos de lançamento, que facilitou o acesso ao espaço e ampliou a capacidade global de comunicação, navegação e observação; e o aumento do número de atores envolvidos nas atividades espaciais, incluindo países, empresas e cidadãos. A expansão do número de satélites operacionais, que passou de cerca de 3.300 no final de 2020

para mais de 6.700 em 2022, ilustra essa dinâmica e evidencia o papel central do setor espacial na segurança e no desenvolvimento econômico mundial.

CEPIK, DE SOUZA e DAL-BERTO (2023) citam que embora o Brasil tenha sido um dos primeiros países latino-americanos a desenvolver uma legislação espacial nacional e investido significativamente em educação espacial, o programa espacial brasileiro tem enfrentado desafios e dilemas ao longo das décadas.

TERACINE (2009) descreve os benefícios econômicos e sociais das atividades espaciais. O autor menciona que os desenvolvimentos tecnológicos espaciais nos países desenvolvidos têm reflexos que se estendem para fora do setor, com um impacto multiplicador na indústria e na economia em geral.

Na última década, o setor espacial experimentou um desenvolvimento considerável em todo o mundo, com maiores impactos na economia impulsionados tanto pela globalização quanto pela digitalização. Atualmente, quase 100 países possuem satélites no espaço.

Na área militar, os sistemas espaciais permitem ao país poder de combate em áreas de conflito e instabilidade e permitem que as forças armadas coletem informações vitais sobre ameaças estrangeiras, naveguem e manobrem rapidamente e se comuniquem entre si em qualquer lugar do globo para garantir segurança e resposta rápida a crises militares e humanitárias internacionais (U.S. DEFENSE INTELLIGENCE AGENCY, 2022). No caso do Brasil, além da diminuição de dependência desses bens econômicos de países detentores desses meios, o investimento em sistemas espaciais permite a chegada de internet em áreas remotas sem a necessidade de intervenção em florestas, evitando o desmatamento e possibilitando apoio às populações de áreas remotas do país; permite a vigilância das fronteiras e o controle do desmatamento.

Diante desse cenário, a economia espacial de defesa torna-se um elemento estratégico, influenciando a segurança nacional e as capacidades tecnológicas dos países. O presente estudo busca analisar a evolução desse setor no Brasil, comparando-o com as principais potências espaciais mundiais, a fim de compreender os desafios e oportunidades para o desenvolvimento de uma economia espacial de defesa sólida e competitiva.

2. OBJETIVO

2.1.OBJETIVO GERAL

O objetivo geral da pesquisa é descrever a economia espacial de Defesa no Brasil, analisando os orçamentos públicos destinados para o setor e analisando os investimentos brasileiros em comparação com o cenário mundial, identificando os desafios, as oportunidades e os impactos econômicos associados ao desenvolvimento desse setor estratégico, voltados para aplicações em Defesa Nacional.

As aplicações espaciais desempenham um papel essencial no fortalecimento da Segurança Nacional e no suporte às atividades de Defesa, permitindo ao Brasil “a preservação da soberania e da integridade territorial, a realização dos seus interesses nacionais, livre de pressões e ameaças de qualquer natureza, e a garantia aos cidadãos do exercício dos direitos e deveres constitucionais” (BRASIL, 2020a).

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Descrever o que é Economia Espacial e verificar quem são os principais atores de financiadores do setor em nível mundial;
2. Pesquisar o setor espacial brasileiro e a correlação com o setor espacial aplicado à Defesa;
3. Analisar o orçamento público empregados nas atividades do Programa Espacial Brasileiro e nas atividades da Defesa Nacional no Setor Espacial; e
4. Analisar os dados da economia espacial brasileiro em comparação ao cenário mundial.

3. REVISAO DA LITERATURA

3.1.HISTÓRICO DA EXPLORAÇÃO ESPACIAL

3.1.1. Os pioneiros do Espaço

Entre os primeiros teóricos do voo espacial, destaca-se Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky (1857–1935), considerado o pai da cosmonáutica. Tsiolkovsky formulou os fundamentos da astronáutica moderna ao propor, no final do século XIX, a equação que descreve o movimento de foguetes no vácuo, conhecida hoje como a "Equação de Tsiolkovsky". Sua célebre frase, “A Terra é o berço da humanidade, mas ninguém pode viver eternamente no berço”, mostra a visão filosófica que guiou seus estudos sobre a exploração do espaço (GATLAND, 1983).

No início do século XX, o americano Robert Goddard (1882–1945) deu passos concretos rumo à aplicação dos conceitos teóricos. Em 1926, Goddard realizou o primeiro voo bem-sucedido de um foguete movido a combustível líquido, um marco tecnológico fundamental que mais tarde serviria de base para os veículos lançadores modernos (NASA, 2025).

Na Alemanha, Hermann Oberth (1894–1989) também contribuiu para o desenvolvimento da ciência dos foguetes, influenciando diretamente engenheiros como Wernher von Braun (1912–1977). Von Braun liderou o desenvolvimento dos foguetes V-2 para o regime nazista, mas após o conflito foi transferido aos Estados Unidos no contexto da *Project Paperclip*, tornando-se figura central no desenvolvimento do programa espacial americano e, posteriormente, do foguete Saturn V, que levou o homem à Lua (GATLAND, 1983).

A União Soviética desenvolveu uma estrutura estatal avançada para a exploração espacial sob a liderança de Serguei Korolev (1907–1966), considerado o principal arquiteto do programa espacial soviético. Korolev foi o responsável pelo lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, o Sputnik I, em 1957, e pela missão Vostok 1, que levou Yuri Gagarin ao espaço em 12 de abril de 1961, tornando-o o primeiro ser humano a orbitar o planeta.

Essas personalidades estabeleceram as bases para a transformação do espaço em um domínio estratégico, científico e econômico. O impacto de suas contribuições ultrapassou os limites nacionais, moldando o início da era espacial como um empreendimento de escala global. Seus trabalhos estabeleceram não apenas os princípios técnicos da astronáutica moderna, mas também os fundamentos éticos e políticos que guiam até hoje o debate sobre o uso pacífico e colaborativo do espaço exterior (UNOOSA, 2023).

No contexto da política espacial brasileira, o legado dos pioneiros influenciou diretamente a formulação de estratégias nacionais. O próprio documento da Câmara dos Deputados (2010) reconhece que “a exploração espacial conquistou nova dimensão na disputa de poder entre as nações nas últimas décadas”, destacando o papel fundacional dos programas soviético e norte-americano como referências inevitáveis para países em desenvolvimento como o Brasil.

3.1.2. A corrida Espacial

O início da era espacial é marcado pelo lançamento do satélite Sputnik I, pela União Soviética, em 4 de outubro de 1957 (GATLAND, 1983). Este feito representou não apenas uma conquista científica inédita, mas também um marco geopolítico no contexto da Guerra Fria. O satélite soviético, com 83,6 kg, orbitou a Terra e enviou sinais de rádio que foram captados em todo o mundo, demonstrando a capacidade tecnológica e estratégica da URSS e inaugurando o que passou a ser denominado como Corrida Espacial.

A reação dos Estados Unidos foi imediata, o lançamento do Sputnik gerou um forte impacto na opinião pública e motivou a mobilização de recursos estatais e científicos com o objetivo de restaurar a liderança americana na fronteira tecnológica. Essa resposta culminou na criação da National Aeronautics and Space Administration (NASA) em 1958, destinada a coordenar o esforço espacial dos EUA. A disputa entre as duas potências assumiu contornos simbólicos e estratégicos, sendo catalisada pelo ambiente bipolar da Guerra Fria, em que a supremacia espacial estava diretamente associada à capacidade militar de lançamento de mísseis balísticos intercontinentais (NASA, 2025a).

Em 12 de abril de 1961, o Tenente russo Yuri Gagarin tornou-se o primeiro humano a orbitar a Terra na Vostok 1. Seu voo durou 108 minutos e Gagarin atingiu uma altitude de 327 quilômetros (GATLAND, 1983).

O primeiro satélite dos EUA, Explorer 1, entrou em órbita em 31 de janeiro de 1958. Em 1961, Alan Shepard se tornou o primeiro americano a voar para o espaço. Em 20 de fevereiro de 1962, o voo histórico de John Glenn fez dele o primeiro americano a orbitar a Terra.

Durante a década de 1960, os avanços sucederam-se rapidamente. Após sucessivos lançamentos soviéticos bem-sucedidos, os Estados Unidos empreenderam o ambicioso Programa Apollo, cujo ápice foi a missão Apollo 11, que levou os astronautas Neil Armstrong e Buzz Aldrin à superfície lunar em julho de 1969. Esse feito consolidou a superioridade tecnológica norte-americana no imaginário coletivo, embora a União Soviética tenha mantido

significativa liderança em diversas frentes, como na órbita terrestre, na construção de estações espaciais e no envio de sondas automatizadas.

Do ponto de vista econômico e científico, a Corrida Espacial promoveu inovações que ultrapassaram o domínio militar. Tecnologias desenvolvidas inicialmente com fins estratégicos passaram a ter usos civis e comerciais, como é o caso dos sistemas de comunicação via satélite, sensoriamento remoto, meteorologia e navegação por GPS. O fenômeno conhecido como efeito Sputnik ilustra a mobilização política e institucional provocada pela percepção de uma ameaça estratégica, que gerou investimentos massivos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Ao mesmo tempo, a disputa extrapolava os limites da rivalidade bilateral, configurando um paradigma global de desenvolvimento. Países como França, Japão, China e Índia iniciaram seus próprios programas espaciais nas décadas seguintes, influenciados pelo prestígio e pelos ganhos potenciais derivados da atuação autônoma no espaço.

A Corrida Espacial também teve implicações jurídicas e diplomáticas. Em 1967, foi firmado o Tratado do Espaço Exterior (*Outer Space Treaty*), sob a égide da ONU, que estabeleceu princípios para o uso pacífico do espaço e vedou o posicionamento de armas de destruição em massa em órbita. No entanto, mesmo após o fim formal da Corrida Espacial com o colapso da URSS em 1991, a dimensão estratégica das atividades espaciais permaneceu central nas políticas de defesa e segurança das grandes potências.

A Corrida Espacial não apenas simbolizou o auge da rivalidade geopolítica do século XX, como também inaugurou uma nova fase de interação entre ciência, tecnologia e poder. O espaço, mais do que uma fronteira científica, consolidou-se como uma arena geoestratégica, cujos desdobramentos ainda moldam as políticas espaciais contemporâneas.

3.1.3. Marcos Cronológicos das Atividades Espaciais no Brasil

No campo da exploração espacial, o Brasil iniciou sua trajetória no início da década de 1960. Nessa época já se reconhecia a crescente valorização do espaço como ativo estratégico para a soberania nacional, o desenvolvimento científico-tecnológico e o posicionamento geopolítico no cenário internacional.

O Brasil se integrou precocemente à conjuntura global de corrida espacial, adotando medidas formais apenas quatro anos após o lançamento do Sputnik I pela União Soviética em 1957, marco que desencadeou a nova era espacial (Câmara dos Deputados, 2010, p. 16).

A institucionalização inicial da política espacial no Brasil ocorreu em 1961, com a constituição do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), subordinado ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Posteriormente, em

1965, este grupo foi sucedido pela Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), responsável por coordenar os programas iniciais de sondagem atmosférica e experimentação tecnológica no país (AEB, 2024).

Durante o regime militar, o programa espacial foi fortalecido com a criação de instituições estratégicas, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), no início da década de 1970. Ambas as instituições desempenharam papel central na consolidação da capacidade técnico-científica nacional (Câmara dos Deputados, 2010, p. 39). Em 1979, foi concebida a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), cujo objetivo era alcançar a autonomia no ciclo espacial completo, incluindo o desenvolvimento de satélites, veículos lançadores e infraestrutura de lançamento (AEB, 2024).

Ao longo das décadas seguintes, diversos marcos consolidaram a trajetória do programa espacial brasileiro. Entre os principais, destacam-se:

1965 - Inaugurado o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), em Natal (RN), e lançamento do primeiro foguete de sondagem, o americano Nike-Apache Câmara dos Deputados, 2010, p. 38);

1969 - Criação do atual Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) (AEB, 2024);

1971 - Criado o atual Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), a partir da CNAE (AEB, 2024);

1973 - O Brasil tornou-se o terceiro país, depois de Estados Unidos e Canadá, a ter uma estação operacional (Cuiabá/MT) para receber imagens de satélites (AEB, 2024);

1983 – Inaugurado o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), no Maranhão (AEB, 2024);

1985 – Lançamento do primeiro foguete nacional de grande porte, o Sonda IV, marcando o início de operações experimentais de maior complexidade (Câmara dos Deputados, 2010, p. 39);

1990 - Lançado o satélite Dove-OSCAR 17, para fins educacionais, carregando equipamento para transmissão de rádio (AEB, 2024);

1993 – Colocação em órbita do SCD-1 (Satélite de Coleta de Dados), primeiro satélite desenvolvido e construído integralmente no Brasil (AEB, 2024);

1994 - Criação, por meio da Lei 8.854, de 10 de fevereiro de 1994, da Agência Espacial Brasileira (AEB), com a missão de promover o desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional;

1994 – Publicação do Decreto nº 1.332, instituindo a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), com diretrizes voltadas à solução de problemas nacionais e à promoção da indústria nacional (Câmara dos Deputados, 2010, p. 38);

1997 - Primeiro voo de qualificação do foguete VS-40 e o primeiro voo de qualificação do foguete VS-30 a partir do CLA (AEB, 2024);

1998 – Lançamento do SCD-2 (Satélite de Coleta de Dados) (AEB, 2024);

1999–2007 – Lançamento conjunto com a China de satélites da série CBERS (*China–Brazil Earth Resources Satellite*), consolidando uma parceria estratégica para sensoriamento remoto e monitoramento ambiental (AEB, 2024);

1999 - Voo do segundo protótipo do VLS-1, com falha do propulsor do segundo estágio (AEB, 2024);

1999 - Lançamento dos microssatélites científicos Saci 1, com falha, a bordo do veículo lançador longa marcha a partir de Taiyuan e lançamento dos microssatélites científicos Saci 2, com falha, a bordo do veículo lançador VLS V02 a partir do CLA (AEB, 2024);

2000 - Primeiro voo de qualificação do foguete de sondagem VS-30 Orion, a partir do CLA;

2003 – Ocorrência do trágico acidente no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), com a explosão do protótipo do VLS-1, resultando na morte de 21 técnicos e engenheiros, evento que impactou profundamente o cronograma do programa espacial (Câmara dos Deputados, 2010, p. 25);

2003 - Lançamento do Cbers 2;

2006 – O Tenente-Coronel Marcos Pontes torna-se o primeiro brasileiro a viajar ao espaço, integrando missão da Estação Espacial Internacional (ISS) em cooperação com a agência russa (AEB, 2024);

2008 - Início das obras de reconstrução da Torre Móvel de Integração (TMI), no Centro de Lançamento de Alcântara (MA) (AEB, 2014);

2009 - VSB 30 Recebe certificação internacional para ser utilizado na Europa;

2014 - Lançamento do nanosatélites NanoSatC-BR1 (AEB, 2014);

2017 - Lançamento do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), de comunicações e de uso dual (AEB, 2024);

2019 - Lançamento do CBERS-4 (AEB, 2020);

2021 – Lançamento bem-sucedido do Amazonia-1, primeiro satélite de observação da Terra inteiramente projetado, montado e operado pelo Brasil, resultado de décadas de investimento em capacitação tecnológica (AEB, 2024);

2021 - Lançamento do NanoSatc-BR2(AEB, 2024);

2022 - Lançamento de qualificação da Plataforma Suborbital de Microgravidade (PSM) (AEB, 2024);

2022 – Lançamento dos satélites da Constelação Lessonia-1; e

2022 - Lançamento do Satélite SPORT (AEB, 2024).

Apesar de importantes avanços, o Programa Espacial Brasileiro (PEB) tem enfrentado desafios persistentes ao longo de sua história, notadamente as restrições orçamentárias, a dependência tecnológica externa e a descontinuidade administrativa (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2010, p. 27). Embora tenha conquistado reconhecimento em áreas como o monitoramento ambiental por satélite, a exemplo dos programas Prodes e Deter do INPE, o Brasil ainda não alcançou a almejada autonomia plena no ciclo espacial, especialmente na área de veículos lançadores e satélites geoestacionários (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2010, p. 24; AEB, 2024).

Com a inclusão do setor espacial como prioridade na Estratégia Nacional de Defesa, desde 2008, e os esforços recentes de modernização da base de Alcântara e ampliação de parcerias internacionais, o Brasil busca reposicionar seu programa espacial como vetor de soberania, desenvolvimento econômico e autonomia tecnológica, especialmente no contexto das aplicações de uso dual para fins civis e de defesa (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2010, p. 27).

3.1.4. Marcos Cronológicos de atividades contra espaciais

O ambiente espacial, desde o início, passou a ser visto não apenas como um domínio de exploração científica e econômica, mas também como um espaço estratégico com implicações diretas para a segurança nacional e a defesa. Diversos países têm desenvolvido tecnologias e estratégias voltadas para interferir, degradar, danificar ou destruir ativos espaciais adversários, conhecidas como atividades contra espaço.

Na linha do tempo elaborada pelo *Center for Strategic and International Studies* (CSIS, 2022), as atividades contra espaciais podem ser classificadas em cinco categorias principais: físico-cinético, físico-não-cinético, eletrônico, cibernético e outras ações estratégicas.

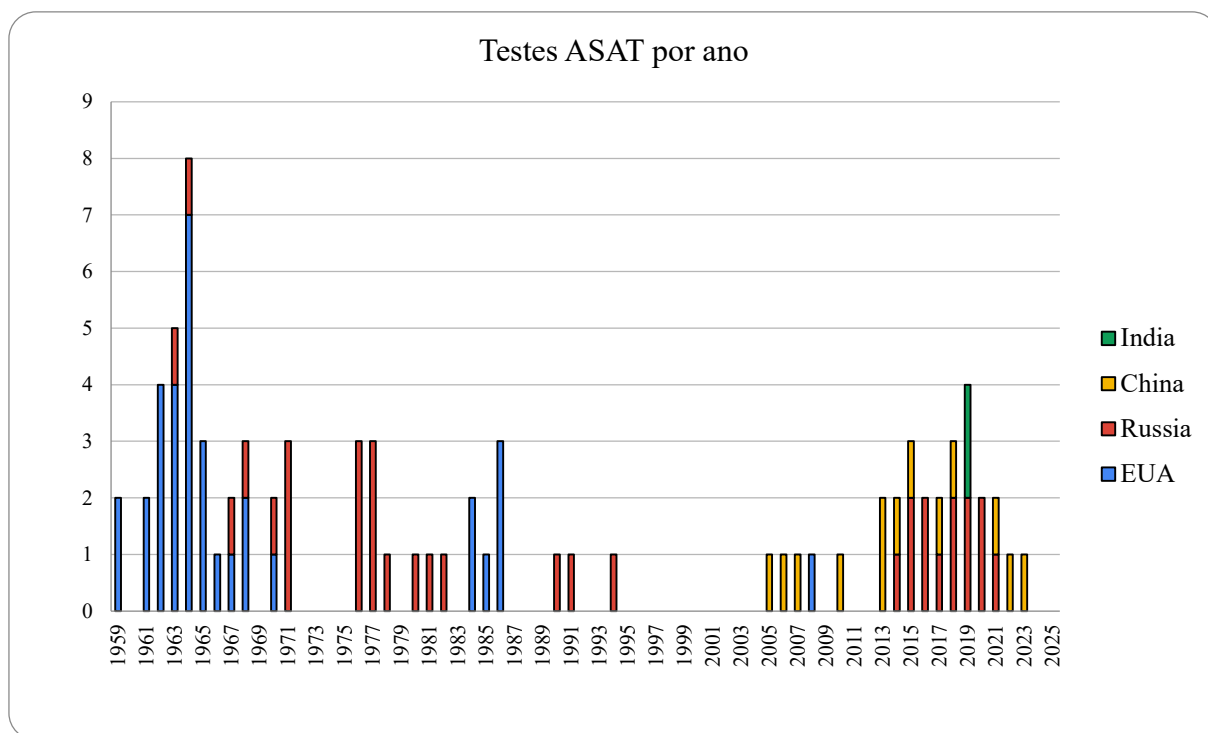
As atividades contra espaciais datam da década de 1950, com iniciativas de testes de armas nucleares de alta altitude, como o programa americano *Operation Fishbowl* (1962), a fim de testar uma bomba de fusão, que demonstrou os efeitos de pulsos eletromagnéticos em órbita

terrestre. Na década de 1970, a União Soviética investiu em sistemas co-orbitais, capazes de interceptar satélites diretamente no espaço.

O período pós-Guerra Fria testemunhou a diversificação dos métodos contra espaciais. Em 2007, a China realizou um teste de míssil antissatélites (ASAT) de ascensão direta, destruindo seu próprio satélite meteorológico Fengyun-1C, o que gerou uma grande quantidade de detritos espaciais e reacendeu o debate internacional sobre a segurança orbital. Em resposta, os Estados Unidos conduziram em 2008 a operação *Burnt Frost*, utilizando um míssil interceptador lançado de um cruzador naval para destruir um satélite defeituoso.

Desde o início das atividades ASAT, os países que testaram essa capacidade foram a Índia, China, Rússia e EUA. O gráfico abaixo mostra os lançamentos efetuados por esses países:

Figura 1 - Testes Antissatélite realizados por países



Fonte: WEEDEN (2025)

Além dos métodos cinéticos, surgiram técnicas não-cinéticas, como o uso de lasers para danificar sensores ópticos de satélites. Interferências eletrônicas, como o *jamming* (bloqueio de sinais) e o *spoofing* (falsificação de sinais de navegação), também se intensificaram nos anos 2000, com registros atribuídos a Rússia, China, Irã e Coreia do Norte.

Em paralelo, ameaças cibernéticas ao segmento espacial cresceram substancialmente. Casos de intrusão e ataques de negação de serviço contra estações de solo e redes de

comunicação de satélites foram documentados, ilustrando a vulnerabilidade crescente da infraestrutura espacial às ameaças digitais.

O CSIS (2022) ressalta que o uso de contramedidas espaciais se expandiu não apenas em termos de volume de eventos, mas também na sofisticação tecnológica e na multiplicidade de atores envolvidos, incluindo iniciativas estatais e, potencialmente, grupos não estatais. A tendência observada sugere que o espaço continuará a ser um ambiente contestado, com implicações diretas para a segurança nacional, a estabilidade estratégica e a governança internacional do espaço.

3.2.ECONÔMIA ESPACIAL

CARAVEO e IACOMINO (2023) citam que o surgimento da economia espacial remota ao início da corrida espacial, no período da Guerra Fria, com as competições geopolíticas entre os Estados Unidos e a União Soviética.

Em sua primeira versão do “Manual de Medição da Economia Espacial” publicado pela OCDE em 2012, define a Economia Espacial como:

“A economia do espaço é a gama completa de atividades e o uso de recursos que criam e fornecem valor e benefícios para os seres humanos durante a exploração, compreensão, gerenciamento e utilização do espaço.

Portanto, inclui todos os atores públicos e privados envolvidos no desenvolvimento, fornecimento e uso de produtos e serviços relacionados ao espaço, desde pesquisa e desenvolvimento, fabricação e uso de infraestrutura espacial (estações terrestres, veículos lançadores e satélites) até aplicações habilitadas para o espaço (equipamentos de navegação, telefones via satélite, serviços meteorológicos etc.) e o conhecimento científico gerado por tais atividades. Segue-se que a economia espacial vai muito além do próprio setor espacial, uma vez que também compreende os impactos cada vez mais difundidos e em constante mudança (tanto quantitativos quanto qualitativos) de produtos, serviços e conhecimento derivados do espaço na economia e na sociedade” (OCDE, 2022, tradução da autora).

Com o passar dos anos esse escopo foi crescendo e a OCDE fez novas consultas para a alteração dessa definição. O *Bureau of Economic Analysis* (BEA) dos EUA define a Economia Espacial como:

“A economia espacial consiste em bens e serviços relacionados ao espaço, tanto públicos quanto privados. Isso inclui bens e serviços que:

- são usados no espaço, ou apoiam diretamente aqueles usados no espaço;
- requerem entrada direta do espaço para funcionar, ou apoiam diretamente aqueles que o fazem; e
- estão associados ao espaço de estudo (Pesquisa e Desenvolvimento, serviços educacionais, planetários, observatórios)”

(HIGHFILL, JOUARD E FRANKS, 2020, tradução da autora).

No relatório publicado no *Institute for Defense Analyses* (IDA), CRANE et al (2020, p.3, tradução do autor) define “o termo economia espacial para abranger atividades

governamentais e do setor privado no espaço” e “o termo indústria espacial para descrever as empresas e outras organizações que produzem bens e serviços no ou para o espaço”.

Para fins de medição, o Manual da OCDE sobre Medição da Economia Espacial (OCDE, 2022), divide a economia do espaço em três segmentos. O setor *upstream*, composto pelos setores de P&D, de programas espaciais de fabricação e produção de infraestrutura espacial. O setor *downstream*, operação da infraestrutura espacial e atividades serviços que dependem diretamente de dados e sinais de satélite para operar e funcionar. O setor de atividades derivadas de atividades derivadas do espaço, mas não dependentes dele para funcionar como as transferências de tecnologia do setor espacial para os setores automotivo ou médico.

CRANE et al (2020) divide a economia espacial em quatro categorias. Na primeira, as despesas governamentais com o espaço, inclui as despesas governamentais com atividades em espaço, como exploração espacial humana ou programas espaciais militares. A segunda categoria são os serviços espaciais onde considera as despesas das famílias e empresas em serviços gerado no espaço para uso na Terra ou no espaço, como internet de banda larga fornecido por satélites. A terceira são as indústrias fornecedoras de espaço que vendem bens e serviços como satélites ou espaçopostos de lançamentos, que possibilitam a realização de missões espaciais governamentais ou a produção de bens e serviços no espaço para venda na Terra. A quarta categoria considera o setor de suporte ao usuário de serviços espaciais que realizam as vendas de produtos, como antenas parabólicas de TV, hardware de sistemas globais de navegação por satélite (GNSS) necessários para utilizar os serviços espaciais.

A SPACE CAPITAL (2025) divide o investimento na economia espacial em três categorias principais: aplicações, infraestrutura e distribuição.

A infraestrutura compreende o conjunto de hardwares e softwares utilizados no desenvolvimento, lançamento e operação de ativos espaciais. Isso inclui foguetes, satélites, sistemas de propulsão, robótica espacial, módulos lunares, entre outros componentes fundamentais para viabilizar a presença e atividade humana no espaço.

A distribuição engloba as tecnologias, tanto de hardware quanto de software, voltadas à conexão, processamento e gerenciamento de dados provenientes de ativos espaciais. São exemplos desse segmento os serviços de navegação por GPS, as plataformas de gestão de dados oriundos da observação da Terra, soluções de computação de borda voltadas para provedores de internet via satélite, entre outros.

As aplicações referem-se as soluções especializadas que fazem uso dos dados coletados por ativos espaciais para fins específicos. Entre os exemplos, destacam-se: serviços

de mobilidade urbana baseados em geolocalização (como transporte por aplicativo), análises agrícolas a partir de imagens de satélite (GEOINT), monitoramento de sensores de Internet das Coisas, seguros climáticos paramétricos baseados em geointeligência (GEOINT), entre diversas outras aplicações em setores estratégicos.

PARAVANO et al (2023) citam que quatro fluxos de valores representam o domínio da economia no *New Space* e geram valor para o usuário final. Eles citam o primeiro como o acesso ao espaço, permitindo a exploração do espaço sideral, como foguetes, telescópios, veículos espaciais tripulados e não tripulados, turismo espacial, etc. O segundo é representado pela observação da terra, permitindo ao monitoramento da Terra e suas terras, águas e atmosferas através do sensoriamento remoto. O terceiro como a navegação por satélite, que permitem aos usuários determinem sua posição, velocidade e tempo processando sinais de satélites. E o quarto como as comunicações via satélite que incluem transmissão de dados em telecomunicações, transmissão de TV, telefone, rádio e, recentemente, a internet.

De acordo com o *OECD Handbook on Measuring the Space Economy* (2022), a economia espacial pode ultrapassar US\$ 1 trilhão até 2040 na projeção da consultoria Morgan Stanley.

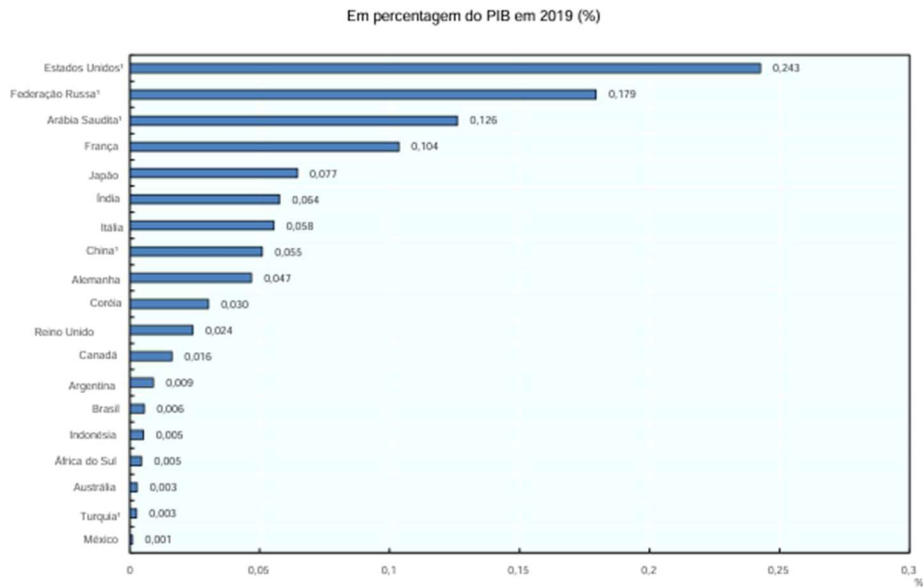
3.3.O SETOR ESPACIAL MUNDIAL

Para POLANSKY e CHO (2016), as nações soberanas são compelidas a buscar atividades espaciais devido aos benefícios potenciais significativos que elas oferecem. Isso inclui vantagens militares, capacidades aprimoradas de comunicação e navegação, inteligência de sensoriamento remoto, ciência espacial, avanço tecnológico, desenvolvimento econômico e prestígio nacional. O acesso ao espaço e a operação de satélites são vistos como meios para alcançar esses benefícios.

Acrescentam ainda, que os países emergentes podem beneficiar tecnológica, econômica e socialmente das atividades espaciais domésticas. No entanto, os recursos limitados e a falta de conhecimentos impedem que muitas nações não-espaciais iniciem projetos espaciais e muito menos construam programas espaciais ou de satélite sustentáveis (POLANSKY; CHO, 2016).

Os governos são os maiores investidores em lançadores, satélites e infraestruturas relacionadas ao espaço, assim eles tentam cada vez mais medir o impacto dos programas espaciais e a aplicação de tecnologias espaciais na economia e na sociedade (OECD, 2019). Esses investimentos totalizaram um montante de US\$ 79 bilhões em 2019, na figura 1 vemos os orçamentos dos países do G20.

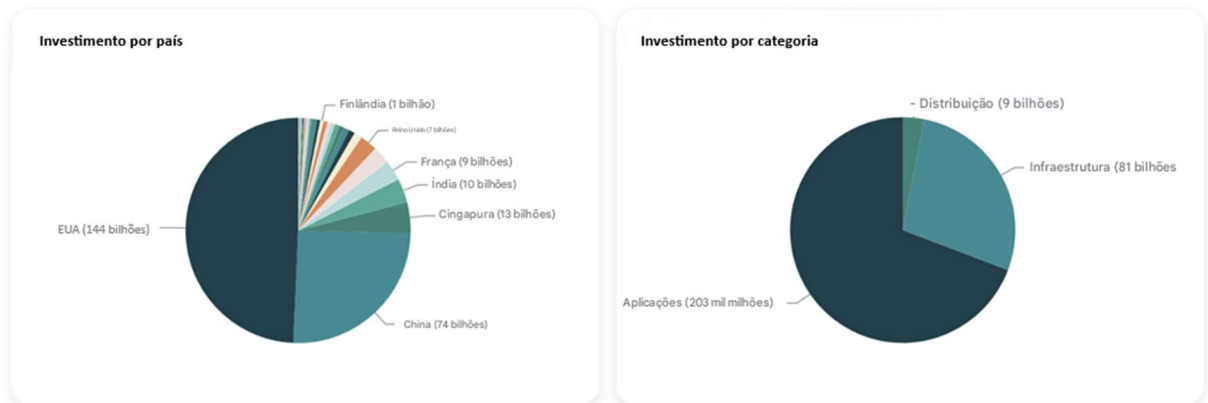
Figura 2- Estimativas de orçamentos dos governos em % do PIB em 2019



Fonte: OECD (2020)

De 2016 a 2024, os investimentos no setor somaram US\$ 292.8 bilhões. Os Estados Unidos têm o maior investimento em termos absolutos, com 144 bilhões de dólares, seguidos pela China, sendo esses dois países responsáveis por 74% de todo o valor investido (SPACE CAPITAL, s.d.).

Figura 3 - Investimento na Economia Espacial de 2016 a 2024



Fonte: SPACE CAPITAL (s.d)

Acompanhar o desenvolvimento do setor espacial e seus impactos contribui para políticas públicas mais informadas e pode melhorar a gestão, alocação e foco dos investimentos públicos. No entanto, esta pode ser uma tarefa desafiadora, devido à escassez de dados econômicos, longos intervalos de tempo entre os investimentos iniciais e os resultados alcançados; e, mais fundamentalmente, a natureza evolutiva da própria economia espacial e suas crescentes conexões com outros setores econômicos.

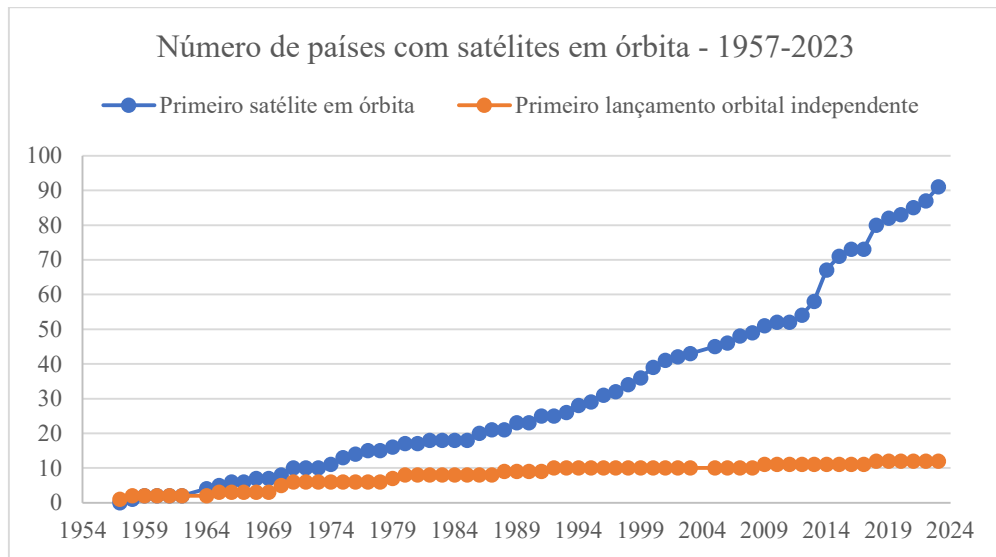
A OECD (2019) recomenda ações políticas em quatro áreas diferentes, sendo:

- 1) Aumentar o uso governamental de serviços comerciais: os orçamentos institucionais para o espaço ainda representam um impulsionador fundamental para atividades espaciais comerciais, com administrações públicas já atuando como financiadoras ou inquilinas âncora de muitos serviços espaciais comerciais. À medida que as capacidades do setor privado crescem, o governo pode fazer uso mais extensivo de serviços espaciais comerciais para tarefas cada vez mais sofisticadas.
- 2) Mapear economias espaciais nacionais: em cooperação com institutos nacionais de estatística, associações industriais e/ou contratantes privados. Todos os países e empresas têm a oportunidade de participar e se beneficiar das cadeias de valor globais do setor espacial. Os governos que financiam programas espaciais devem rastrear melhor quem está fazendo o quê na indústria espacial e além, por meio de pesquisas regulares da indústria e análise de dados administrativos existentes. Isso inclui mapear os diversos atores ao longo das cadeias de valor de suas economias espaciais nacionais.
- 3) Recursos humanos do setor espacial: especialmente em vista das tendências atuais de digitalização que aumentarão a competição por talentos e da ainda significativa disparidade de gênero no ensino superior e no emprego relacionados ao espaço. Programas para promover a participação justa no setor espacial se beneficiariam de mapas completos de emprego de gênero, a fim de rastrear, avaliar e comparar diferentes iniciativas.
- 4) Identificar soluções para mitigar os detritos espaciais: por meio de cooperação internacional, regulamentação e desenvolvimento de tecnologia.

Desde o primeiro satélite lançado em órbita, o Sputnik em 1957, quase 100 países registraram um satélite em órbita, 23 países estão buscando projetos nacionais de lançadores e 11 países estão desenvolvendo portos espaciais. Desde o início do ano 2000 mais de 30 agências espaciais foram estabelecidas em todo o mundo (OECD, 2023).

Até o ano de 2019 apenas dez países detinham a capacidade de realizar um lançamento espacial orbital, fabricar e manter uma frota de lançadores sendo: China, Índia, Irã, Israel, Japão, Coreia do Sul, Nova Zelândia, Coreia do Norte, Rússia e Estados Unidos e a Agência Espacial Europeia (ESA). Dentre eles, seis deles podem lançar para a órbita geossíncrona a cerca de 36.000 km de altitude: China, Índia, Japão, Federação Russa, ESA e Estados Unidos (OECD, 2023).

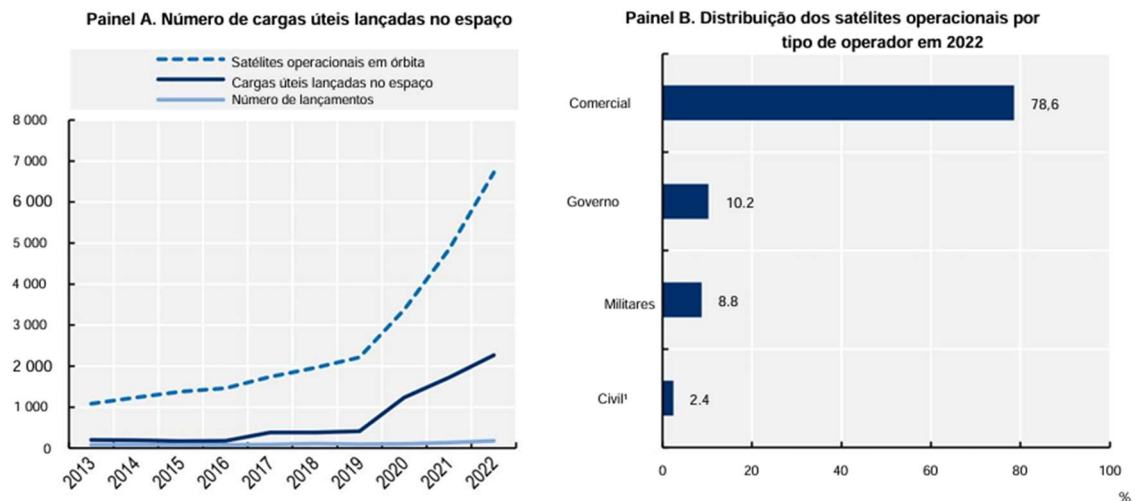
Figura 4 - Número de países com satélite em órbita



Fonte: OECD (2023)

De acordo com a OECD (2023), no final de 2023, havia cerca de 6700 satélites operacionais em órbita. Os satélites ativos são operados principalmente por atores comerciais (78,6%), seguidos por atores governamentais (10,2%), militares (8,8%) e civis (2,4%), conforme mostrado na Figura 2.

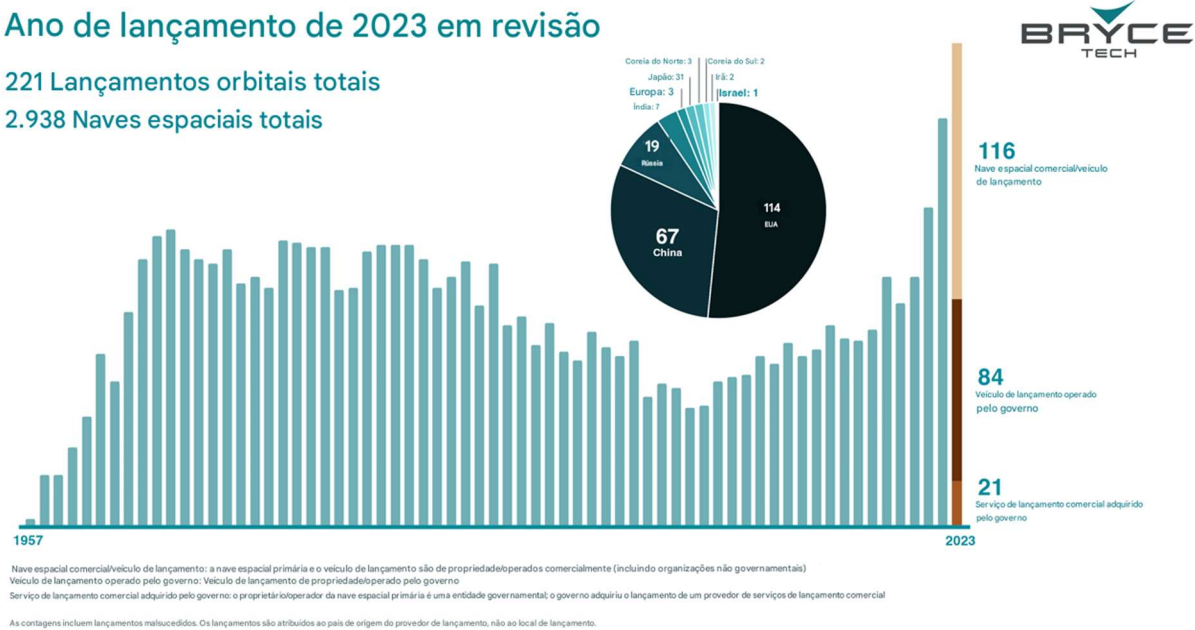
Figura 5 - Satélites em órbita



Fonte: OECD (2023)

No ano de 2023, a consultoria da Bryce Tech (2024) verificou que houve um total de 221 lançamentos orbitais, com lançamento de 2.938 naves espaciais. Vemos ainda que esses lançamentos são representados por três países: os EUA, China e Rússia.

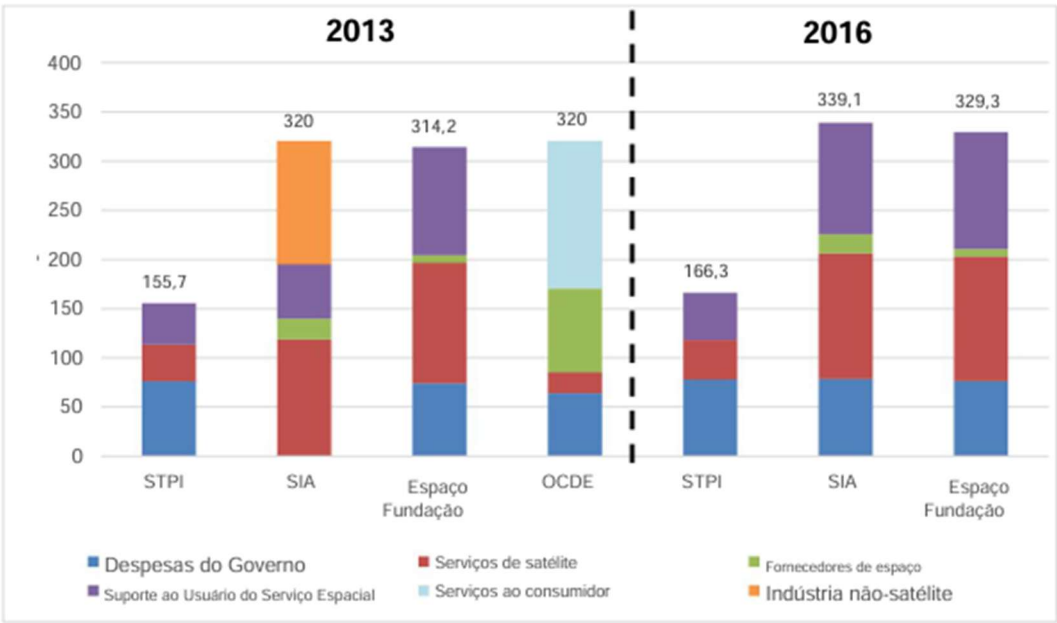
Figura 6 - Lançamentos no ano de 2023



Fonte: Bryce Tech (2024)

CRANE et al (2020) estimou a economia espacial em US\$ 155,7 bilhões em 2013 e US\$ 166,8 bilhões em 2016, com base no Relatório Anual do Estado da Indústria de Satélites, o *Satellite Industry Association's (SIA's)* mas também analisou outras três de dados de economia espacial mostrados na figura 6.

Figura 7 Economia Espacial de 2013 e 2016



Fonte: Traduzido de CRAMER et al

A tabela 1 mostra as estimativas de projeção da economia por diversos órgão para i abi de 2040.

Tabela 1-Projeções para 2040 do Tamanho e Composição da Economia Espacial

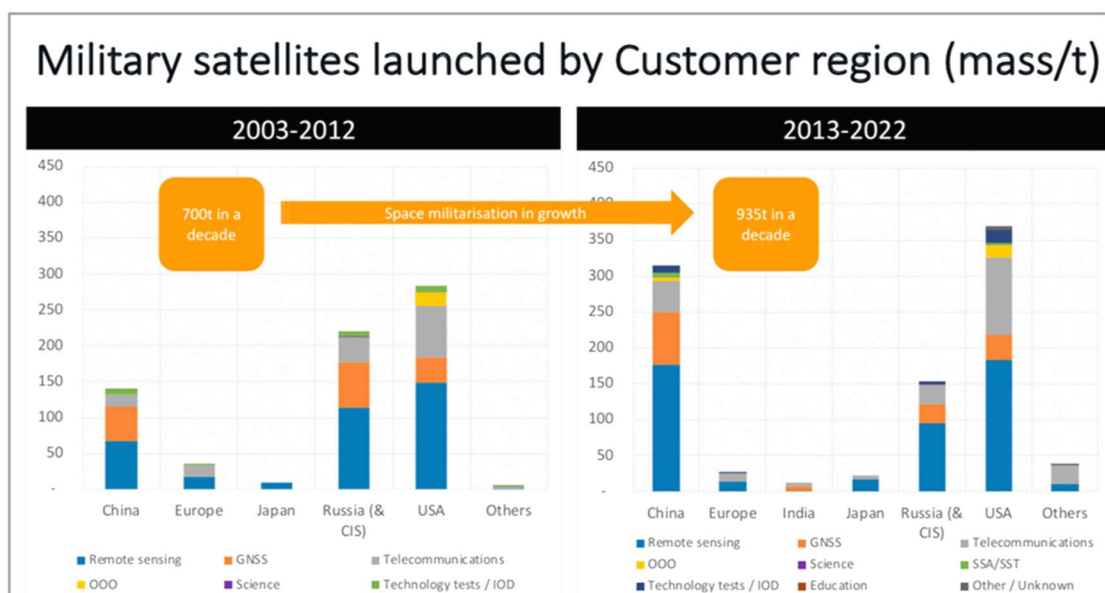
Instituição	Ano	Economia Espacial em 2016	Economia Espacial Futura	Taxa Anual Composta de Crescimento
UBS	2040	\$340 bilhões	\$926 bilhões	4,3%
Morgan Stanley	2040	\$339 bilhões	\$1,1 trilhão	4,9%
Câmara de Comércio dos EUA	2040	\$383,5 bilhões	\$1,5 trilhão	6%
Bank of América	2045	\$339 bilhões	\$2,7 trilhões	9%
Goldman Sachs	~2040	\$340 bilhões	múltiplos trilhões de dólares	9,5%

Fonte: Traduzido de CRANE et al (2020)

UNDSETH e JOLLY (2022) destacam que a digitalização da sociedade e o agravamento das tensões geopolíticas globais ressaltam a relevância da infraestrutura espacial, englobando tanto os sistemas baseados no espaço quanto seus segmentos de apoio em terra. Nesse contexto, os autores destacam os conflitos entre a Rússia e a Ucrânia, onde sinais e imagens de satélite fizeram contribuições importantes para capacidades militares ucranianas e apoiaram uma cobertura de mídia quase em tempo real sem precedentes dos eventos; demonstrando a importância estratégica da infraestrutura de banda larga baseada no espaço robusta para fins estratégicos e de segurança.

Segundo o relatório da EUROSPACE (2023), a última década registrou um aumento significativo no número de satélites militares lançados, refletindo a importância citada por UNDSETH e JOLLY (2022) das capacidades espaciais para a segurança e defesa nacional. A figura abaixo mostra esse crescimento do período de 2013 a 2022 em relação à década anterior:

Figura 8 - Lançamentos de satélites militares



Fonte: EUROSPACE (2023)

3.4.O PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO

O Brasil orienta sua política externa no âmbito espacial com base no respeito aos princípios internacionais relacionados à utilização do espaço exterior. Esses princípios incluem a utilização do espaço em benefício e no interesse de toda a humanidade; o direito à liberdade de exploração do espaço exterior, em condições de igualdade para todos os países; a manutenção da paz e da segurança internacionais; e o respeito ao Direito Internacional e à Carta das Nações Unidas (BRASIL, 2020).

De acordo com a Estratégia Nacional de Defesa, (END) o setor espacial, juntamente com os setores cibernético e nuclear, é considerado estratégico para a Defesa Nacional (BRASIL, 2020a).

As origens do setor espacial brasileiro estão relacionadas à criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) e do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (MATOS; FERREIRA, 2020), sendo o um dos primeiros países, no início da década de 1960, a formalizar um arranjo institucional dedicado às atividades espaciais (TERACINE, 1999).

CRANE et al (2020) descreve que os gastos governamentais no setor espacial são feitos para alcançar as políticas públicas, como exploração espacial humana, ciência espacial ou segurança nacional ou atividades de operações de satélites.

O Programa Espacial Brasileiro (PEB) tem como finalidade central o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias espaciais voltadas à solução de demandas nacionais, promovendo impactos concretos e positivos para a sociedade brasileira. Os projetos espaciais impulsionam o avanço científico e tecnológico das instituições de pesquisa e desenvolvimento (Instituições Científicas e Tecnológicas - ICTs) e da indústria aeroespacial, fortalecendo assim o poder aeroespacial, a pesquisa científica, a inovação, as operações de lançamento nacionais e os serviços tecnológicos em sistemas aeronáuticos, espaciais e de defesa. A conquista da capacidade de desenvolver tecnologias de alto valor agregado reflete-se no crescimento econômico do país e desempenha um papel estratégico que contribui para o aumento do papel do Brasil na geopolítica das nações mais influentes internacionalmente (BRASIL, 2020).

A Força Aérea (FAB) e a Agência Espacial Brasileira (AEB) trabalham em conjunto no setor espacial, utilizando o complexo científico-tecnológico e colaborando com a Base Industrial de Defesa. Suas atribuições são as seguintes:

- a) desenvolver soluções para veículos lançadores de satélites e tecnologias associadas que permitam fazer uso de plataformas espaciais com finalidades de comunicações, observação da terra, vigilância, meteorologia e navegação;
- b) incrementar as competências associadas ao projeto, à fabricação e à integração de plataformas espaciais (satélites), buscando o atendimento das demandas da Defesa e dos demais órgãos governamentais;

- c) buscar soluções inovadoras para as telecomunicações entre os segmentos espacial e terrestre; e
- d) promover a cooperação internacional nas áreas de concepção, de projeto, de desenvolvimento e de operação de sistemas espaciais, com vistas a acelerar a aquisição de conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2020a).

Os esforços no setor espacial visam garantir o acesso a dados e viabilizar o desenvolvimento econômico de tecnologias críticas para o país, além de estabelecer condições favoráveis para o intercâmbio de pessoal, instrumentação e dados, assegurando a participação do Brasil em programas científicos internacionais. Além disso, o setor espacial promove o uso dessas tecnologias em aplicações para a sociedade nas áreas de comunicações, meteorologia, observação da Terra, navegação e monitoramento do espaço, bem como a exploração comercial de serviços e produtos relacionados às atividades espaciais (BRASIL, 2020a).

3.4.1. O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)

A instituição da Agência Espacial Brasileira (AEB), em 1994, representou um avanço relevante na consolidação do programa espacial nacional. A AEB foi estabelecida pelo governo federal com o objetivo de unificar a gestão do programa espacial e destacar seus propósitos civis para a comunidade internacional (AEB, 2022).

A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), cujo objetivo é “promover a capacitação do país para desenvolver e utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira” apresentam as diretrizes área espacial no Brasil (AEB, 2012).

Elaborado pela Agência Espacial Brasileira (AEB), o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) constitui um instrumento estratégico que direciona o planejamento, a execução e o desenvolvimento das ações relacionadas ao setor espacial no país. A sua nova edição é o resultado de um extenso trabalho colaborativo que teve início em 2019. O estabelecimento do Grupo de Trabalho reuniu várias instituições e profissionais que desempenharam um papel proativo e construtivo na elaboração do programa para o período de 2022 a 2031 (AEB, 2022).

O PNAE estabelece os seguintes fatores críticos para o fortalecimento do Setor Espacial Brasileiro:

- (..) articulação e convergência entre os diversos atores envolvidos - governo, indústria, academia e sociedade/
- sensibilização da opinião pública em relação à temática espacial;
- criação de oportunidades de investimentos no setor espacial;
- priorização de tecnologias que possam proporcionar inovação e se transformar em produto em curto e médio prazos; e
- harmonização de iniciativas civis e de defesa nacional no setor espacial. (AEB, 2022).

O PNAE (AEB, 2022) estabelece objetivos estratégicos que estão alinhados aos interesses estratégicos do Brasil no setor espacial. Esses objetivos incluem:

- 1) Desenvolvimento do Setor Espacial: O PNAE busca estabelecer, desenvolver e promover o desenvolvimento do setor espacial brasileiro, abrangendo áreas como pesquisa, tecnologia, inovação e infraestrutura. O programa visa fortalecer a capacidade do Brasil em atividades espaciais e estimular a participação de instituições públicas e privadas nesse setor.
- 2) Desenvolvimento Socioeconômico: O PNAE busca contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil e ao atendimento às necessidades da sociedade e do Estado, por meio da utilização de serviços de satélites artificiais na solução de problemas do cotidiano da sociedade; por meio da geração de empregos, estímulo à indústria espacial nacional, transferência de tecnologia, promoção de inovação e criação de oportunidades de negócios relacionados ao setor espacial.
- 3) Desenvolvimento da Indústria Nacional: ao atuar como consumidor, apresenta-se não apenas como um facilitador do acesso da sociedade a produtos espaciais, mas, também, como um indutor de desenvolvimento industrial, científico e tecnológico nacional. Para desenvolver a indústria nacional de maneira a consolidá-la competitivamente nos mercados de bens e de serviços espaciais e a gerar benefícios socioeconômicos ao País
- 4) Estimular negócios e empreendedorismo no setor privado: incentivar o uso de tecnologias espaciais em diversas áreas da sociedade, como comunicações, observação da Terra, meteorologia, monitoramento ambiental, segurança nacional, agricultura, entre outras. O programa busca promover a utilização efetiva dos recursos espaciais para benefício do país e da população. Esse ciclo positivo gera negócios e empreendedorismo no setor privado nacional para o desenvolvimento e para a utilização de bens e de serviços espaciais
- 5) Avanço Científico e Tecnológico: visa impulsionar o avanço científico e tecnológico do país por meio de atividades espaciais. Isso inclui o estímulo à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias espaciais, a capacitação de recursos humanos qualificados e a promoção da cooperação internacional nessa área.
- 6) Garantir a não dependência no desenvolvimento e no controle dos sistemas espaciais nacionais: garantir soberania sobre os dados espaciais que o País precisa, encaixa-se toda a cadeia desde o acesso ao espaço até o processamento

das informações que esse acesso proporciona. Promover a exploração espacial brasileira, envolvendo a realização de missões espaciais, o lançamento e operação de satélites, o desenvolvimento de veículos lançadores e o estabelecimento de parcerias com outros países e organizações internacionais.

- 7) Consolidar de forma ativa, em todos os setores da sociedade, o entendimento sobre os benefícios diretos e indiretos, existentes e potenciais, do setor espacial para o Brasil.

3.4.2. O Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE)

Na área militar, os sistemas espaciais permitem ao país poder de combate em áreas de conflito e instabilidade e permitem que as forças armadas colem informações vitais sobre ameaças estrangeiras, naveguem e manobrem rapidamente e se comuniquem entre si em qualquer lugar do globo para garantir nossa segurança e resposta rápida a crises militares e humanitárias internacionais (U.S. DEFENSE INTELLIGENCE AGENCY, 2022).

No caso do Brasil, além da diminuição de dependência desses bens econômicos de países detentores desses meios, o investimento em sistemas espaciais permite a chegada de internet em áreas remotas sem a necessidade de intervenção em florestas, evitando o desmatamento e possibilitando apoio às populações de áreas remotas do país; permite a vigilância das fronteiras e o controle do desmatamento.

Apesar do aumento da demanda de recursos baseados no espaço, verificamos que as ofertas desses produtos são baseadas em mercados de competição imperfeita de oligopólios, fazendo com que o país tenha dependência tecnológica de países detentores dessa tecnologia.

O setor de Defesa Nacional se encontra sob a guarda da END. O PESE é um programa criado para atender às necessidades estratégicas das Forças Armadas e da sociedade brasileira.

O PESE mapeia as necessidades presentes e futuras da Defesa Nacional. Concentra em cinco pilares fundamentais com ênfase na característica de uso múltiplo de sistemas espaciais, no fortalecimento da indústria nacional, no desenvolvimento científico brasileiro, na garantia de uma demanda contínua por produtos e no índice crescente de nacionalização.

O PESE faz a seguinte consideração:

“O Brasil, com as dimensões continentais, não pode prescindir do uso do espaço para aprimorar os seus sistemas de defesa com o objetivo de promover maior soberania e bem-estar social. Incluir o País num cenário global, onde poucos países detêm as capacidades gerenciais, operacionais, tecnológicas e industriais para fazer uso do espaço, requer um esforço coordenado entre diversos segmentos da sociedade organizada para a elaboração de um programa que venha a atingir os benefícios esperados”

Assim, considerando a demanda crescente desses serviços, o PESE estabelece como diretriz o uso dual dos sistemas, possibilitando, ainda, o fomento à obtenção da capacidade tecnológica e industrial no País.

3.4.3. Visão Geral do Orçamento Anual do Setor espacial brasileiro

A política e as atividades espaciais brasileiras têm sofrido com as variações orçamentárias desde o início do programa espacial. CABELLO e FREITAS (2022) identificaram que as áreas prioritárias foram os centros de lançamento e os sistemas de observação da terra para o programa espacial brasileiro. Foi constatado que o financiamento para instituições de pesquisa tem diminuído ao longo do tempo, o que não era tão claro em dados anteriores.

A figura 1 mostra o orçamento destinado ao Programa Espacial Brasileiro, bem como aportes de outros programas setoriais estratégicos, como o de Implantação do Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) do orçamento destinado à Defesa Nacional no período de 2016 a 2023. Nele observamos o valor de R\$159 milhões no ano de 2023.

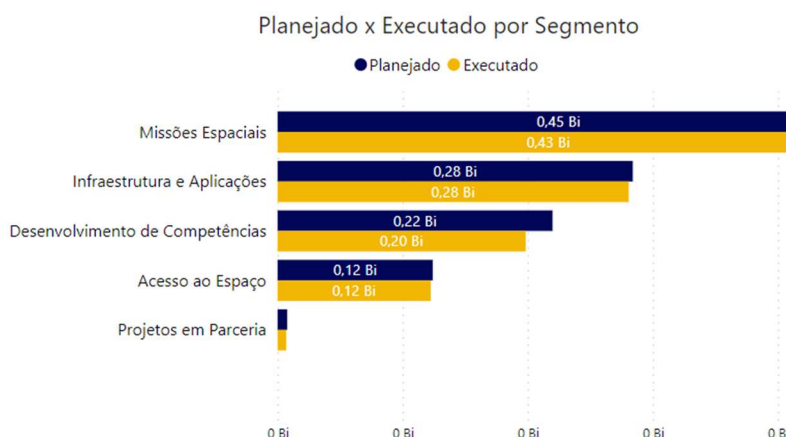
Figura 9 - Execução Orçamentária do setor espacial de 2016-2023



Fonte: AEB (2025). Data de atualização 31/12/2023

Dentro do orçamento destinado ao Programa espacial brasileiro verificamos que a maior parte foi destinada às missões espaciais, seguido de investimento em infraestrutura e aplicações.

Figura 10 Execução Orçamentária por Segmento 2016-2023



Fonte: AEB (2025). Data de atualização 31/12/2023

3.5.ECONÔMIA DE DEFESA

A defesa nacional desempenha um papel crucial na proteção dos interesses da nação e na garantia da sua soberania. O fortalecimento das capacidades militares, a segurança das fronteiras e a proteção dos recursos estratégicos são elementos essenciais para a defesa do país. A defesa nacional também desempenha um papel dissuasório, contribuindo para a estabilidade regional e internacional.

Para isso é necessário coordenação nas áreas de desenvolvimento, diplomacia e Defesa Nacional, garantindo assim a estabilidade institucional de uma nação no âmbito interno ou internacional. Assim, uma os investimentos realizados em cada uma dessas áreas devem considerar os objetivos a serem alcançados pelo emprego da Defesa e aos atendimentos das necessidades da sociedade (BRASIL, 2020).

A economia de defesa estuda as interações entre os setores de defesa e a economia de um país. Abrange as atividades econômicas relacionadas à produção, aquisição e uso de recursos e bens destinados à defesa e segurança nacional. Além disso analisa o impacto das despesas com defesa nos gastos públicos, na indústria de defesa, no emprego, na inovação tecnológica, no comércio internacional e em outros aspectos econômicos. Considera ainda a influência das políticas de defesa na alocação de recursos, na competitividade econômica e no desenvolvimento tecnológico.

O campo da economia da defesa é amplo no seu âmbito e cruza-se com uma variedade de subcampos econômicos, incluindo economia pública, escolha pública, microeconomia e macroeconomia, economia regional e economia internacional. A economia da defesa é conceituada como “o estudo da alocação de recursos, fluxo de renda, crescimento econômico e estabilização aplicada a tópicos relacionados à Defesa” (HARTLEY; SANDLER, 1995, p. 6).

4. METODOLOGIA

A metodologia apresentada nesse capítulo será orientada para o atingimento do objetivo de descrever a economia espacial de Defesa no Brasil, analisando os orçamentos públicos destinados para o setor e analisando os investimentos brasileiros em comparação com o cenário mundial, identificando os desafios, as oportunidades e os impactos econômicos associados ao desenvolvimento desse setor estratégico, voltados para aplicações em Defesa Nacional.

GIL (2002, p.17) define pesquisa como “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”.

A pesquisa adota uma abordagem metodológica de natureza qualitativa e exploratória, com suporte quantitativo, voltada para a análise da economia espacial de defesa no Brasil em perspectiva comparativa com experiências internacionais. Tal escolha metodológica se justifica pela complexidade e multidimensionalidade do objeto de estudo, que envolve desde aspectos institucionais e estratégicos até variáveis econômicas e tecnológicas associadas à indústria espacial e às políticas de defesa.

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e documental, fundamentada em fontes secundárias provenientes de relatórios técnicos, documentos oficiais, publicações institucionais e artigos científicos indexados em bases como *Scopus*, *Web of Science* e SciELO. Entre os documentos utilizados, destacam-se os relatórios da Agência Espacial Brasileira (AEB), da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), da EUROCONSULT (2023), da BryceTech (2024) e do Bureau of Economic Analysis (BEA).

O delineamento da pesquisa é do tipo comparativo internacional, tendo como recorte os seguintes países: Estados Unidos, China, Japão, países europeus, Canadá, Índia e Brasil. A seleção dessas nações baseou-se em critérios de relevância econômica, tecnológica e estratégica no setor espacial, bem como na disponibilidade de dados públicos e acessíveis. A comparação se desenvolveu a partir nível de investimentos públicos e privados; aplicações espaciais com ênfase em defesa; e mecanismos de integração entre os setores civil, militar e comercial.

A coleta de dados se deu entre janeiro e abril de 2025, por meio de acesso a bancos de dados oficiais (como o Observatório Espacial da AEB), consultas a relatórios anuais e painéis estatísticos, além da análise de *white papers* e documentos estratégicos de defesa espacial publicados por agências como a NASA, a UK Space Agency, a China National Space Administration (CNSA) e o Departamento de Defesa dos Estados Unidos.

Embora a metodologia adotada permita uma visão ampla e articulada do problema de pesquisa, reconhece-se a existência de limitações. A principal delas diz respeito à restrição de acesso a dados sensíveis, especialmente os relacionados a investimentos militares e tecnologias de uso dual, que muitas vezes são classificados ou sujeitos a controle de divulgação. Além disso, a heterogeneidade nas metodologias estatísticas internacionais pode dificultar a padronização plena dos dados comparativos, exigindo interpretações prudentes e triangulações metodológicas constantes.

Ainda assim, a estratégia metodológica adotada fornece subsídios robustos e relevantes para a compreensão crítica da posição do Brasil no sistema espacial global, especialmente no que se refere à sua capacidade de integrar as dimensões econômica, tecnológica e de defesa no desenvolvimento de uma política espacial soberana e sustentável.

5. RESULTADO

5.1.ECONOMIA ESPACIAL BRASILEIRO NO SETOR PÚBLICO

O setor espacial tem uma natureza intrinsecamente estratégica, desempenhando um papel crítico em áreas como comunicação, monitoramento ambiental, segurança nacional e inovação tecnológica. Nesse contexto, o governo exerce uma função central na definição de políticas públicas, alocação de recursos financeiros e na promoção de parcerias com o setor privado e instituições de pesquisa.

Este capítulo busca investigar o desempenho orçamentário e as prioridades estabelecidas pelos órgãos públicos brasileiros vinculados ao setor espacial. A análise dos dados financeiros é uma ferramenta fundamental para avaliar o comprometimento governamental com o desenvolvimento do setor e identificar lacunas que possam comprometer a competitividade do Brasil no cenário internacional.

Serão abordados, entre outros aspectos, os valores destinados a iniciativas espaciais nos últimos anos, as instituições diretamente envolvidas, como a Agência Espacial Brasileira (AEB), e os programas estratégicos financiados com recursos públicos.

Com base nessa investigação, o objetivo é fornecer uma visão abrangente do papel do setor público na construção de uma economia espacial robusta no Brasil, ressaltando não apenas os avanços alcançados, mas também as áreas que demandam maior atenção e investimentos. Essa discussão é crucial para informar tomadores de decisão e para fomentar o debate sobre o futuro do setor espacial no país.

5.1.1. Orçamento do Programa Espacial brasileiro

Os dados obtidos são oriundos da Lei Orçamentária do Setor Espacial Brasileiro, apresenta-se a visão dos valores orçamentários públicos aplicados pela União no ano orçamentário vigente – Lei Orçamentária Anual, ou LOA.

Dentro da LOA os gastos do PEB são divididos em cinco categorias: missões espaciais, acesso ao espaço, infraestrutura e aplicações, desenvolvimento de competências e projetos em parceria.

Os dados da execução financeira de 2016 a 2024 do setor estão mostrados na tabela 2.

Tabela 2 - Dados do orçamento (continua)

Programa Espacial Brasileiro			
2016			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 62,688,507.00	R\$ 58,269,657.07	92.95%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 52,895,807.00	R\$ 35,259,673.32	66.66%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 50,180,213.00	R\$ 48,621,396.10	96.89%
Acesso ao Espaço	R\$ 10,251,179.00	R\$ 8,891,131.70	86.73%
Projetos em Parceria	R\$ -	R\$ -	
Total	R\$ 176,015,706.00	R\$ 151,041,858.19	85.81%
2017			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 96,301,600.00	R\$ 84,476,983.28	87.72%
Acesso ao Espaço	R\$ 25,276,233.00	R\$ 25,213,164.63	99.75%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 22,320,433.00	R\$ 21,912,148.22	98.17%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 8,885,753.00	R\$ 6,156,211.52	69.28%
Projetos em Parceria	R\$ -	R\$ -	0.00%
Total	R\$ 152,784,019.00	R\$ 137,758,507.65	90.17%
2018			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 71,698,251.00	R\$ 71,696,794.09	100.00%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 30,989,293.00	R\$ 30,957,308.27	99.90%
Acesso ao Espaço	R\$ 22,290,553.00	R\$ 22,271,578.32	99.91%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 20,480,853.00	R\$ 20,369,380.46	99.46%
Projetos em Parceria			
Total	R\$ 145,458,950.00	R\$ 145,295,061.14	99.89%
2019			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 64,374,711.00	R\$ 64,374,294.84	100.00%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 29,932,900.00	R\$ 29,643,574.36	99.03%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 18,910,731.00	R\$ 18,735,533.65	99.07%
Acesso ao Espaço	R\$ 18,645,481.00	R\$ 18,591,236.25	99.71%
Projetos em Parceria			
Total	R\$ 131,863,823.00	R\$ 131,344,639.10	99.61%
2020			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 66,465,764.00	R\$ 66,458,764.81	99.99%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 49,001,194.00	R\$ 48,836,106.45	99.66%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 23,422,908.00	R\$ 23,210,224.55	99.09%
Acesso ao Espaço	R\$ 15,250,888.00	R\$ 15,249,544.06	99.99%
Projetos em Parceria	R\$ -	R\$ -	
Total	R\$ 154,140,754.00	R\$ 153,754,639.87	99.75%
2021			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 26,952,395.00	R\$ 26,952,394.97	100.00%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 20,668,651.00	R\$ 20,695,885.64	100.13%
Acesso ao Espaço	R\$ 18,039,209.00	R\$ 18,053,218.25	100.08%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 17,147,264.00	R\$ 17,016,485.63	99.24%
Projetos em Parceria	R\$ 5,000,000.00	R\$ 4,985,648.31	99.71%
Total	R\$ 87,807,519.00	R\$ 87,703,632.80	99.88%

Fonte: AEB (2025) com fontes do SIGA Brasil

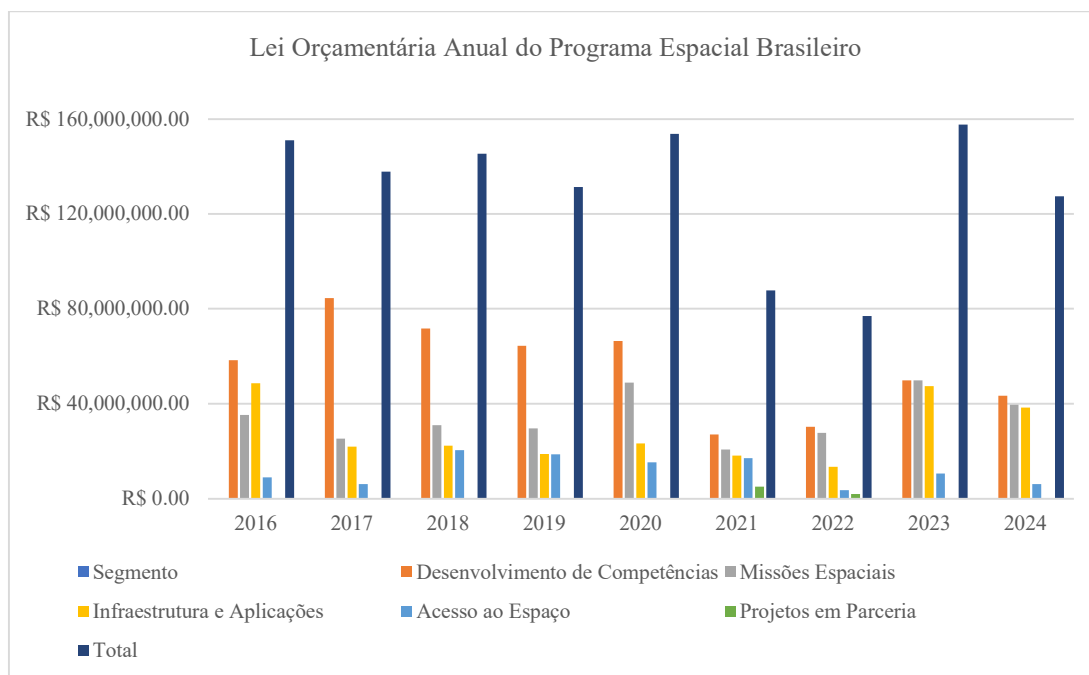
Tabela 2 - Dados do orçamento (continuação)

Programa Espacial Brasileiro			
2022			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 30,556,120.00	R\$ 30,312,360.21	99.20%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 28,027,984.00	R\$ 27,733,730.38	98.95%
Missões Espaciais	R\$ 13,465,001.00	R\$ 13,436,530.04	99.79%
Acesso ao Espaço	R\$ 3,569,367.00	R\$ 3,549,568.87	99.45%
Projetos em Parceria	R\$ 2,691,390.00	R\$ 1,909,532.65	70.95%
Total	R\$ 78,309,862.00	R\$ 76,941,722.15	98.25%
2023			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 50,354,027.00	R\$ 49,788,137.33	98.88%
Desenvolvimento de Competências	R\$ 50,048,331.00	R\$ 49,871,685.42	99.65%
Missões Espaciais	R\$ 47,477,071.00	R\$ 47,348,071.06	99.73%
Acesso ao Espaço	R\$ 10,710,696.00	R\$ 10,609,932.23	99.06%
Projetos em Parceria	R\$ 34,720.00	R\$ 34,720.00	100.00%
Total	R\$ 158,624,845.00	R\$ 157,652,546.04	99.39%
2024			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Desenvolvimento de Competências	R\$ 43,397,662.00	R\$ 43,384,405.96	99.97%
Missões Espaciais	R\$ 39,596,531.00	R\$ 39,575,325.21	99.95%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 38,349,865.00	R\$ 38,362,367.27	100.03%
Acesso ao Espaço	R\$ 6,137,630.00	R\$ 6,138,357.46	100.01%
Projetos em Parceria	R\$ -	R\$ -	
Total	R\$ 127,481,688.00	R\$ 127,460,455.90	99.98%

Fonte: AEB (2025) com fontes do SIGA Brasil

A análise dos dados do orçamento público destinado ao setor espacial brasileiro, destinados ao PEB, entre os anos de 2016 e 2024 evidencia dinâmicas orçamentárias marcadas por oscilações expressivas, com diminuições expressivas nos anos de 2021 e 2022, revelando fragilidades institucionais, falta de continuidade nas políticas públicas e mudanças nas prioridades governamentais ao longo do período. Os dados analisados foram organizados por segmento, sendo Desenvolvimento de Competências, Missões Espaciais, Infraestrutura e Aplicações, Acesso ao Espaço e Projetos em Parceria. A figura 11 mostra os orçamentos anuais totais e por segmento:

Figura 11 Orçamentos anuais do Programa Espacial Brasileiro



Fonte: Elaborado pela autora

O segmento de Desenvolvimento de Competências concentrou a maior parte dos recursos ao longo da série histórica, com destaque para os anos de 2017, quando representou aproximadamente 61,3% do total investido, e 2018, com 49,3%. Contudo, a partir de 2021 observa-se uma retração preocupante, que alcança valores percentuais abaixo de 30% em alguns anos, revelando a ausência de uma política de longo prazo consistente para capacitação e inovação.

O segmento de Missões Espaciais apresentou comportamento variável, atingindo seu ápice em 2020, quando absorveu 31,8% do orçamento anual. Entretanto, a irregularidade na alocação de recursos em anos subsequentes limita a continuidade de programas espaciais, prejudicando a consolidação de capacidades autônomas e a obtenção de resultados científicos, tecnológicos e comerciais.

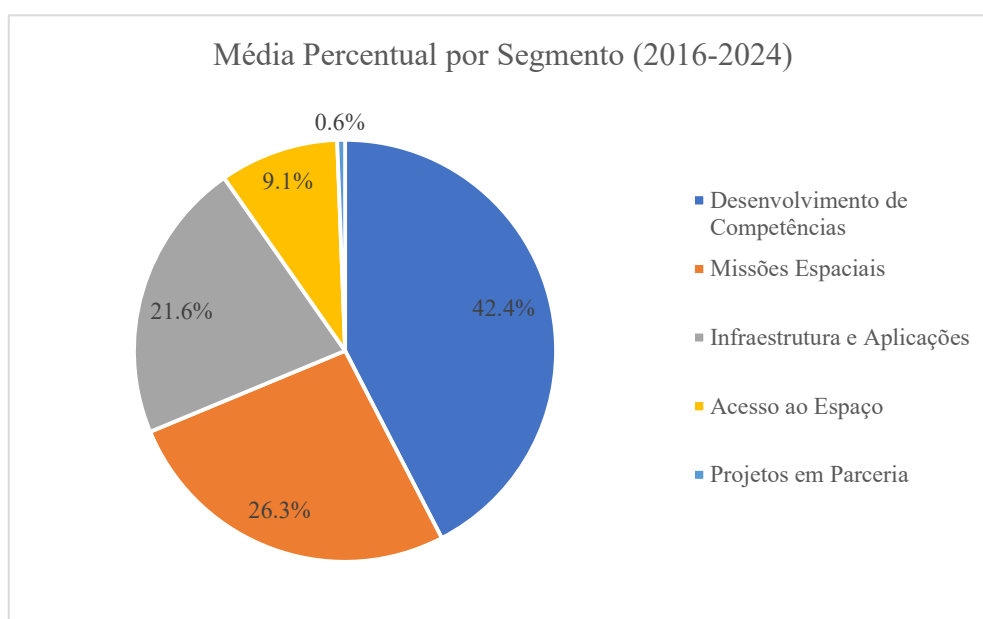
Na Infraestrutura e Aplicações, identificou-se uma tendência de declínio progressivo. Em 2016, o segmento representou 32,2% do total, mas os percentuais caíram significativamente nos anos seguintes, oscilando em torno de 14% a 15% entre 2018 e 2020. Embora tenha havido recuperação parcial em 2023, a queda em 2024 reforça o diagnóstico de que a infraestrutura espacial brasileira carece de investimentos consistentes para modernização, integração e ampliação, o que limita a capacidade do país de gerar benefícios econômicos e sociais a partir do espaço.

O segmento de Acesso ao Espaço apresentou fortes oscilações, tendo saído de 5,9% em 2016 para 14% em 2018 e 2019, antes de cair para apenas 9,9% em 2020 e atingir mínimos históricos abaixo de 1% em 2022 e 2024. Essa redução é especialmente preocupante, pois sinaliza o esvaziamento dos investimentos em autonomia de lançamento e operação, o que compromete a soberania tecnológica e reduz a capacidade do Brasil de competir no cenário global.

Os Projetos em Parceria emergem no cenário orçamentário somente a partir de 2021, mas rapidamente perdem representatividade, caindo de 5,7% para percentuais residuais de 0,03% em 2023 e chegando a zero em 2024. Essa tendência contraria o padrão internacional observado nas principais potências espaciais, nas quais as parcerias, tanto público-privadas quanto internacionais, constituem vetores essenciais para reduzir custos, compartilhar riscos e ampliar capacidades.

A figura 12 mostra a média percentual por segmento no período analisado.

Figura 12 - Média percentual por segmento



Fonte: Elaborada pela autora

Esse gráfico reforça a concentração histórica de recursos em capacitação e missões, destacando a fragilidade nos investimentos em autonomia de lançamento e parcerias, pontos críticos para o avanço do programa espacial nacional.

5.1.2. Orçamento do programa estratégico de sistemas espaciais

Os dados obtidos são oriundos da Lei Orçamentária do Setor Espacial Brasileiro, sendo esses empreendimentos que compreendem o projeto, a viabilização e disponibilização de artefatos espaciais e suas infraestruturas de solo aplicadas a Defesa Nacional.

Tabela 3 - Dados da Defesa (continua)

Defesa Nacional			
2016			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 1,539,260.00	R\$ 1,057,929.76	68.73%
Total	R\$ 1,539,260.00	R\$ 1,057,929.76	68.73%
2017			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 31,500,000.00	R\$ -	0.00%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 4,716,379.00	R\$ 1,926,446.73	40.85%
Total	R\$ 36,216,379.00	R\$ 1,926,446.73	5.32%
2018			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	R\$ 30,000,000.00	R\$ 29,879,646.94	99.60%
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 10,280,000.00	R\$ 10,285,924.67	100.06%
Total	R\$ 40,280,000.00	R\$ 40,165,571.61	99.72%
2019			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Missões Espaciais	9500000	9508540.16	100.09%
Infraestrutura e Aplicações	6750667	6517405.48	96.54%
Total	R\$ 16,250,667.00	R\$ 16,025,945.64	98.62%
2020			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 49,155,669.00	R\$ 49,068,203.46	99.82%
Missões Espaciais	R\$ 4,890,885.00	R\$ 5,034,232.32	102.93%
Total	R\$ 54,046,554.00	R\$ 54,102,435.78	100.10%
2021			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 8,150,075.00	R\$ 8,161,706.29	100.14%
Missões Espaciais	R\$ 1,777,300.00	R\$ 2,011,674.15	113.19%
Total	R\$ 9,927,375.00	R\$ 10,173,380.44	102.48%
2022			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 13,896,893.00	R\$ 13,850,095.77	99.66%
Missões Espaciais	R\$ 2,030,400.00	R\$ 2,030,400.00	100.00%
Total	R\$ 15,927,293.00	R\$ 15,880,495.77	99.71%
2023			
Segmento	Planejado	Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$ 14,283,151.00	R\$ 14,282,808.30	100.00%
Missões Espaciais	R\$ 1,800,000.00	R\$ 1,800,000.00	100.00%
Total	R\$ 16,083,151.00	R\$ 16,082,808.30	100.00%

Fonte: AEB (2025) com fontes do SIGA Brasil

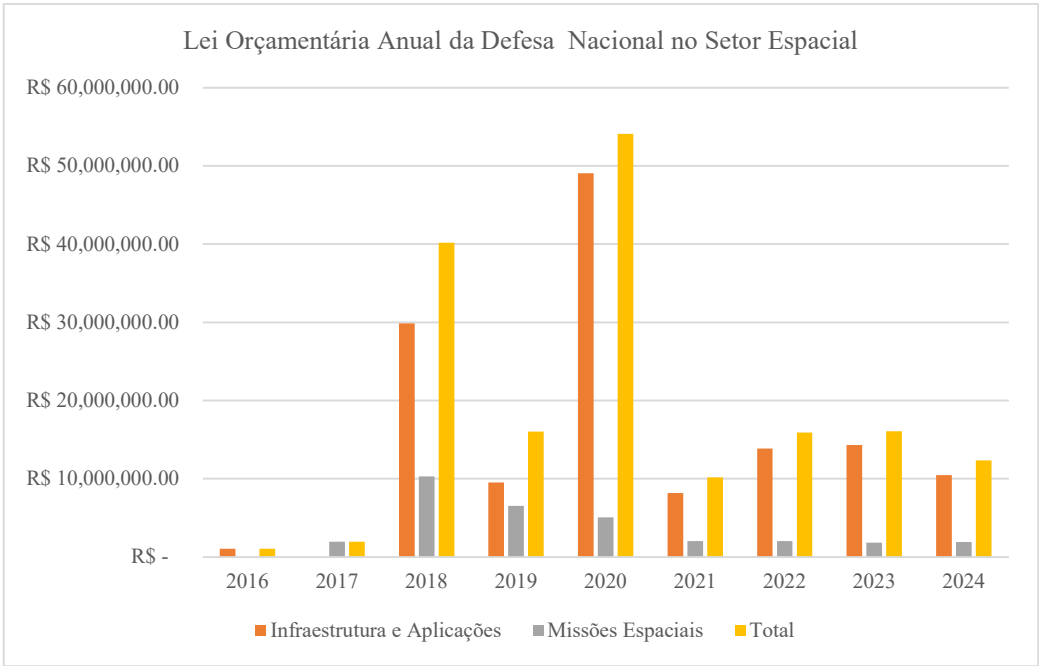
Tabela 3 - Dados da Defesa (continuação)

Defesa Nacional				
2024				
Segmento	Planejado		Executado	Percentual Executado
Infraestrutura e Aplicações	R\$	10,452,229.00	R\$	10,452,199.67
Missões Espaciais	R\$	1,879,940.00	R\$	1,879,940.00
Total	R\$	12,332,169.00	R\$	12,332,139.67

Fonte: AEB (2025) com fontes do SIGA Brasil

A análise dos dados do orçamento público destinado ao setor espacial brasileiro, destinados à Defesa Nacional, entre os anos de 2016 e 2024 mostra flutuações significativas nos investimentos, mostrando uma dinâmica marcada por avanços pontuais e descontinuidades estruturais. Os dados analisados foram organizados por segmento, sendo Infraestrutura e Aplicações e Missões Espaciais. A figura 13 mostra os orçamentos anuais totais e por segmento:

Figura 13 - Orçamentos anuais da Defesa Nacional no Setor Espacial

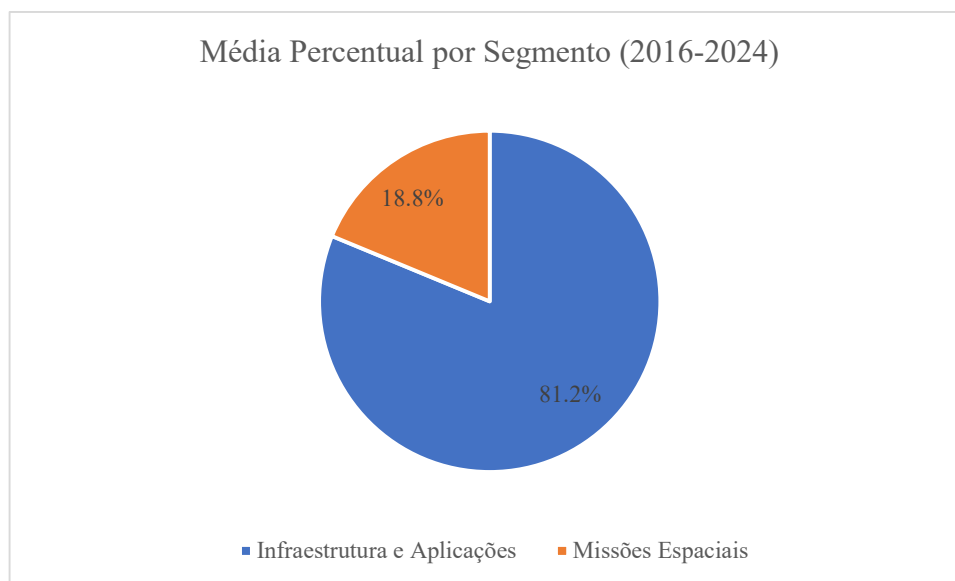


Fonte: Elaborada pela autora

O segmento de Infraestrutura e Aplicações concentrou a maior parte dos recursos do PESE ao longo do período analisado. Os anos de 2018 (R\$ 29,8 milhões) e 2020 (R\$ 49 milhões) destacam-se como momentos de pico, sinalizando a execução de projetos estruturantes e aquisições estratégicas como a infraestrutura do Centro de Operações Espaciais. Entretanto, observa-se uma queda expressiva nos anos de 2019 (R\$ 9,5 milhões) e 2021 (R\$ 8,1 milhões), seguida de uma recuperação parcial entre 2022 e 2023 (com valores na faixa de R\$ 13 a 14 milhões) e nova redução prevista para 2024 (R\$ 10,4 milhões).

O segmento de Missões Espaciais apresentou investimentos significativamente inferiores, ainda que de importância estratégica para o avanço do PESE. Em 2018, foram aplicados R\$ 10,2 milhões, seguidos por um declínio progressivo nos anos subsequentes, alcançando valores próximos de R\$ 1,8 milhão em 2023 e 2024. Essa tendência aponta para uma redução preocupante nos recursos destinados à execução de missões espaciais, que representam o elo final das capacidades operacionais do programa.

Figura 14 - Média percentual por segmento



Fonte: Elaborada pela autora

Esse gráfico 14 reforça a concentração de recursos em Infraestrutura e Aplicações, com um total de 81.2% do orçamento total do período analisado.

5.1.3. Análise do Orçamento Público Brasileiro

A tabela apresentada permite observar a evolução conjunta dos investimentos públicos federais no Programa Espacial Brasileiro (PEB) e no setor de Defesa Nacional, considerando a soma anual total entre 2016 e 2024.

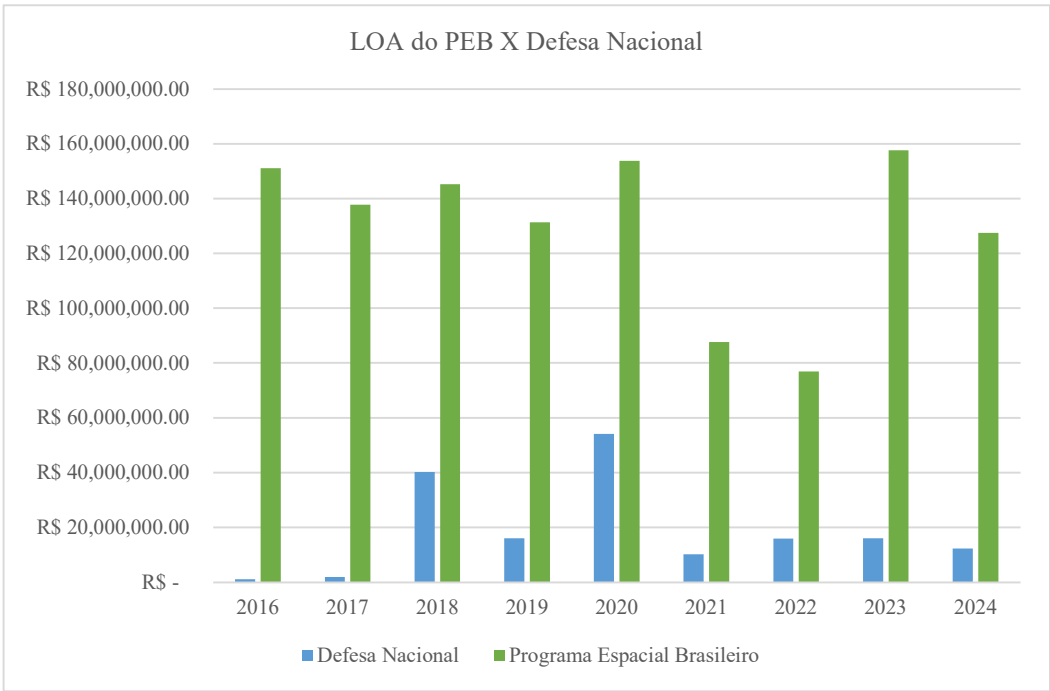
Tabela 4 - Orçamento Governamental para área espacial

Segmento Governamental	2016	2017	2018	2019	2020
Programa Espacial Brasileiro	R\$ 151,041,858.19	R\$ 137,758,507.65	R\$ 145,295,061.14	R\$ 131,344,639.10	R\$ 153,754,639.87
Defesa Nacional	R\$ 1,057,929.76	R\$ 1,926,446.73	R\$ 40,165,571.61	R\$ 16,025,945.64	R\$ 54,102,435.78
Total	R\$ 152,099,787.95	R\$ 139,684,954.38	R\$ 185,460,632.75	R\$ 147,370,584.74	R\$ 207,857,075.65
Segmento Governamental	2021	2022	2023	2024	Total (2016 - 2024)
Programa Espacial Brasileiro	R\$ 87,703,632.80	R\$ 76,941,722.15	R\$ 157,652,546.04	R\$ 127,460,455.90	R\$ 1,168,953,062.84
Defesa Nacional	R\$ 10,173,380.44	R\$ 15,880,495.77	R\$ 16,082,808.30	R\$ 12,332,139.67	R\$ 167,747,153.70
Total	R\$ 97,877,013.24	R\$ 92,822,217.92	R\$ 173,735,354.34	R\$ 139,792,595.57	R\$ 1,336,700,216.54

Fonte: Elaborada pela autora

Podemos ver na tabela 4 que o orçamento total combinado evoluiu de R\$ 152 milhões em 2016 para um pico histórico de R\$ 207,8 milhões em 2020, seguido por uma acentuada redução em 2021 (R\$ 97,8 milhões) e 2022 (R\$ 92,8 milhões). Em 2023, observou-se uma recuperação expressiva (R\$ 173,7 milhões), que foi parcialmente revertida em 2024 (R\$ 139,7 milhões). Esse padrão evidencia um ciclo de expansão e retração, influenciado por fatores conjunturais e prioridades governamentais, e destaca a ausência de um crescimento sustentado de longo prazo.

Figura 15 – Comparação dos orçamentos do PEB e da Defesa



Fonte: Elaborado pela autora

O PEB respondeu historicamente por aproximadamente 85–95% do orçamento anual agregado, com um orçamento médio anual de cerca de R\$ 130 milhões. Já o setor de Defesa Nacional, manteve-se em patamar inferior, com médias anuais entre R\$ 10 milhões e R\$ 15 milhões, embora tenha registrado picos relevantes em 2018 (R\$ 40,1 milhões) e 2020 (R\$ 54,1

milhões). Como podemos ver na tabela 5, nesses anos, a Defesa representou aproximadamente 20 a 26% do orçamento total, tornando-se um ator mais relevante dentro da alocação de recursos espaciais nacionais.

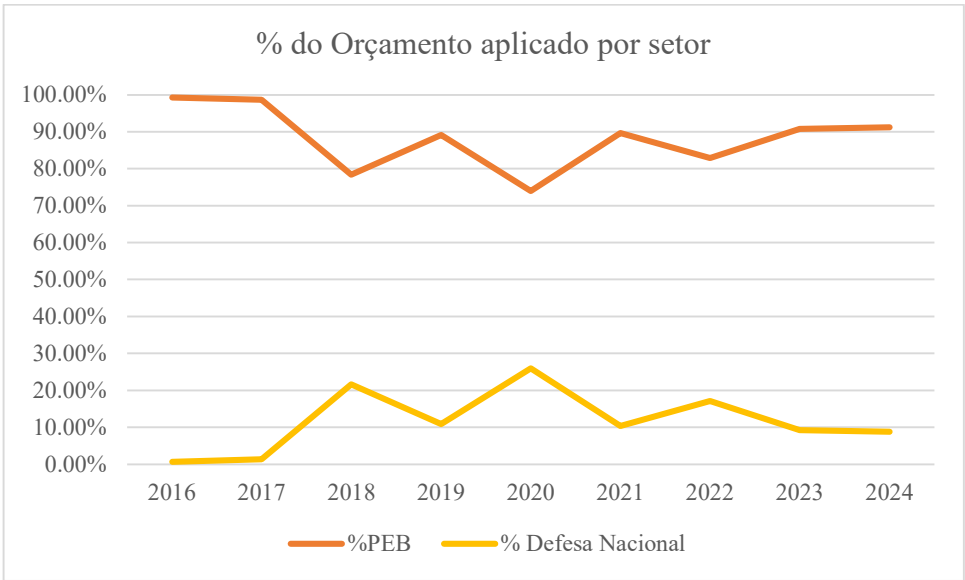
Tabela 5 % Do orçamento por setor

Ano	PEB	%PEB	Defesa Nacional	% Defesa Nacional	Total
2016	R\$ 151,041,858.19	99.30%	R\$ 1,057,929.76	0.70%	R\$ 152,099,787.95
2017	R\$ 137,758,507.65	98.62%	R\$ 1,926,446.73	1.38%	R\$ 139,684,954.38
2018	R\$ 145,295,061.14	78.34%	R\$ 40,165,571.61	21.66%	R\$ 185,460,632.75
2019	R\$ 131,344,639.10	89.13%	R\$ 16,025,945.64	10.87%	R\$ 147,370,584.74
2020	R\$ 153,754,639.87	73.97%	R\$ 54,102,435.78	26.03%	R\$ 207,857,075.65
2021	R\$ 87,703,632.80	89.61%	R\$ 10,173,380.44	10.39%	R\$ 97,877,013.24
2022	R\$ 76,941,722.15	82.89%	R\$ 15,880,495.77	17.11%	R\$ 92,822,217.92
2023	R\$ 157,652,546.04	90.74%	R\$ 16,082,808.30	9.26%	R\$ 173,735,354.34
2024	R\$ 127,460,455.90	91.18%	R\$ 12,332,139.67	8.82%	R\$ 139,792,595.57

Fonte: Elaborada pela autora

A figura 16 mostra os orçamentos em termos percentuais dos recursos alocados para cada setor.

Figura 16 -% do orçamento por setor



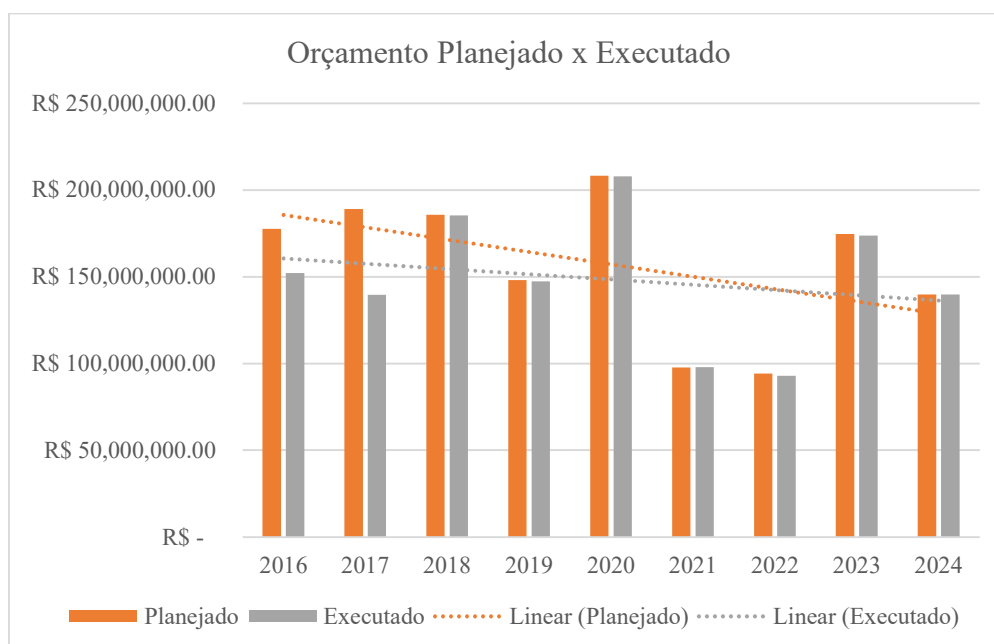
Fonte: Elaborada pela autora

A análise da relação entre os valores planejados e executados no orçamento do setor espacial brasileiro, no período de 2016 a 2024, possibilita a análise sobre a eficiência administrativa, a governança financeira e a capacidade de absorção de recursos por parte das instituições envolvidas.

Os dados indicam que, nos anos de 2016 e 2017, a execução orçamentária foi consideravelmente inferior ao valor planejado, com percentuais de 85,66% em 2016 e 73,91% em 2017. Esses índices apontam para dificuldades iniciais na implementação dos recursos autorizados, possivelmente associadas a contingenciamentos fiscais, entraves administrativos e limitações institucionais.

A partir de 2018, observa-se uma mudança de padrão, com percentuais de execução acima de 99% em quase todos os anos subsequentes. Esse novo patamar de execução revela um amadurecimento administrativo e orçamentário do setor, associado a maior previsibilidade nos processos de gestão financeira.

Figura 17 - Planejado x executado do total da LOA

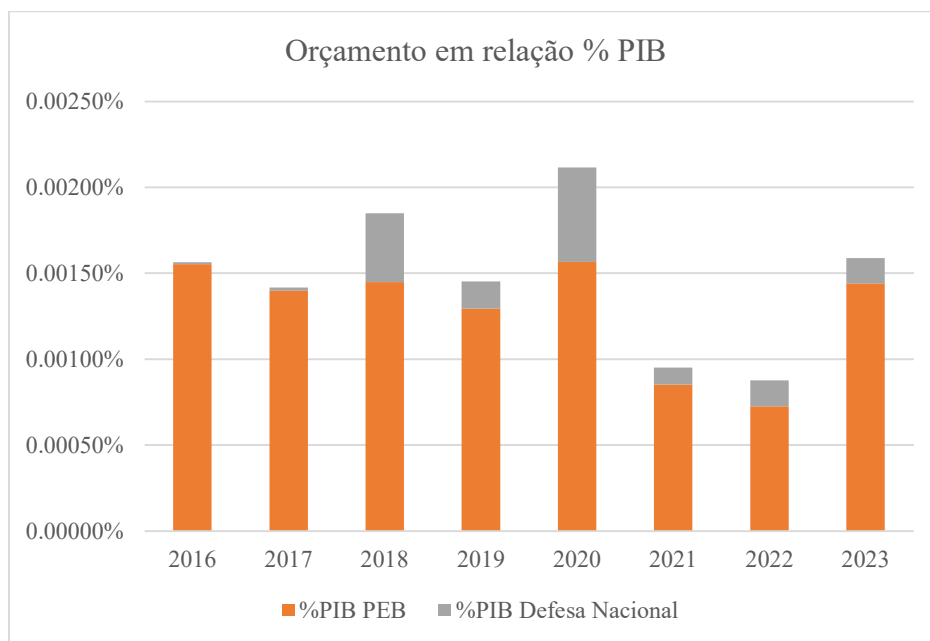


Fonte: Elaborado pela autora

A análise da participação dos investimentos espaciais no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro entre 2016 e 2023 dados para entender o peso relativo do setor espacial na economia nacional. Esses indicadores permitem avaliar a prioridade atribuída ao setor pelo governo, especialmente em comparação com padrões internacionais e com a média global.

O percentual total investido em atividades espaciais no Brasil oscilou entre 0,00095% (2021) e 0,00212% (2020) do PIB, com uma média anual aproximada de 0,0015%. Esses números revelam que, apesar dos avanços tecnológicos e das ambições estratégicas declaradas, o espaço ocupa uma fração ínfima da economia brasileira.

Figura 18 - Orçamento do setor espacial em % do PIB



Fonte: Elaborada pela autora

5.2.ECONOMIA ESPACIAL NOS PAÍSES DA OECD

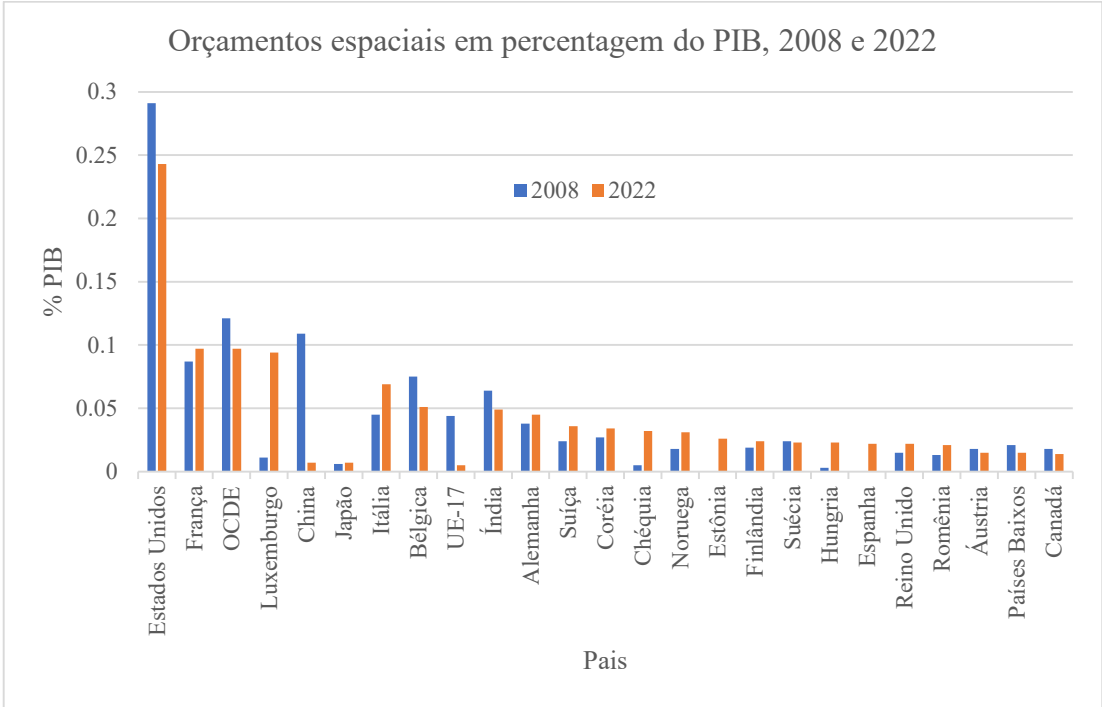
Nos países da OCDE, os sistemas espaciais já dão suporte a mais da metade das infraestruturas e serviços críticos, ajudando na expansão e proteção de transporte, água, comunicações, energia, fornecimento de alimentos e aplicação da lei (OECD, 2023). Além disso, os sistemas espaciais são cada vez mais usadas em países em desenvolvimento para monitorar o meio ambiente, florestas e produção de alimentos, contribuir para a prevenção de desastres e resposta a emergências; bem como para fornecer serviços de comunicação via TV via satélite e rádio

Muito dos avanços foi alcançado graças a décadas de investimento principalmente público. No entanto, mais precisa ser feito para garantir a sustentabilidade econômica de missões críticas, criar o ambiente político e regulatório certo para soluções inovadoras e aumentar a absorção de dados de satélite pelos usuários para uma distribuição mais ampla de benefícios.

Os programas governamentais representaram 59% das vendas da indústria europeia em 2017 (EUR 5,1 bilhões, de um total de EUR 8,76 bilhões), com compras críticas da ESA e agências espaciais nacionais. Mesmo ao examinar as exportações, um quarto das vendas da indústria europeia responde à demanda de agências públicas, sejam civis ou militares. (OECD, 2019). Os orçamentos espaciais do governo da OCDE atingiram uma estimativa de US\$ 75

bilhões em 2022, respondendo por 0,1% do PIB da OCDE, incluindo atividades civis e militares.

Figura 19 - Estimativas de orçamentos dos governos em % do PIB em 2008 e 2022



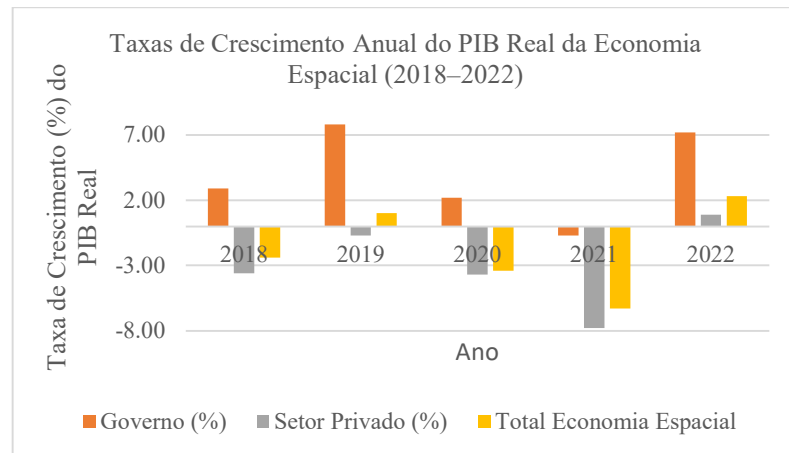
Fonte: OECD (2023)

5.2.1. Economia espacial nos Estados Unidos da América

Os EUA lideram os investimentos espaciais globais com forte presença em todos os segmentos da economia espacial, incluindo segurança e defesa. Em junho de 2024 o BEA divulgou as estatísticas da economia espacial dos EUA para o período de 2017 a 2022; HIGHFILL, GEORGI e SURFIELD (2024) verificaram que a economia espacial representou US\$ 131,8 bilhões, ou 0,5%, do PIB total dos EUA em 2022. Enquanto em 2022 o PIB da economia geral dos EUA cresceu 1,9%, o crescimento real do PIB da economia espacial cresceu 2.3% no mesmo período. Além disso, foi responsável por US\$ 232.1 bilhões em produção bruta, US\$ 54,5 bilhões em remuneração do setor privado e suportou 347.000 empregos no setor privado.

A figura 20 mostra as taxas de crescimento anual do PIB real de 2018 a 2022 divididas pelos setores governamentais e privados, destacando o crescimento relativamente mais forte do setor governamental em todos os anos.

Figura 20 - Taxa de crescimento da Economia Espacial



Fonte: HIGHFILL, GEORGI E SURFIELD (2024)

A maior parte da produção da economia espacial do governo é atribuível ao governo federal, principalmente à NASA (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço) e à Força Espacial dos EUA (HIGHFILL, GEORGI E SURFIELD, 2024). A Tabela 6 mostra as agências do governo federal e os centros de P&D financiados pelo governo federal com atividade espacial direta que compõem as estimativas espaciais do governo federal.

Tabela 6 Divisões da Economia Espacial no EUA

1	Economia espacial
2	Indústrias privadas
3	Mineração
4	Utilidades
5	Construção
6	Fabricação
7	Comércio atacadista
8	Comércio varejista
9	Transporte e armazenagem
10	Informação
11	Finanças, seguros, imóveis, aluguel e leasing
12	Serviços profissionais e empresariais
13	Serviços educacionais, assistência médica e assistência social
14	Artes, entretenimento, recreação, acomodação e serviços de alimentação
15	Outros serviços, exceto governo
16	Governo
17	Federal
18	Administrações públicas
19	Defesa nacional
20	Não-defesa
21	Empresas governamentais
	Adendo:
22	Economia espacial, excluindo televisão por satélite, rádio por satélite e serviços educacionais

Fonte: BEA

Tabela 7 Agências do Governo EUA

Tabela 2. Agências do governo federal e centros de pesquisa e desenvolvimento financiados pelo governo federal com atividade espacial direta

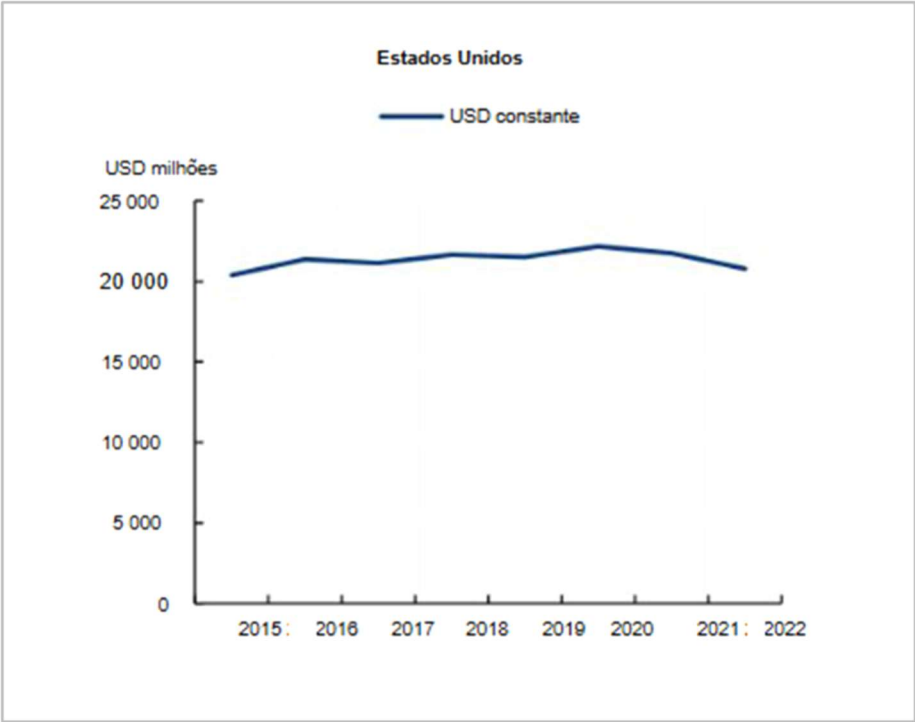
Categoria	Agência ou centro	
Não-defesa	Departamento de Comércio dos EUA	Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia
	Departamento de Energia dos EUA	Administração Nacional Oceânica e Atmosférica
	Departamento do Interior dos EUA	Fundação Nacional de Ciências
	Departamento de Transportes dos EUA	Instituição Smithsonian
	NASA (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço)	
Defesa	Força Aérea dos EUA	Agência de Defesa de Mísseis
	Exército dos EUA	Marinha dos EUA
	Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa	Gabinete do Secretário de Defesa
	Agência de Sistemas de Informação de Defesa	Agência de Desenvolvimento Espacial
	Unidade de Inovação em Defesa	Força Espacial dos EUA
	Agência de Logística de Defesa	
Centros de pesquisa e desenvolvimento financiados pelo governo federal	Aeroespço	Laboratório Nacional de Los Alamos
	Laboratório Nacional de Brookhaven	Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica
	Laboratório de Propulsão a Jato	Observatório Nacional de Astronomia Óptica
	Laboratório Nacional Lawrence Livermore	Observatório Nacional de Radioastronomia
	Laboratório Lincoln	Observatório Solar Nacional

Fonte: HIGHFILL, GEORGI e SURFIELD (2024)

Informações sobre programas espaciais voltados à segurança nacional são menos acessíveis ao público, pois parte dos recursos destinados pelo governo dos EUA para atividades espaciais relacionadas à defesa e inteligência possui caráter sigiloso (CRANE et al, 2020).

De acordo com a OECD (2019), nos Estados Unidos, os fabricantes e provedores de lançamentos espaciais também estão se beneficiando de programas significativos do Departamento de Defesa dos EUA, sendo a Lockheed Martin fechou contrato de USD 7,8 bilhões para a atualização da constelação GPS.

Figura 21 - Evolução em orçamento espacial governamental dos EUA



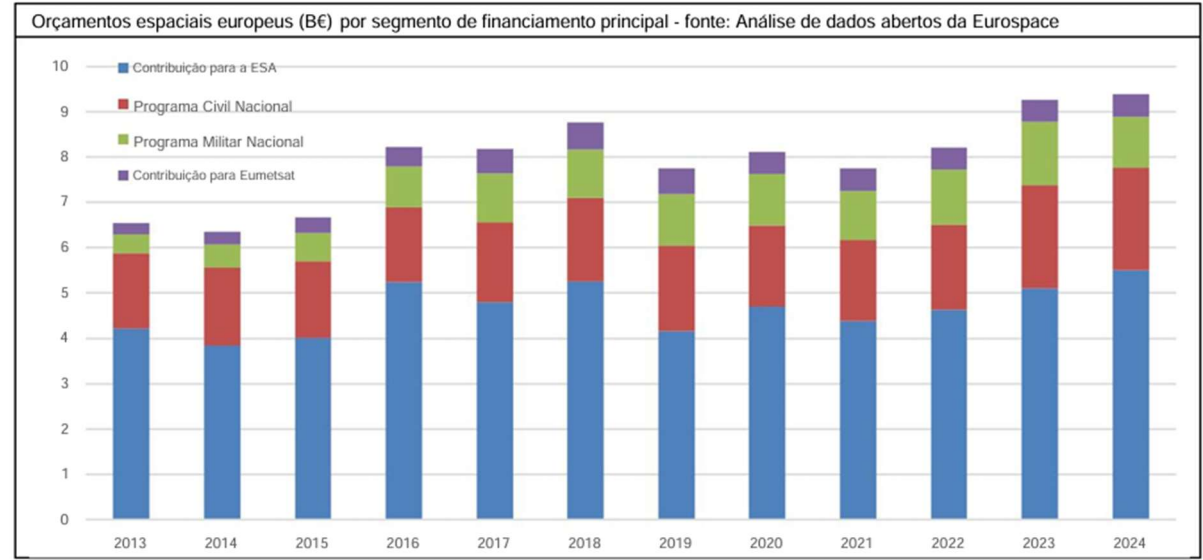
Fonte: OECD (2023)

5.2.2. Países europeus

Com a invasão russa na Ucrânia, a partir de fevereiro de 2022, a União Europeia passou a reconhecer, de forma explícita, a necessidade de fortalecer as dimensões de segurança e defesa no domínio espacial, conforme delineado na Bússola Estratégica para a Segurança e a Defesa (EUROSPACE, 2024).

Nos países europeus, embora tenha havido um aumento no orçamento para programas militares nacionais, observa-se que o espaço é predominantemente um domínio civil. Sendo liderado pela França em relação ao montante investido (EUROSPACE,2024), conforme podemos verificar na figura abaixo.

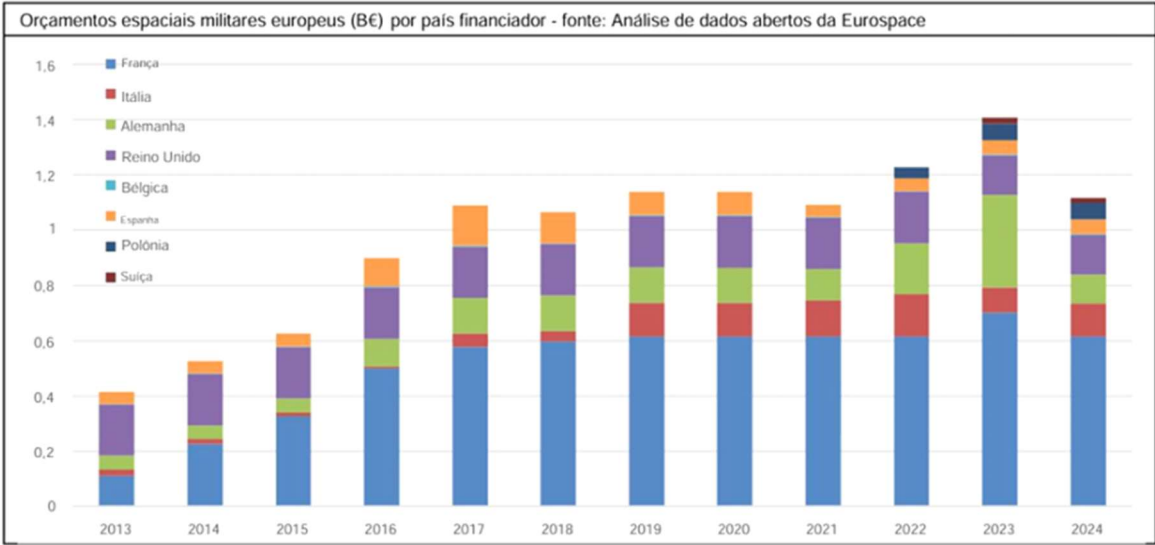
Figura 22 - Orçamento dos países europeus por segmento



Fonte: EUROSPACE (2024)

O financiamento de programas espaciais militares na Europa ainda é organizado quase exclusivamente em nível nacional, sendo a maior parte do esforço dedicado à implantação de infraestrutura espacial militar provenientes da França, seguido pela Alemanha, Reino Unido e Itália. Observamos um novo interesse por sistemas espaciais militares surgindo na Europa, com Polônia e Suíça buscando implantar suas próprias capacidades.

Figura 23- Orçamento militar europeu

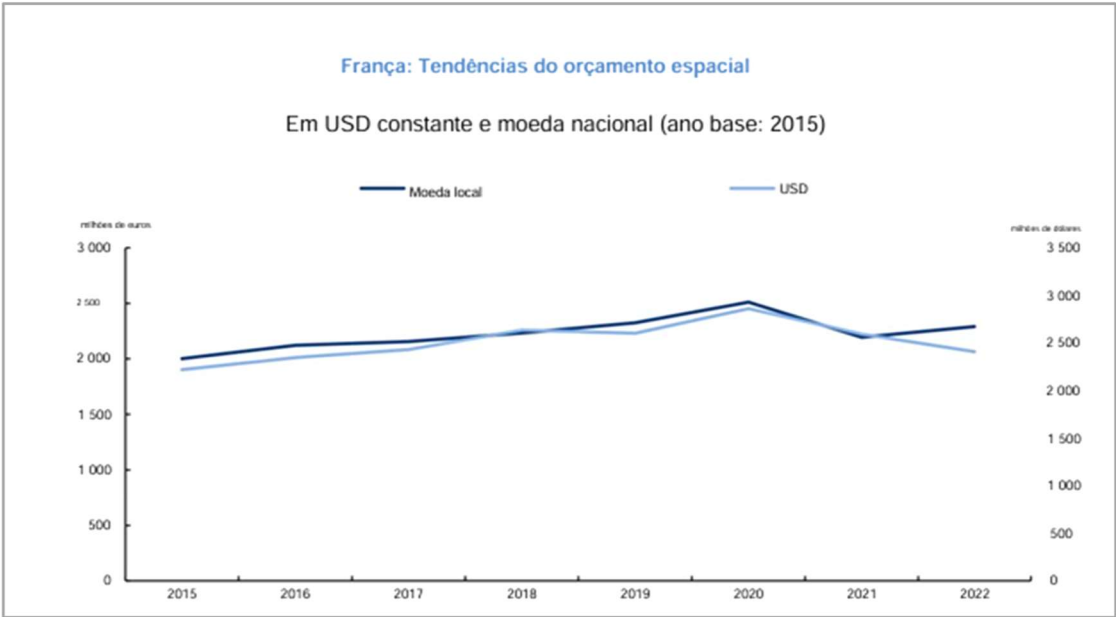


Fonte: EUROSPACE (2024)

No período de 2018 a 2022, o nível de gastos com defesa na Europa permaneceu estável em torno de 1,3% do PIB e 2,6% do total dos gastos públicos. Em comparação, os gastos públicos com o setor espacial na Europa representam cerca de 0,06% do PIB e 0,12% dos gastos governamentais (EUROPEAN SPACE AGENCY, 2024).

O orçamento espacial institucional da França, conforme a figura 24 atingiu, em 2022, o valor de USD 2 698,5 milhões (EUR 2 566 milhões), após um aumento anual de 1,9% desde 2015 em termos reais.

Figura 24 - Tendência do orçamento espacial da França



Fonte: OECD (2023)

5.2.3. Japão

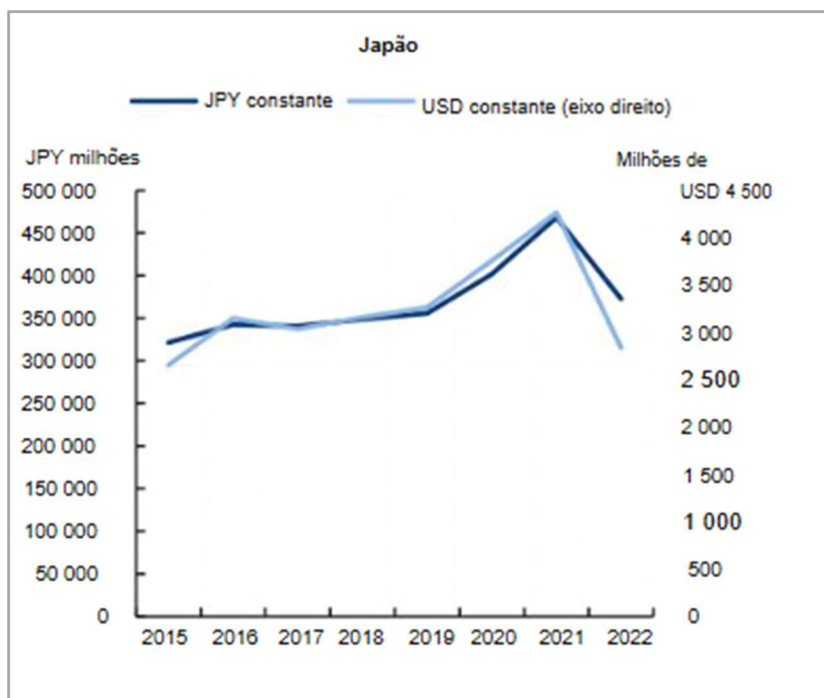
O setor espacial japonês movimentou cerca de US\$ 4,6 bilhões em 2022, sendo aproximadamente 45% desse valor proveniente de investimentos governamentais (OECD, 2023). O Japão ocupa a quinta posição global em termos de investimento espacial, atrás dos Estados Unidos, China, União Europeia (agregada) e Rússia.

Considerando o espaço como um domínio operacional essencial à soberania nacional e à capacidade de resposta integrada das Forças de Autodefesa do Japão, o país utiliza três documentos fundamentais para as diretrizes do setor espacial: a Estratégia Nacional de Segurança, a Estratégia de Defesa Nacional e o Programa de Reforço da Defesa. Eles estabelecem uma estrutura estratégica composta por três eixos principais, sendo a segurança promovida pelo espaço, a proteção de ativos espaciais e o fortalecimento da base industrial espacial.

A partir de 2018, a estratégia de segurança espacial do Japão evoluiu de um foco exclusivo na utilização pacífica do espaço para uma abordagem mais proativa e interligada.

Em 2023, o governo anunciou o lançamento de um programa espacial de ¥ 1 trilhão (US\$ 7,6 bilhões) com duração de 10 anos. Em 2024, o governo japonês destinou ¥ 894 bilhões (aproximadamente US\$ 6,8 bilhões) para despesas relacionadas ao espaço.

Figura 25 - Evolução em orçamento espacial governamental do Japão

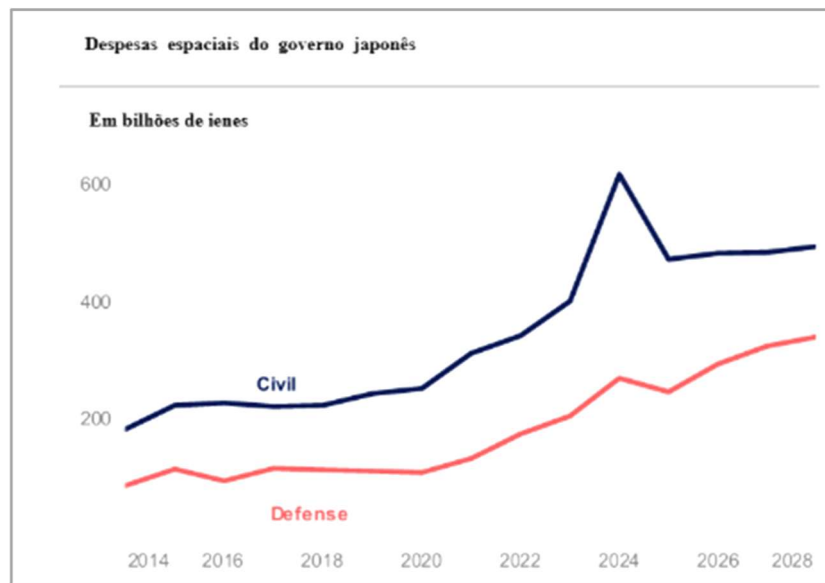


Fonte: OECD (2023)

Especificamente na área de defesa e segurança, o governo pretende investir ¥ 43 trilhões em 5 anos, visando gastos militares de 2% do PIB até 2027, com um orçamento histórico de aproximadamente US\$ 10 bilhões (¥ 1,5 trilhão) alocado para defesa espacial ao longo de 5 anos. Os gastos do Japão com defesa espacial totalizaram US\$ 2,1 bilhões (¥272 bilhões). em 2024 (NOVASPACE, 2023).

O gráfico abaixo mostra os gastos do governo japonês em defesa e nas aplicações civis.

Figura 26 - Despesas do governo japonês



Fonte: NOVASPACE (2024)

Em 2024, o orçamento de defesa espacial japonês totalizou US\$ 2,1 bilhões (¥272 bilhões). Esses recursos foram aplicados em aplicações de observação da terra com finalidades militares, programas de telecomunicações militares, consciência situacional espacial.

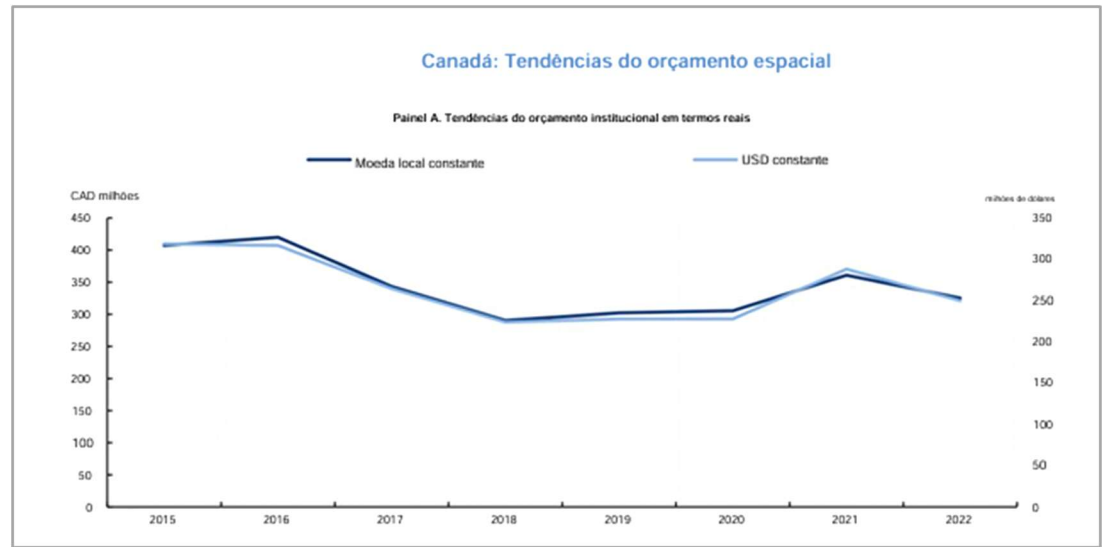
5.2.4. Canadá

O Canadá tornou-se o terceiro país a lançar um satélite construído nacionalmente em 1962, o Alouette-1. Desde então, o país consolidou sua atuação com foco em aplicações comerciais, observação da Terra, robótica espacial e, mais recentemente, em capacidades ligadas à segurança e defesa.

Segundo o *Government Space Programs 2024* (Novaspace, 2024), o orçamento espacial canadense atingiu US\$ 744 milhões em 2024, dos quais aproximadamente 17% são destinados a aplicações de segurança e defesa, refletindo um investimento consistente na proteção e desenvolvimento de sua infraestrutura espacial.

Em 2022, o orçamento espacial institucional do Canadá chegou a USD 298 milhões (CAD 388 milhões), representando 0,014% do produto interno bruto do Canadá conforme figura abaixo:

Figura 27 - Tendências do orçamento espacial do Canadá

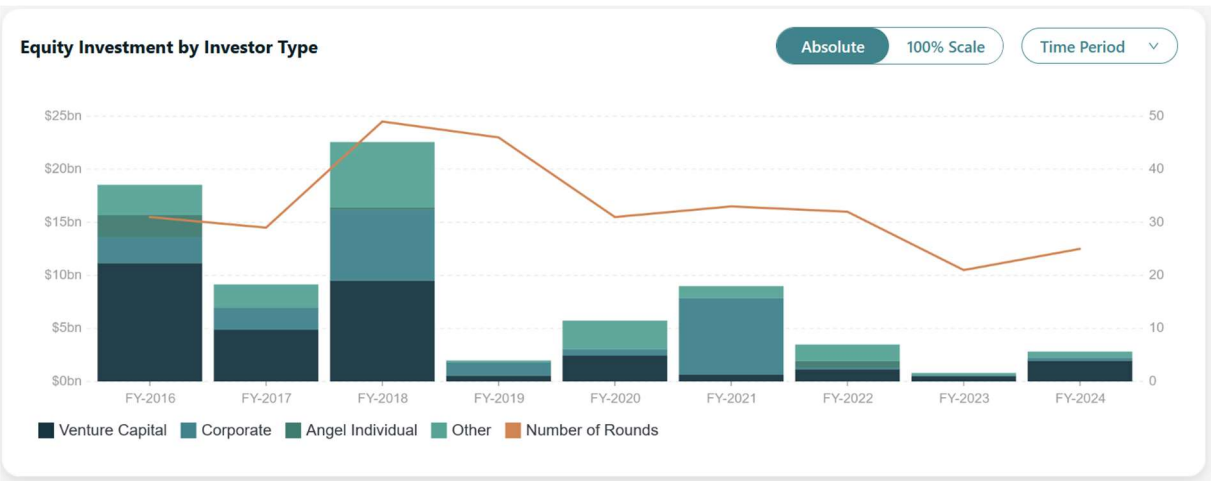


Fonte: OECD (2023)

5.3.CHINA

A China está fortalecendo sua posição como uma das principais potências espaciais do mundo, impulsionando uma sólida economia espacial baseada em investimentos estratégicos, avanços tecnológicos e um aumento em lançamentos e infraestrutura. No período de 2016 a 2024, conforme dados da SPACE CAPITAL (s.d.) o investimento no setor somou o valor de US\$74.032.288.928,00, representando 25% de todo investimento mundial (figura 28).

Figura 28- Investimento de 2016 a 2024 na China-



Fonte: Space Capital (s.d.)

BERGE E HIIM (2024) verificaram que os líderes chineses consideram o espaço sideral estratégico para a modernização militar da China, assim o país dobrou o número de satélites entre 2019 e 2022, passando de 250 para 590 ativos. Apesar de desempenhar inúmeras funções civis, o programa espacial da China está ligado às suas ambições militares. Em 2022, dos 182 satélites lançados, 45 tinham missões militares designadas, incluindo navegação, inteligência e comunicações por satélite.

Até janeiro de 2024, o país contava com 800 satélites operacionais, com predominância em órbita baixa (LEO), totalizando 672 satélites, o que corresponde a 84% de sua frota. A maioria desses ativos serve a missões de observação da Terra (66%), seguidos por comunicações (8%), tecnologia (12%) e uso científico (4%).

A capacidade espacial chinesa se estende à infraestrutura terrestre, com mais de 150 estações de referência do sistema BeiDou, seis centros de comando e controle e cinco estações para recepção de dados de sensoriamento remoto. Essa estrutura fornece uma base sólida para serviços de posicionamento, navegação e tempo (PNT) com precisão de até 10 metros globalmente e 5 metros na região da Ásia-Pacífico, além de uma resolução espacial de 20 a 30 cm para os satélites de sensoriamento remoto. Essa constelação embora denominada de uso civil, servem para propósitos duais, civil e militar (BERGE e HIIM, 2024).

A China também se destaca em sua capacidade de lançamento, operando quatro centros principais (Jiuquan, Taiyuan, Xichang e Wenchang), além de plataformas marítimas, que juntos somam centenas de lançamentos desde 2000. Em 2023, o país lançou 212 espaçonaves, sendo 62% voltadas para fins comerciais e 18% para aplicações militares, o que revela a crescente integração entre os setores civil, comercial e de defesa. As missões militares e de comunicações têm papel relevante na estratégia de segurança nacional, indicando o uso dual das capacidades espaciais chinesas.

No campo da exploração espacial, a China realizou cinco missões lunares e uma missão a Marte, além de manter o programa tripulado com a estação espacial Tiangong. Paralelamente, o setor privado também tem ganhado espaço: entre 2014 e 2023, surgiram 54 startups espaciais, com destaque para áreas como lançamento, fabricação de satélites e serviços em órbita. O investimento nessas startups somou US\$ 3,3 bilhões, com 59% dos recursos direcionados para lançamentos e 24% para operações com satélites.

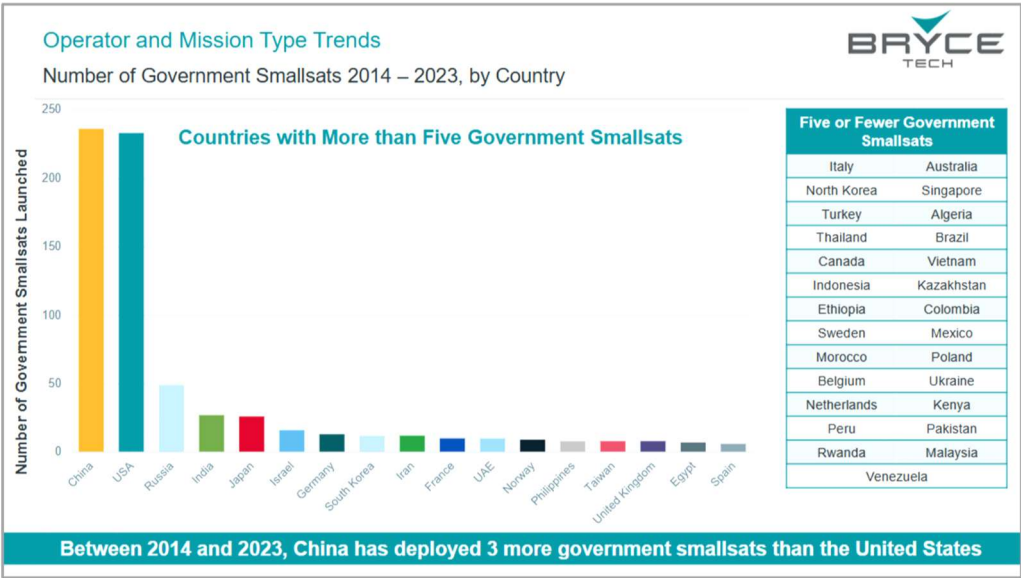
A análise dos dados revela uma economia espacial chinesa fortemente articulada entre o Estado e a iniciativa privada, com ênfase no desenvolvimento tecnológico autônomo e em aplicações de segurança. Essa estratégia reforça o papel central do espaço na projeção de poder

e no fortalecimento da base industrial de defesa, posicionando a China como um ator geoestratégico de destaque no cenário espacial global.

Também vem ampliando significativamente suas capacidades de Consciência Situacional Espacial (SSA), reconhecendo sua importância estratégica para a segurança nacional e para a proteção de seus ativos em órbita. O SSA envolve a detecção, rastreamento e previsão da trajetória de objetos espaciais — como satélites, detritos e possíveis ameaças —, sendo essencial para operações seguras no espaço e para a defesa de infraestrutura crítica. Segundo o infográfico da BryceTech (2024a), a China opera quatro radares de grande porte destinados à vigilância e rastreamento de objetos em órbita e alerta de mísseis e telescópios de abertura larga, aberto para cientistas internacionais.

Além disso, fabrica satélites, tanto para comunicações quanto para sensoriamento remoto, e vende ou aluga dados de satélites. Utiliza a venda de produtos espaciais para o fortalecimento do poder nacional da China, criando dependências técnicas, reforçando o prestígio internacional e a influência cultural, acelerando a adoção global da tecnologia chinesa e proliferando sistemas espaciais. Dentre os países que compraram sistemas chineses estão a Argélia, Argentina, Bielorrússia, Bolívia, Egito, Etiópia, Laos, Indonésia, Nigéria, Paquistão, Arábia Saudita, Sri Lanka, Sudão, Turquia e Venezuela (Roma, 2023).

Figura 29 - Maiores Operadores Governamentais 2013-2022



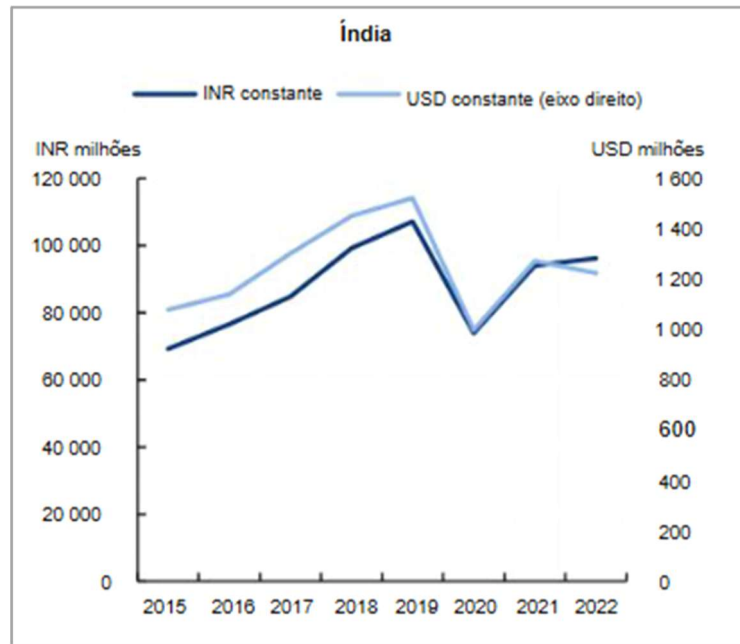
Fonte: Bryce Tech (2023)

5.4.INDIA

A Índia é um dos poucos países em desenvolvimento com uma crescente capacidade tecnológica na indústria espacial. De acordo com os dados da OECD (2023) faz parte de um

seleto grupo de 10 países no mundo com a capacidade de realizar um lançamento espacial orbital, fabricar e manter uma frota de lançadores, tendo ainda a capacidade de realizar lançamentos para a órbita geossíncrona a cerca de 36.000 km de altitude feito alcançado por somente 6 países.

Figura 30 - Orçamento espacial da Índia



Fonte: OECD (2023)

6. PRINCIPAIS RESULTADOS

A análise dos dados orçamentários do Programa Espacial Brasileiro (PEB) e das iniciativas voltadas à Defesa Nacional, entre os anos de 2016 e 2024, revela um panorama complexo e desafiador para a economia espacial de defesa no Brasil. Embora o país tenha apresentado avanços em termos de execução orçamentária, sobretudo após 2018, quando os percentuais de execução superaram os 99%, a magnitude dos investimentos permanece modesta, especialmente quando comparada ao contexto internacional.

No cenário brasileiro, os segmentos de Desenvolvimento de Competências e Missões Espaciais concentraram historicamente a maior parte dos recursos, destacando a busca por capacitação técnica e pela realização de missões pontuais. Contudo, observou-se, a partir de 2021, uma retração significativa no investimento em competências, caindo para patamares inferiores a 30%, e uma oscilação preocupante nos recursos destinados às missões espaciais. Esse padrão sugere fragilidades institucionais e a ausência de um planejamento estratégico de longo prazo, comprometendo a continuidade de projetos e a consolidação de capacidades autônomas.

O segmento de Infraestrutura e Aplicações apresentou inicialmente um peso expressivo, mas sofreu declínio progressivo, limitando a modernização e ampliação das capacidades nacionais. A situação é ainda mais delicada no que diz respeito ao Acesso ao Espaço, cuja participação orçamentária caiu para menos de 1% em anos recentes, revelando um enfraquecimento das iniciativas voltadas à autonomia de lançamento, um aspecto crítico para qualquer nação que pretenda ter soberania tecnológica no domínio espacial. Por fim, os Projetos em Parceria, embora tenham surgido como uma iniciativa promissora a partir de 2021, rapidamente perderam representatividade, ao contrário das tendências internacionais, onde parcerias público-privadas e colaborações internacionais são centrais para reduzir custos e ampliar capacidades.

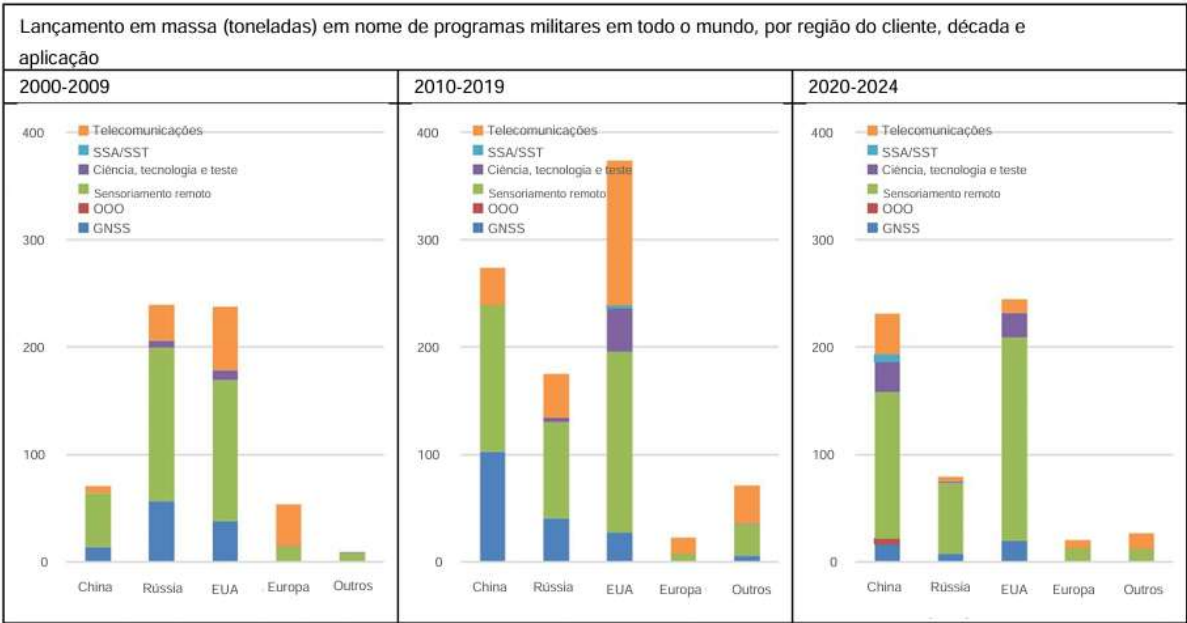
Quando analisamos o setor de defesa espacial especificamente, notamos picos pontuais de investimento, como em 2018 e 2020, seguidos por reduções significativas. Embora a execução orçamentária seja elevada, refletindo eficiência administrativa, os valores absolutos permanecem baixos. Em termos relativos ao PIB, os investimentos espaciais brasileiros representam cerca de 0,0015%, valor ínfimo diante da importância estratégica do setor e muito inferior aos 0,1% do PIB médio da OCDE e aos 0,5% do PIB dos Estados Unidos.

No plano internacional, os Estados Unidos despontam como líderes globais, com forte presença nos setores governamentais e privados, gerando expressivo impacto econômico (347.000 empregos e US\$ 131,8 bilhões, ou 0,5% do PIB). A Europa, com destaque para a França, Alemanha e Reino Unido, reforça a predominância do uso civil, embora países como Polônia e Suíça comecem a investir em capacidades militares. Já a China consolida uma economia espacial dual (civil e militar), destacando-se não apenas pelo volume de investimentos (US\$ 74 bilhões entre 2016 e 2024), mas também pela expansão acelerada da infraestrutura, número de satélites e exportação de tecnologia espacial. A Índia, por sua vez, figura como um exemplo relevante de país em desenvolvimento com capacidade de lançamento orbital e programas consistentes em defesa e segurança espacial.

Com a invasão russa na Ucrânia, assim como a União Europeia, muitos países verificaram a necessidade de fortalecer a segurança e defesa no domínio espacial.

Os principais atores são os EUA, China e Rússia. Na figura 32 vemos os lançamentos, em toneladas, de equipamentos militares.

Figura 31 - Lançamento em massa em programas militares



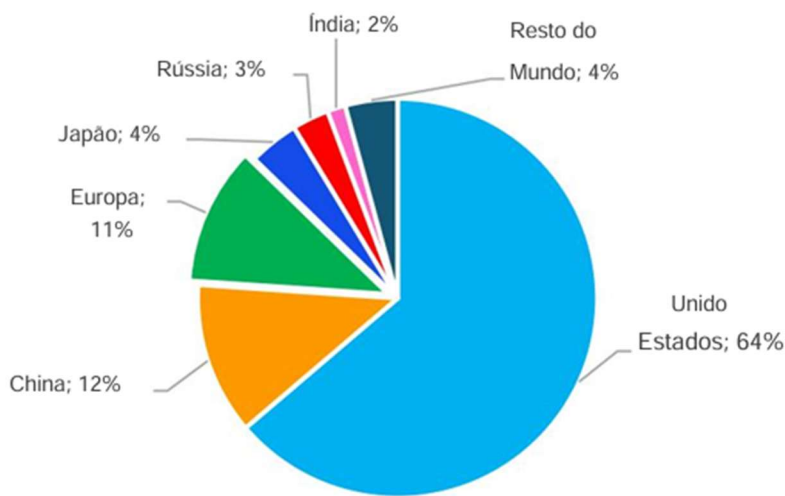
Fonte: EUROSPACE(2024)

Os governos têm atuado como os principais financiadores de empresas privadas do setor espacial responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias estratégicas. Em 2022, o financiamento público para o setor espacial totalizou US\$ 103 bilhões, com quase 60% vindo dos Estados Unidos e aproximadamente 15% da Europa (CARAVEO e IACOMINO, 2023).

A Figura 33 apresenta a distribuição dos orçamentos espaciais institucionais entre as principais nações com atividades espaciais e a Europa. Em 2023, os EUA permaneceram como

o maior orçamento espacial individual com 60% em 2023. A China está na segunda posição, com 12%, superando o orçamento total alocado ao espaço na Europa. A participação europeia representa 11% do orçamento espacial global em 2023. Considerando reconhece-se que os orçamentos espaciais russo e chinês estão provavelmente subestimados (devido à indisponibilidade de informações públicas), o que torna a comparação de orçamentos um exercício desafiador.

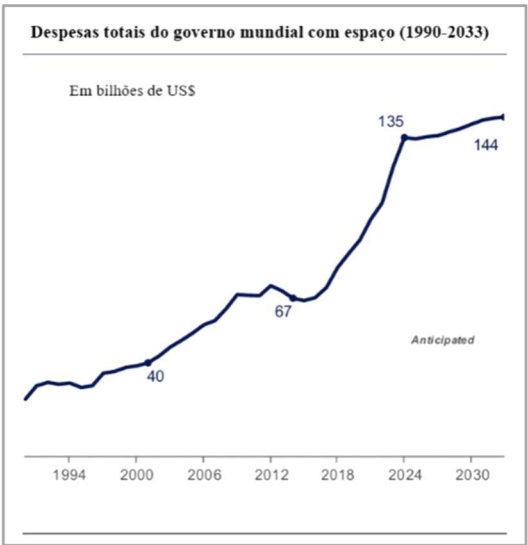
Figura 32- Orçamento institucional do espaço em 2023 (civil e defesa)



Fonte: EUROPEAN SPACE AGENCY (2024)

Figura 33 - Despesas totais dos governos 1990-2033

Figura 16 – Defesa Nacional - média percentual



Fonte: NOVSPACE (2024)

Em 2022, o setor espacial correspondeu a cerca de 0,35% do PIB global, destacando-se pelo crescimento expressivo no segmento de defesa, que expandiu 16% e atingiu um recorde de US\$ 48 bilhões. As crescentes tensões geopolíticas têm reforçado o espaço como um ambiente estratégico essencial para operações militares e guerra híbrida. Como resposta, os Estados investem não apenas em áreas tradicionais, como telecomunicações, navegação e sensoriamento remoto, mas também intensificam os aportes em Segurança Espacial e sistemas de Alerta Antecipado, fundamentais para a proteção de ativos orbitais (CARAVEO e IACOMINO, 2023).

Em termos relativos ao Produto Interno Bruto (PIB), o Brasil permanece significativamente atrás das potências espaciais globais. O investimento brasileiro correspondeu a apenas 0,00088% do PIB em 2022, alcançando picos anteriores de 0,00156% em 2017 e 0,00145% em 2019. Quando comparado a outros países no mesmo período, o contraste é evidente: os Estados Unidos alocaram aproximadamente 0,243% do PIB em 2022, a França 0,097%, a China 0,007%, o Japão 0,007%, a Índia 0,049% e o Canadá 0,014%. Em anos anteriores, os números foram ainda mais expressivos para algumas potências, como os EUA (0,291% em 2008) e a França (0,105% em 2017). Esse cenário evidencia a sub-representação do espaço na economia brasileira e reforça a necessidade de maior priorização política e orçamentária do setor.

As comparações realizadas ao longo deste estudo permitem identificar os principais desafios enfrentados pelo Brasil no contexto da economia espacial de defesa. Em primeiro lugar, destaca-se o baixo volume de investimentos, tanto em termos absolutos quanto em proporção ao Produto Interno Bruto (PIB), o que limita significativamente a capacidade do país de avançar tecnologicamente e competir no cenário internacional. Além disso, as oscilações orçamentárias observadas ao longo do período analisado comprometem a construção de um planejamento estratégico de longo prazo, criando discontinuidades que impactam negativamente a execução de programas e projetos estruturantes.

Outro desafio relevante refere-se ao déficit na infraestrutura espacial e à limitada capacidade de acesso autônomo ao espaço, aspectos que restringem a autonomia tecnológica e operacional do país. Soma-se a isso a ausência de políticas públicas consolidadas que incentivem parcerias público-privadas, fundamentais para viabilizar projetos de grande escala e compartilhar custos e riscos. Por fim, observa-se uma elevada dependência de capacidades externas para atividades críticas, fator que fragiliza a soberania nacional em um setor considerado estratégico para a defesa e a segurança.

Por outro lado, o contexto brasileiro também apresenta oportunidades significativas que podem ser exploradas para fortalecer o setor. Entre elas, destaca-se o potencial de ampliação do uso dual das aplicações espaciais, combinando finalidades civis e militares de forma a otimizar os recursos disponíveis e maximizar os benefícios gerados. Além disso, a expansão das parcerias nacionais e internacionais surge como estratégia relevante para reduzir custos, acelerar o desenvolvimento tecnológico e ampliar o acesso a mercados e conhecimentos especializados. O investimento contínuo em capacitação e inovação, aproveitando a base científica já instalada e a expertise acumulada por centros de pesquisa nacionais, configura-se como uma via promissora para o fortalecimento do setor. Finalmente, a inserção mais robusta do setor privado no ecossistema espacial brasileiro, alinhada às tendências do modelo “New Space” observado internacionalmente, representa uma oportunidade estratégica para dinamizar a economia espacial e ampliar sua competitividade global.

A análise realizada neste estudo permite compreender que o espaço é um domínio estratégico não apenas sob a perspectiva tecnológica e econômica, mas também sob a ótica da segurança e da defesa nacional. Quando os militares tratam do tema espacial, referem-se às capacidades relacionadas à dissuasão, proteção, ataque e, quando necessário, à negação de acesso de adversários ao espaço para fins militares ou civis (CARAVEO e IACOMINO, 2023). Essa perspectiva reforça o caráter dual do setor espacial, evidenciando que os investimentos e as políticas públicas não devem ser limitados apenas às aplicações civis, mas também precisam considerar as dimensões estratégicas e geopolíticas.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu observar que, além dos desafios orçamentários, institucionais e tecnológicos enfrentados pelo Brasil na construção de uma economia espacial de defesa sólida, existe um desafio adicional frequentemente negligenciado: a dificuldade em medir e avaliar adequadamente o impacto econômico do setor espacial. Um dos entraves centrais é que as atividades e produtos espaciais nem sempre estão refletidos nos sistemas de classificação estatística utilizados pelos institutos nacionais, o que torna a economia espacial pouco visível nas estatísticas oficiais (OECD, 2022).

Embora iniciativas como a conta satélite dos Estados Unidos representem avanços significativos na mensuração da economia espacial, muitos países ainda enfrentam dificuldades substanciais para coletar, sistematizar e comparar dados. A falta de diretrizes técnicas e de métodos padronizados, somada à ausência de informações sobre efeitos não relacionados ao mercado, aumenta a dependência de estudos de caso e opiniões de especialistas, dificultando a formulação de políticas públicas baseadas em evidências robustas (OECD, 2022).

Diante desse panorama, reforça-se a necessidade não apenas de ampliar e estabilizar os investimentos e modernizar as capacidades nacionais, mas também de aprimorar os instrumentos de medição, análise e avaliação do setor espacial. Esse aprimoramento é essencial para garantir uma tomada de decisão informada, assegurar maior transparência e eficiência no uso dos recursos públicos e fortalecer o papel estratégico do Brasil no cenário espacial global.

Além dos benefícios econômicos e tecnológicos, os investimentos em defesa espacial assumem papel estratégico fundamental para a preservação da soberania nacional, a proteção das infraestruturas críticas, o fortalecimento das capacidades de dissuasão e a garantia da autonomia decisória do Estado brasileiro. Em um contexto internacional marcado por tensões geopolíticas crescentes e pela intensificação da guerra híbrida, o fortalecimento das capacidades espaciais de defesa torna-se essencial para que o Brasil assegure sua posição geopolítica, proteja seus interesses nacionais e amplie sua relevância no cenário internacional.

O alinhamento entre investimentos financeiros, capacidade institucional e qualidade das informações estatísticas será determinante para o sucesso do país na construção de uma economia espacial integrada, inovadora e competitiva.

BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Linha do tempo das atividades espaciais no Brasil**. Disponível em: <https://observatorio.aeb.gov.br/politica-espacial/cronologia-do-programa-espacial-brasileiro> Acesso em: 02 janeiro 2024.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2012-2021. 2012.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2022-2031. 2022.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Acompanhamento da LOA vigente. Observatório da AEB. Disponível em: <https://observatorio.aeb.gov.br/dados-e-indicadores/tema-governo/tema-orcamento/acompanhamento-da-loa-vigente>. Acesso em: 7 março 2025.

BERGE, Jonas Vidhammer; HIIM, Henrik Stålhane. Killing them softly: China's counterspace developments and force posture in space. **Journal of Strategic Studies**, v. 47, n. 6-7, p. 940-963, 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. 2020. Livro Branco de Defesa Nacional. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf Acesso em: 30 dez. 2023

BRASIL. Ministério da Defesa. Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa. DF: Ministério de Defesa, 2020a. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_1.pdf . Acesso em: 08 abril 2023

BRASIL. Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (PESE) (2018); MD20-S01. Ministério da Defesa, 1a edição 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/legislacao/emcfa/publicacoes/doutrina/md20a_sa_01a_programaa_estrategicoa_dea_sistema_espaciais_pesee_2018.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023

BRYCE TECH. 2023 Orbital Launches Year in Review. BryceTech, 2024. Disponível em: <<https://brycetek.com/reports>>. Acesso em: 02 fevereiro 2025.

BRYCE TECH. Smallsats by the Numbers 2023. BryceTech, 2023. Disponível em: <<https://brycetek.com/reports>>. Acesso em: 24 março 2025.

BRYCE TECH. Smallsats by the Numbers 2024. BryceTech, 2024. Disponível em: <<https://brycetek.com/reports>>. Acesso em: 24 março 2025.

BRYCE TECH. China Space Activity 2024. BryceTech, 2024a. Disponível em: <https://brycetek.com/reports/report-documents/china-space-activity-2024/BryceTech_China-Space-Activity-2024.png>. Acesso em: 24 mar. 2025.

BRUKARDT, Ryan, KLEMPNER, Jesse e STOKES Brooke, "R&D for space: Who is actually funding it?," McKinsey & Company, December 10, 2021, disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/r-and-d-for-space-who-is-actually-funding-it>> Acessado em 01 de maio de 2023.

CABELLO, Andrea; FREITAS, Lúcia Helena Michels; MELO, Michele. Brazilian space sector:

Historical analysis of the public budget. *Space Policy*, v. 62, p. 101502, 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. (2010). *A Política Espacial Brasileira: Cadernos de Altos Estudos*, n. 7. Brasília: Edições Câmara.

CARAVEO, Patrizia; IACOMINO, Clelia. **Europe in the Global Space Economy**. Springer, 2023.

CENTER FOR STRATEGIC AND INTERNATIONAL STUDIES (CSIS). Counterspace Timeline: 1959–2022. Disponível em: <https://aerospace.csis.org/counterspace-timeline>. Acesso em: 27 abr. 2025.

CEPIK, Marco Aurélio Chaves; DE SOUZA, Jaíne Garcia; DAL-BERTO, Vanessa Redel. A CONSOLIDAÇÃO DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: MUDANÇAS E DESAFIOS NA TERCEIRA ERA ESPACIAL. **AUSTRAL: Brazilian Journal of Strategy & International Relations**, v. 12, n. 23, 2023.

COSSUL, N. I. Potencialidade do Programa Espacial Brasileiro para a integração regional: aprofundamento da cooperação regional por meio do emprego das tecnologias de informação e comunicação. **Revista Videre**, [S. l.], v. 11, n. 21, p. 209–225, 2019. DOI: 10.30612/videre.v11i21.10131. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/10131>. Acesso em: 14 fev. 2024.

EUROPEAN SPACE AGENCY. *ESA Annual Report 2023*. Paris: ESA, 2024. Disponível em: https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/ESA_Annual_Report_2023. Acesso em: abril 2025.

EUROSPACE. *Eurospace Facts & Figures – Press Release 2023*. Paris: Eurospace, 2023. Disponível em: <https://eurospace.org/wp-content/uploads/2023/07/press-release-ff-2023-final-release-v2.pdf>. Acesso em: 27 abril 2025.

EUROSPACE. *Bridging Horizons: Integrating Space & Defence for a Stronger Europe*. Paris: Eurospace, 2024. Disponível em: <https://eurospace.org/7026-2/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

CRANE, Keith W. et al. **Measuring the space economy: Estimating the value of economic activities in and for space**. Institute for Defense Analyses., 2020.

GATLAND, Kenneth. *The Illustrated Encyclopedia of Space Technology: A Comprehensive History of Space Exploration*. 1983.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002

HARTLEY, Keith; SANDLER, Todd. *The economics of defense*. Cambridge Books, 1995.

HIGHFILL, Tina; JOUARD, Annabel; FRANKS, Connor. Preliminary Estimates of the US Space Economy, 2012-2018. **Survey of Current Business**, v. 100, p. 12, 2020

HIGHFILL, Tina; GEORGI, Patrick; SURFIELD, Chris. New and Revised Statistics for the U.S. Space Economy, 2017–2022. *Survey of Current Business*, (2024).

LONDON ECONOMICS. 2023. **Size and Health of the UK Space Industry 2023**. <https://www.gov.uk/government/publications/the-size-and-health-of-the-uk-space-industry-2023/size-and-health-of-the-uk-space-industry-2023#annex-updated-segment-mapping>

MATOS, Patrícia; FERREIRA, Marcos. Indústria Aeroespacial Brasileira: especificidades e contrastes entre os setores aeronáutico e espacial. *Revista Brasileira de Estudos Estratégicos*, v. 12, n. 23, p. 10-35, 2020.

NASA. *Robert Goddard: Rocket Pioneer*. Disponível em: <https://www.nasa.gov/dr-robert-h-goddard-american-rocketry-> Acesso em: abril 2025.

NASA. Sputnik and the Dawn of the Space Age. Disponível em: <https://www.nasa.gov/history/sputnik/>. Acesso em: abril. 2025a.

NOVASPACE. *Government Space Programs 2024: A comprehensive overview of government space strategies, activities, and budgets until 2033*. Paris: Novaspace, 2024

RH. THE ILLUSTRATED ENCYCLOPEDIA OF SPACE TECHNOLOGY: A COMPREHENSIVE HISTORY OF SPACE EXPLORATION. 1982.

PARAVANO, Alessandro; LOCATELLI, Giorgio; TRUCCO, Paolo. What is value in the New Space Economy? The end-users' perspective on satellite data and solutions. *Acta Astronautica*, v. 210, p. 554-563, 2023.

POLANSKY, John; CHO, Mengu. Classification of countries worldwide according to satellite activity level. *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, v. 14, n. ists30, p. Pv_7-Pv_16, 2016.

OCDE (2019), *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en>.

OECD (2020), “Measuring the economic impact of the space sector: key indicators and options to improve data”, Background paper for the first G20 Space Economy Leaders’ Meeting (Space20), <<http://www.oecd.org/sti/inno/space-forum/measuring-economic-impact-spacesector.pdf>> Acesso em: 07 de junho de 2023.

OECD (2022), *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*, 2nd Edition, OECD Publishing, Paris, <<https://doi.org/10.1787/8bfef437-en>>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

OECD (2023), *The Space Economy in Figures: Responding to Global Challenges*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/fa5494aa-en>.

ROME, Nathaniel. China's Space Export Strategy. *Space Policy*, v. 66, p. 101574, 2023.

SPACE CAPITAL. Space IQ Reports. Space Capital, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.spacecapital.com/space-iq#download>>. Acesso em: 24 março 2025.

SPACE CAPITAL. Space Investment Quarterly – Q4 2024. [S.l.]: Space Capital, 2025. Disponível em: <<https://spacecapital.docsend.com/view/mb2fc5u92f2fkdt>>. Acesso em: 24 março 2025.

TERACINE, Edson Baptista. Os Benefícios Sócio-Econômicos das Atividades Espaciais no Brasil. *Parcerias Estratégicas*, n. 7, out. 1999.

UNDSETH, Marit; JOLLY, Claire. A new landscape for space applications: Illustrations from Russia's

war of aggression against Ukraine. 2022.

U.S. DEFENSE INTELLIGENCE AGENCY. 2022 Challenges to Security in Space: Space Reliance in an Era of Competition and Expansion. Washington, D.C.: Defense Intelligence Agency, 2022. Disponível em: https://www.dia.mil/Portals/110/Documents/News/Military_Power_Publications/Challenges_Security_Space_2022.pdf>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

WEEDEN, Brian History of Anti-Satellite Tests in Space, modificado em 05 de fevereiro de 2025. Disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1e5GtZEzdo6xk41i2_ei3c8jRZDjvP4Xwz3BVsUHwi48/edit#gid=1252618705>. Acesso em: 21 de março de 2025 .