

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS ESTRATÉGICOS
INTERNACIONAIS**

JAÍNE GARCIA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO (1957-2021):
DO USO CIVIL À APLICAÇÃO DUAL**

**Porto Alegre
2022**

JAÍNE GARCIA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO (1957-2021):
DO USO CIVIL À APLICAÇÃO DUAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Chaves Cepik

**Porto Alegre
2022**

CIP - Catalogação na Publicação

Souza, Jaíne Garcia de
Desenvolvimento do programa espacial indiano
(1957-2021): do uso civil à aplicação dual / Jaíne
Garcia de Souza. -- 2022.
162 f.
Orientador: Marco Aurélio Chaves Cepik.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,
Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos
Internacionais, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Programa espacial. 2. República da Índia. 3.
Tecnologia espacial dual. 4. Estudos estratégicos
internacionais. I. Cepik, Marco Aurélio Chaves,
orient. II. Título.

JAÍNE GARCIA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO (1957-2021):
DO USO CIVIL À APLICAÇÃO DUAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Chaves Cepik

Aprovada em: Porto Alegre, 25 de maio de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marco Aurélio Chaves Cepik – Orientador

UFRGS

Prof. Dr. Érico Esteves Duarte
(PPGEEI/UFRGS)

Prof. Dra. Mariana Alves da Cunha Kalil
(PPGSID/ESG)

Prof. Dr. Erik Herejk Ribeiro
(UniRitter)

AGRADECIMENTOS

O período de dois anos do mestrado, vivenciados à distância, por conta da pandemia de COVID-19, mostrou-se um grande desafio, em diversos aspectos da vida, mas especialmente na condução e elaboração desta dissertação. A evolução da escrita em si, muitas vezes, transformou-se em um processo solitário. Contudo, tive a grande sorte em cruzar meu caminho acadêmico com diversas pesquisadoras e pesquisadores que me auxiliaram e re confortaram em momentos em que cogitei desistir de tudo. Porém, o produto final, que é essa dissertação, concluiu-se graças a uma rede de apoio que jamais imaginei construir em pouco tempo.

Primeiramente, agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por proporcionar educação pública, gratuita e de extrema qualidade; e que apesar dos ataques diretos e cortes em investimentos na educação nos últimos anos, o meio acadêmico consiga resistir e persistir na formação de pesquisadores qualificados. Também gostaria de demonstrar meus mais sinceros agradecimentos à CAPES pelo suporte financeiro, e ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais (PPGEEI).

Gostaria de agradecer ao meu querido orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Chaves Cepik, minha fonte introdutória sobre o espaço sideral e as RIs (lá em 2015), que se converteu em minha agenda de pesquisa na graduação e agora na pós-graduação. Obrigada por ser uma inspiração. A condução dessa pesquisa seria completamente diferente se não fosse a troca horizontal, humana e a inesgotável paciência ao longo das orientações. Gratidão pelos ensinamentos, questionamentos e direcionamentos ao longo dessa jornada, que contribuíram fortemente para o meu amadurecimento como pesquisadora e mais importante, como pessoa.

Agradeço também à minha psicóloga, Isabella B. Panegassi Silva, por ter sido essencial durante esse período. Por me auxiliar na busca por mim mesma, mas também por ter me ajudado a diminuir a autocobrança crescente acerca de minha postura, meu trabalho e meu *eu* acadêmico como um todo; chego ao fim dessa jornada buscando ser mais gentil comigo mesma.

Demonstro minha gratidão aos professores do PPGEEI com quem tive oportunidade de aprender ao longo dos semestres, em especial, Fernando Ferrari Filho, Andrés Ernesto Ferrari Haines, André Luiz Reis da Silva, Eduardo Munhoz Svartman, Marcelo Milan, Silvia Ferabolli; estendendo aos professores externos Naiane Inez Cossul (UniRitter), João Gabriel Burmann da Costa (UniRitter), Pedro Vinícius Pereira Brites (FGV), Lucas Kerr de Oliveira (UNILA), Paulo Visentini (UFRGS) e Emiliano Unzer (UFES), que foram essenciais e acabaram contribuindo direta ou indiretamente, não apenas com esta dissertação, mas assim como minha trajetória acadêmica.

Agradeço também a grande rede de apoio que foram os grupos de pesquisa, pela troca de ideias e feedbacks que contribuíram com o desenrolar da minha pesquisa. O aprendizado com todos foi uma experiência enriquecedora, fico muito grata por ter cruzado minha trajetória com as pessoas incríveis do Laboratório de Estudos em Defesa e Segurança (LEDS/UniRitter), da Oficina de Estudos em China e Leste Asiático (OfChila/UFRGS), e do Instituto Sul Americano de Política e Estratégia (ISAPE).

Agradeço imensamente ainda a todos os colegas e amigos com quem pude debater e aprender durante as aulas, mesmo que através do Ensino Remoto Emergencial (ERE), mas também através de trocas “fora” da sala de aula. Em especial, à Marianna de Oliveira Rodrigues, me faltam palavras para conseguir traduzir a grande ajuda e base que tem sido desde a graduação, agradeço por acreditar em mim, mesmo quando eu não o faço e por ser minha irmã de coração. Reitero meus agradecimentos também à Midred Barreto, Felipe Dalcin, Bruce Padilha, Éberson Polita, Betina Sauter, Matheus Bianco, Matheus Fröhlich, Milton Deiró Neto, Natália Ochoa, Gabriela Chagas, Leonardo Castagna, João Chiarelli, Renato Ungaretti, Pedro Henrique Oliveira, Augusto Dall’Agnol e todos os membros da Equipe Cepik. A vocês, muito obrigada por tudo.

Agradeço todo o suporte da minha família e amigos ao longo dessa trajetória como mestranda, por entenderem minhas escolhas e demonstrarem apoio apesar de tudo. A minha mais sincera gratidão pelo apoio contínuo à Nelsi Seibert e Evaldo Dimer, por cuidarem de mim com tanto carinho. Em especial à Victória Pires Alloy, por toda ajuda na criação final das figuras deste trabalho; como também todo apoio e incentivo dos “daora”.

À minha mãe, Edi Guterres Garcia, gostaria de agradecer o suporte incondicional, os cuidados e amor transmitidos no dia a dia, apesar dos choros e desesperos dessa estudante, meu desenvolvimento como pessoa e amadurecimento como mulher são percebidos graças a ti e eu te amo, ao infinito e além. Ao meu pai, apesar de tudo, sou agradecida pelo suporte. Às luzes que iluminam meus dias e me tiram de momentos difíceis, Daisy e Magnólia, minha gratidão para além da espécie humana.

“We can be together in this space, while being on the other side of the Earth. We can be together at any time, not just at 12 o’clock. Physical matters certainly remained indifferent in our space. I only hope for this to never cease. I hope this space that belongs to you & me, be the site for anyone to rest in tranquility. I hope for our memories to rise as reminiscences and embrace you like no other. This is dedicated to those who have created our space together. Thank you.” (JONGHYUN, 2018).

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo analisar a razão para o aumento do papel militar indiano no Programa Espacial nacional. A hipótese utilizada nesta dissertação é que foi em função de pressões geopolíticas que a Índia buscou maior militarização e autonomia de seu programa espacial, não se limitando apenas à competição regional, mas também levando em conta certas pressões estruturais. Com o intuito de atingir seus objetivos, a partir de um recorte temporal de 1957-2021 – leva em conta o início da Era Espacial até a atualidade –, este trabalho encontra-se dividido em três partes. A primeira analisa o imperativo espacial em um âmbito geral, apontando qual a importância do espaço sideral e por que essa região se tornou tão cobiçada entre as potências espaciais consolidadas e emergentes. Na segunda parte é desenvolvida a evolução histórica do programa espacial da República da Índia, apontando suas capacidades e o papel regional da Índia na geração de resultados positivos no que tange às aplicações espaciais. Em um terceiro momento se investiga justamente a questão-chave desta pesquisa: a reorientação do programa espacial indiano para uma orientação mais militar. Como conclusão, percebe-se a dependência crescente em ativos espaciais, especialmente como resultado da vulnerabilidade indiana na região do Sul da Ásia, que faz o governo indiano investir em tecnologias duais, ao mesmo tempo em que reforça a necessidade de modernizar os níveis de precisão de alvos.

Palavras-chave: Programa Espacial. República da Índia. Tecnologia Espacial Dual. Estudos Estratégicos Internacionais.

ABSTRACT

This dissertation aims to analyze the reason for the increasing role of the Indian military forces in its National Space Program. The hypothesis used in this dissertation is that it was as a result of geopolitical pressures that India sought greater militarization and autonomy of its space program, not being limited only to the regional competition, but also taking into account certain structural pressures. To achieve its goals, from a time frame from 1957 to 2021 – taking into account the beginning of the Space Age to the present –, this work is segmented into three parts. First, we analyze the space imperative in a general scope, pointing out the importance of outer space and why this region has become so coveted among current and emerging space powers. In the second part, the historical evolution of the space program of the Republic of India is developed, pointing out its capabilities and the regional role of India in generating positive results regarding space applications. In a third section, we bring up the key issue of this research: the reorientation of the Indian space program towards a solid militarized orientation. In conclusion, there is a growing dependence on space assets, especially due to Indian vulnerability in the South Asia region, which makes the Indian government invest in dual technologies while reinforcing the need to modernize the accuracy levels of targets.

Keywords: Space Program. The Republic of India. Dual Space Technology. International Strategic Studies.

सार

इस शोध प्रबंध का उद्देश्य अपने राष्ट्रीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में भारतीय सैन्य बलों की बढ़ती भूमिका के कारणों का विश्लेषण करना है। इस शोध प्रबंध में प्रयुक्त परिकल्पना यह है कि यह भू-राजनीतिक दबावों के परिणामस्वरूप था कि भारत ने अपने अंतरिक्ष कार्यक्रम के अधिक सैन्यीकरण और स्वायत्तता की मांग की, जो न केवल क्षेत्रीय प्रतिस्पर्धा तक सीमित थी, बल्कि कुछ संरचनात्मक दबावों को भी ध्यान में रखते हुए थी। अपने लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए, 1957 से 2021 तक की समय सीमा - अंतरिक्ष युग की शुरुआत से लेकर वर्तमान तक - को ध्यान में रखते हुए, इस कार्य को तीन भागों में विभाजित किया गया है। सबसे पहले, हम अंतरिक्ष की अनिवार्यता का एक सामान्य दायरे में विश्लेषण करते हैं, बाहरी अंतरिक्ष के महत्व को इंगित करते हुए और यह क्षेत्र वर्तमान और उभरती हुई अंतरिक्ष शक्तियों के बीच इतना प्रतिष्ठित क्यों हो गया है। दूसरे भाग में, भारत गणराज्य के अंतरिक्ष कार्यक्रम का ऐतिहासिक विकास विकसित किया गया है, जो अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के संबंध में सकारात्मक परिणाम उत्पन्न करने में इसकी क्षमताओं और भारत की क्षेत्रीय भूमिका को इंगित करता है। तीसरे खंड में, हम इस शोध के प्रमुख मुद्दे को सामने लाते हैं: भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम का एक ठोस सैन्यीकरण उन्मुखीकरण की ओर पुनः अभिविन्यास। अंत में, अंतरिक्ष संपत्तियों पर निर्भरता बढ़ रही है, विशेष रूप से दक्षिण एशिया क्षेत्र में भारतीय भेद्यता के कारण, जो लक्ष्य की सटीकता के स्तर को आधुनिक बनाने की आवश्यकता को मजबूत करते हुए भारत सरकार को दोहरी प्रौद्योगिकियों में निवेश करने के लिए मजबूर करती है।

कीवर्ड: अंतरिक्ष कार्यक्रम. भारत गणराज्य. दोहरी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी. अंतर्राष्ट्रीय सामरिक अध्ययन।

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Escada Tecnológica Espacial	28
Figura 2 – Tipos de Órbitas	46
Figura 3 – Pontos de Lagrange (L-points).....	47
Figura 4 – Exemplos de Motivações para Desenvolver um Programa Espacial	57
Figura 5 – Estrutura Organizacional da ISRO.....	70
Figura 6 – Tipos de Veículos Lançadores da Índia	83
Figura 7 – Satélites da Índia por Segmento.....	90
Figura 8 – Espaço, Armas e Dissuasão	108

LISTA DE MAPAS E GRÁFICOS

Mapa 1 – Mapa político da República da Índia.....	Erro! Indicador não definido.
Mapa 2 – Centros da ISRO.....	72
Mapa 3 – Bases Terrestres de Lançamentos Espaciais da Índia.....	86
Gráfico 1 – Atividade Espacial Global de 2020	51
Gráfico 2 – Valor da Espaçonave por Mercado (2017-2020).....	53
Gráfico 3 – Valor da Espaçonave por País de Fabricação (2017-2020).....	54
Gráfico 4 – Tendências da Força de Trabalho Espacial (2010-2020)	55
Gráfico 5 – Número de Satélites por Segmento	59
Gráfico 6 – Tentativas de Lançamento Orbital por Nação (2021)	62
Gráfico 7 – Satélites Militares em Órbita (2021)	105
Gráfico 8 – Orçamento de Defesa Indiano (2010-2021)	112
Gráfico 9 – Orçamento Espacial Indiano (2010-2021).....	114

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Primeira Conquista Espacial	31
Quadro 2 – Acordos, Tratados e Convenções Internacionais sobre o Espaço	35
Quadro 3 – Diferentes tipos de órbitas de satélites	45
Quadro 4 – Propriedades dos Veículos Lançadores da Índia.....	84
Quadro 5 – Satélites por Segmento em Órbita da Índia.....	88
Quadro 6 – Estrutura para os Tipos de Armas Espaciais	100
Quadro 7 – Definição de Comando do Espaço	102
Quadro 8 – Satélites com fins militares da Índia (2012-2021)	115
Quadro 9 – Interesses de Capacidade Tecnológica da Agência Espacial de Defesa	118

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

AAI	Airport Authority of India
ABM	Anti-ballistic Missile
AIS	Automatic Identification System
ANTRIX	Antrix Corporation Limited
APPLE	Ariane Passenger Payload Experiment
APRSAF	Asia-Pacific Regional Space Agency Forum
APRS	Automatic Packet Repeating System
APSCO	Asia-Pacific Space Cooperation Organization
ARIS	Advanced Retarding Potential Analyzer for Ionospheric Studies
ASAT	Anti-satellite Weapon
ASLV	Augmented Satellite Launch Vehicle
ATV	Advanced Technology Vehicle
BDS	BeiDou Navigation Satellite System
BIS	Bureau of Industry and Security
BMD	Ballistic Missile Defense
C3	Command, Control, and Communications
C4ISR	Command, Control, Computers, Communications, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance
CLOC	Celestial Lines of Communication
CNES	Centre National d'tudes Spatiales
CNSA	China National Space Agency
CNY	Renminbi
COMINT	Communication Intelligence
COPUOS	Committee on the Peaceful Uses of Outer Space
CSSTE-AP	Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific
DAE	Department of Atomic Energy
DECU	Development and Educational Communication Unit
DMS	Disaster Management Support
DOS	Department of Space
DRDO	Defence Research and Development Organisation
DSA	Defense Space Agency
DSRA	Defence Space Research Agency
ELINT	Electronic Signals
EOAM	Earth Observation Applications Mission
ESA	European Space Agency
EUA	Estados Unidos da América
GAGAN	GPS and Geo-Augmented Navigation
GEO	Geostationary Orbit
GLONASS	Global Navigational Satellite System
GNC	Guidance, navigation, and control
GNSS	Global Navigation Satellite System
GP	Grandes Potências
GPS	Global Positioning System
GSLV	Geo-synchronous Satellite Launch Vehicle
GTO	Geostationary Transfer Orbit
HEO	Highly Elliptical Orbit
HSFC	Human Spaceflight Centre

ICBM	Intercontinental Ballistic Missile
IDS	Integrated Defence Services
IIRS	Indian Institute of Remote Sensing
IIST	Indian Institute of Space Science and Technology
IISU	ISRO Inertial Systems Unit
INCOSPAR	Indian National Committee for Space Research
INSAT	Indian National Satellite System
INSPACe	Indian National Space Promotion and Authorization Center
IPRC	ISRO Propulsion Complex
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
IRS	Indian Remote Sensing Satellites
ISAC	ISRO Satellite Centre
ISpA	Indian Space Association
ISR	Inteligência, Vigilância e Reconhecimento
ISRO	Indian Space Research Organisation
ISS	International Space Station
ISTRAC	ISRO Telemetry, Tracking and Command Network
KCP	Kheda Communications Project
LEO	Low Earth Orbit
LEOS	Laboratory for Electro-Optics Systems
LISS	Linear Imaging Self-Scanning Sensor
LPSC	Liquid Propulsion Systems Centre
MAD	Mutual Assured Destruction
MCF	Master Control Facility
MEO	Medium Earth Orbit
MIRV	Multiple Independently Targetable Reentry
MNA	Movimento dos Países Não Alinhados
MoD	Ministry of Defense
MOTR	Multi-Object Tracking Radar
MTCR	Missile Technology Control Regime
NARL	National Atmospheric Research Laboratory
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NavIC	Navigation with Indian Constellation
NER	North Eastern Region
NE-SAC	North Eastern Space Applications Centre
NNRMS	National Natural Resources Management System
NRSC	National Remote Sensing Centre
NSIL	New Space India Limited
NTM	National Technical Means
NTRO	National Technical Research Organisation
ONU	Organização das Nações Unidas
P&T	Post and Telegraphs Department
PAROS	Prevention of an Arms Race in Outer Space
PEI	Programa Espacial da Índia
PIB	Produto Interno Bruto
PM	Primeiro Ministro
PNT	Position Navigation and Timing
PPWT	Treaty on the Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space, the Threat or Use of Force against Outer Space Objects
PRL	Physical Research Laboratory

PSLV	Polar Satellite Launch Vehicle
PSU	Public Sector Undertaking
QUAD	Quadrilateral Security Dialogue
RI	Relações Internacionais
RLV-TD	Reusable Launch Vehicle-Technology Demonstrator
RPO	Rendezvous Proximity Operations
RSDP	Remote Sensing Data Policy
RS	Restricted Service
SAC	Space Applications Centre
SALT	Strategic Arms Limitation Talks
SASA	South America Space Agency
SBAS	Satellite Based Augmentation System
SCL	Semi-Conductor Laboratory
SDI	Strategic Defense Initiative
SDSC	Satish Dhawan Space Centre
SIGINT	Signals Intelligence
SI	Sistema Internacional
SITE	Satellite Instructional Television Experiment
SLBM	Submarine-Launched Ballistic Missiles
SNDV	Strategic Nuclear Delivery Vehicles
SPACEEX	Space Exploration Technologies Corporation
SPOC	Space Operations Command
SPS	Standard Positioning Service
SSA	Space Situational Awareness
SSCG	Space Security Coordination Group
SSC	Space Systems Command
SSO	Sun-synchronous Orbit
STARCOM	Space Training and Readiness Command
START	Strategic Arms Reduction Treaty
STEP	Satellite Telecommunication Experiments Projects
TERLS	Thumba Equatorial Rocket Launching Station
TES	Technology Experimental Satellite
TNP	Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares
TPCR	Technology Perspective and Capability Roadmap
TSS	Tiangong Space Station
UNGA	United Nations General Assembly
UNOOSA	United Nations Office for Outer Space Affairs
UNSC	United Nations Security Council
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USSF	United States Space Force
VHRR	Very High-Resolution Radiometer
VSSC	Vikram Sarabhai Space Centre
WGS	Wideband Global SATCOM
WMD	Weapons of Mass Destruction

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 PODER ESPACIAL E AS RELAÇÕES INTERNACIONAIS	23
2.1 HISTÓRICO DA CONQUISTA DO ESPAÇO E SEU VALOR ESTRATÉGICO	24
2.2 O IMPERATIVO ESPACIAL CONTEMPORÂNEO	49
2.3 CONCLUSÕES PARCIAIS	63
3 PROGRAMA ESPACIAL DA REPÚBLICA DA ÍNDIA	65
3.1 HISTÓRICO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO.....	66
3.2 CAPACIDADES ESPACIAIS E SATÉLITES INDIANOS.....	77
3.3 CONCLUSÕES PARCIAIS	92
4 REORIENTAÇÃO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO: DO USO CIVIL À NATUREZA DUAL	94
4.1 TRANSFORMAÇÕES DAS CAPACIDADES ESPACIAIS CONTEMPORÂNEAS ..	94
4.2 O USO DE TECNOLOGIA ESPACIAL PARA FINS MILITARES PELA ÍNDIA ..	110
4.3 CONCLUSÕES PARCIAIS	126
5 CONCLUSÃO	128
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
ANEXO A – Lançamentos Espaciais da República da Índia (1975-2021)	150
ANEXO B – Missões dos Veículos Lançadores da Índia.....	159

1 INTRODUÇÃO

A questão espacial e a crescente importância do espaço sideral¹ para as dinâmicas geopolíticas nas relações internacionais resumem-se na adição de mais um local em que os Estados passaram a investir seus recursos e capacidades militares. Dentro dos objetivos centrais dos Estados estão proteger seus interesses estratégicos, ao mesmo tempo em que buscam aumentar consideravelmente sua influência estratégico-militar sobre seus adversários. Possuir um programa espacial consolidado contribui com a modernização tecnológica das capacidades civil-militares de um Estado, tendo em vista a crescente dependência, nas últimas décadas, de recursos que são baseados no espaço, como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), por exemplo (GOPALASWAMY, 2019).

À vista disso, a República da Índia (mapa 1), desde que conquistou sua independência da Grã-Bretanha, em 1947, passou a investir no desenvolvimento de seu programa espacial. O histórico de conquistas espaciais da Índia tem seu início pouco tempo após o lançamento do *Sputnik-1* – primeiro satélite lançado ao espaço sideral pela União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) em 1957. O programa espacial indiano foi criado na década de 1960 e, ao contrário dos programas espaciais desenvolvidos pelos Estados Unidos da América (EUA), União Soviética e China, empenhou-se no aprimoramento tecnológico de ativos espaciais para o uso civil, voltado ao desenvolvimento socioeconômico da Índia – adquirindo, com o tempo, capacidade sólida em sensoriamento remoto, meteorologia e agricultura –, além de buscar maior independência nacional neste setor (MOLTZ, 2012; HARDING, 2013; GOPALASWAMY, 2019).

¹ Entende-se por espaço sideral todo o espaço que é exterior à atmosfera terrestre acima de 100 km da superfície do mar (Linha Kármán). Como a atmosfera não acaba ao chegar nessa marca de 100 km, o que ocorre é que a atmosfera vai se tornando mais fina e inviabiliza o suporte de voos (CEPIK, 2015).

Mapa 1 – Mapa político da República da Índia



Fonte: Adaptado de Geology (2020).

Contudo, as questões securitárias internacionais do final do século XX, sendo elas, o imperativo nuclear e missilístico, resultaram em raízes profundas entre as considerações de segurança (como o regime de não proliferação, por exemplo) e o programa espacial da Índia. Logo, como consequência das crescentes preocupações relacionadas à segurança nacional indiana – destacando-se, por exemplo, as guerras de Bangladesh (1971), Kargil (1999) e o teste ASAT chinês (2007) –, percebe-se uma mudança gradual na orientação exclusivamente civil do programa espacial da Índia (KOBLENTZ, 2014; GOPALASWAMY, 2019).

Identifica-se que a mudança gradual no foco do programa espacial indiano – para um forte interesse em desenvolver um perfil com maior orientação militar, e que atenda às necessidades securitárias da Índia –, é uma resposta imediata às transições geopolíticas da Ásia contemporânea. Desta forma, faz-se necessário abordar alguns conceitos-chave acerca das questões ligadas ao espaço sideral nas últimas décadas, que acabaram por influenciar a forma com que muitas potências espaciais, incluindo Nova Delhi, passaram a lidar com a região espacial. Tendo isso em vista, a importância estratégica do espaço tornou possível que diversos setores (comunicação, navegação, vigilância, etc.) evoluíssem, fazendo com que os Estados interessados na região espacial passassem a adotar condutas necessárias à preservação e promoção de seu contínuo acesso e uso, ainda que estas culminem no aumento das tensões com os países vizinhos e com o restante de seu entorno regional (SHEEHAN, 2007; RANJAN, 2018).

Essa percepção pode ser traduzida no conceito de comando do espaço abordado por Klein (2006), que salienta a ideia de que o Estado que detém o *status* de comando do espaço possui a capacidade de garantir o acesso e uso da região espacial, assim como negar tal benefício. A utilização do espaço sideral – caso uma nação busque manifestar um dos três modos de obter o comando do espaço (presença, coerção ou força²) ou, caso apenas opte por utilizar este local para outras atividades espaciais –, pode vir a moldar o regime internacional para o espaço sideral, os tratados internacionais ou mesmo alguns regulamentos acerca desta temática.

Na prática, ao contrário das teorias mais robustas como as dos poderes terrestre, marítimo ou mesmo o aéreo; o poder espacial, devido a existência de poucas evidências empíricas para se examinar, torna-se difícil a elaboração de algo, como frisam Lutes e Hays (2011) em um “estilo Mahaniano de teoria”, no qual pode ser compreendido como um estilo

² A explicação mais detalhada sobre este conceito de Klein de comando do espaço será abordada no capítulo 4 desta dissertação.

teórico que sirva de orientação para o poder espacial e não um endosso à teoria de Alfred Mahan. Desde a década de 1990 notam-se tentativas de estudos que buscam preencher o vácuo teórico relacionado a uma teoria voltada ao espaço sideral, contudo, ainda na atualidade, não existe um consenso sobre uma teoria do poder espacial (MACHADO, 2011).

À face do exposto, uma discussão acerca das diferentes abordagens teóricas para um poder espacial não será conduzida nesta dissertação, ainda assim, optou-se utilizar o arcabouço conceitual desenvolvido por Klein (2006) porque, baseado na visão Corbetiana/Clausewitziana é possível desenvolver uma analogia que consegue abranger as operações militares e os interesses nacionais no espaço sideral. Ou seja, parte da ideia de que um ou mais Estados possam ser impedidos *momentaneamente* de acessar o espaço sideral, e não um impedimento *permanente*.

O comando do espaço, portanto, é um aparato de suma importância àquele Estado que visa qualquer nível de protagonismo e influência no Sistema Internacional (SI), logo, muitos países têm buscado meios de concretizar tal interesse nacional. Desse modo, a presença na região espacial se faz necessariamente basilar para a estratégia de um país que anseia se tornar uma grande potência e visa ampliar sua projeção de poder. No que tange à definição de grande potência, este trabalho utiliza três aspectos, como destaca Cepik (2013), necessários para que um Estado se enquadre nesta categoria:

- a. comando do espaço;
- b. capacidade estratégica de segundo ataque;
- c. inexpugnabilidade, ou seja, a incapacidade de ser conquistado militarmente por outra potência ou especialmente outra grande potência.

Logo, se um Estado for considerado uma grande potência, o comando do espaço irá atuar como uma pré-condição para o uso dissuasório de armas nucleares e para suporte às operações realizadas nos ambientes terrestre, marítimo e aéreo (CEPIK, MACHADO, 2011). Em vista disso, ao utilizar-se do estudo de caso indiano, torna-se possível compreender como a República da Índia se insere na arena de atuação no Sistema Internacional, tendo em vista seu crescente investimento em tecnologia espacial com ênfase militar, como, por exemplo, o lançamento do *GSAT-7*, em 2013, o primeiro satélite de comunicações militares indiano (THE HINDU, 2013).

Como reflexo ao momento pós-Guerra marcado pela instabilidade internacional e a característica bipolar³ do SI, boa parte da Era Espacial é marcada por potências espaciais que buscam a melhor tática para integrar em suas políticas nacionais os princípios estratégicos do espaço sideral. Em um primeiro momento, autores como Moltz (2011) e Harding (2013), elaboram análises históricas a partir do final da década de 1950, quando outros Estados passaram a investir e desenvolver seus programas espaciais. Eles destacam que a maior motivação de boa parte dessas nações para adquirir tais programas estaria diretamente voltada à aquisição de capacidades militares, devido à natureza dual de ativos espaciais⁴. Complementarmente, autores como Klein (2006), Dolman (2002), Sheehan (2007) e Bowen (2020), trazem em suas análises, de forma mais pontual, os princípios estratégicos do espaço sideral, utilizando como objeto as operações militares no espaço e suas possíveis consequências ao SI.

O segundo grupo de autores passa a levar em conta a ascensão de novas potências espaciais que acabam mexendo com a estrutura de poder global – gerando novas estruturas no SI tal qual as armas nucleares –, sendo uma dessas novas potências, a Índia. Por isso, traz-se as obras de Moltz (2012), Aliberti (2018), Aravamudan e Aravamudan (2017) e Rajagopalan (2019), que mostram os motivos pelo qual Nova Delhi transformou em uma de suas prioridades o investimento e desenvolvimento de seu programa espacial, a ponto de adquirir autonomia tecnológica, em certa medida, e tornar-se um forte competidor no que tange a tecnologias espaciais, especialmente na Ásia nas últimas décadas. Destacam-se as discussões das obras de Kamilla (2020), Paracha (2013), Rajagopalan (2019, 2020, 2021) e Goswami (2022), um terceiro grupo de autores, que observam de que maneira a questão securitária pesou na decisão indiana de investir mais em ativos espaciais com propósito militar, e como isso tem influenciado fortemente as dinâmicas em seu entorno estratégico, especialmente entre o triângulo de poder do Sul da Ásia (Índia, Paquistão e China).

Dessa forma, baseando-se no crescente protagonismo indiano nas questões ligadas à geopolítica espacial, a base desta pesquisa se consolidará a partir do seguinte questionamento:

³ A exposição acerca da distribuição de poder dentro do SI recai sobre o conceito de polaridade, amplamente abordado entre diferentes autores de RI. Comumente, utilizam-se três vertentes da polaridade: unipolaridade, bipolaridade e multipolaridade; sendo que, os aspectos centrais de cada uma delas irá variar a partir da projeção (local, regional ou global) ou “tamanho” (grande potência, potência emergente ou pequena potência) de poder. Para um melhor entendimento sobre este tópico, recomenda-se a leitura de Mearsheimer (2001) e Cepik, Avila e Martins (2009).

⁴ Entende-se o significado de ativo espacial dual como um dispositivo ou mesmo um sistema que foi projetado para ou usado por mais de dois atores, sendo eles, civis ou militares. Tal conceito não abarca apenas ativos espaciais como satélites ou foguetes, mas também os sistemas espaciais com controle em solo, instalações de processamento de dados, entre outros (SAKURAI et al., 2012).

“*como se deu o aumento do papel militar no programa espacial indiano?*”. Com o intuito de responder o questionamento levantado, parte-se da hipótese de que foi através de pressões geopolíticas que se intensificou a busca por autonomia e militarização do programa espacial indiano; não limitada apenas à competição regional, mas também considerando também as pressões estruturais, como o surgimento de regimes internacionais ou mesmo negação tecnológica de potências espaciais mais maduras.

Esta pesquisa se justifica com base na necessidade de analisar a importância indiana como uma potência espacial madura para as dinâmicas securitárias da região asiática, além de reforçar a relevância desta temática para a produção acadêmica brasileira sobre o programa espacial indiano e o significado do espaço sideral como um ativo estratégico com caráter interdependente às operações militares. Ao analisarmos o catálogo de dissertações e teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – até o momento da elaboração desta pesquisa –, os resultados dos trabalhos que versam sobre o programa espacial indiano, não contabilizam nem dez publicações. No entanto, nenhum trabalho até o momento busca analisar a problemática levantada por este trabalho. O desenvolvimento e aprimoramento do caráter militar do programa espacial indiano perturba a estabilidade estratégica da região do Sul da Ásia, ao mesmo tempo em que impulsiona respostas de atores-chave da região, como a China e o Paquistão.

Para este trabalho utiliza-se o método qualitativo, de natureza exploratória, aplicado a um estudo de caso. Logo, a partir de um recorte temporal de 1957-2021 – que leva em conta o marco inicial da Era Espacial até os dias atuais –, procura-se analisar a razão para o aumento do papel militar no programa espacial do país. Sendo assim, a presente investigação se encontra dividida em dois diferentes processos metodológicos:

- a. **Revisão bibliográfica:** onde se analisa a discussão contemporânea acerca da segurança espacial, sua importância militar (comando do espaço) e de que maneira a região espacial pode contribuir para o aprimoramento dos objetivos securitários e econômicos;
- b. **Análise documental:** etapa na qual se analisa o banco de dados sobre satélites (*The Military Balance*, *UCS Satellite Database* e o *Space Report*), no intuito de compreender a distribuição de capacidades espaciais da Índia e suas principais características.

A fim de atingir o que se propõe, este trabalho encontra-se dividido em três capítulos. O primeiro capítulo versa acerca do momento em que os Estados perceberam a importância estratégica do espaço sideral, agora não mais sendo um local restrito às questões científicas, mas uma região diretamente ligada às questões políticas, securitárias e econômicas. Logo,

sendo capaz de influenciar os resultados das guerras e conflitos, por conta da crescente dependência dos países dessas tecnologias espaciais. Ilustra, também, sobre a configuração espacial contemporânea, destacando a atividade espacial global e quais os motivos de uma nação investir em um programa espacial, por exemplo.

O segundo capítulo apresenta o histórico do programa espacial da República da Índia, analisando quais foram as motivações para o país investir em tecnologia espacial e quando isso passou a ocorrer. Nova Delhi apresenta um perfil singular para uma potência espacial, por se tratar de um país pós-colonial, não alinhado e emergente. Além disso, busca investigar a evolução das capacidades espaciais e os satélites indianos por segmento.

O terceiro capítulo tem como objetivo examinar como se deu a reorientação do programa espacial indiano. Inicialmente apresenta brevemente as transformações das capacidades espaciais contemporâneas, ou seja, fatores contextuais. Discute-se sobre o conceito de comando do espaço, o debate sobre militarização e armamentização espacial, além de evidenciar quais são as principais funções dos satélites militares. Por fim, é analisado o uso de tecnologia espacial para fins militares pela Índia, evidenciando os orçamentos em defesa e espacial da Índia no período de 2010-2021, além de tentar averiguar a existência de uma política espacial nacional. Conclui-se que, a partir das hipóteses levantadas, houve uma reorientação do Programa Espacial Indiano (PEI).

2 PODER ESPACIAL E AS RELAÇÕES INTERNACIONAIS

Este capítulo analisa de que forma a questão espacial se tornou essencial para a geopolítica internacional contemporânea, especialmente a ponto de receber altos investimentos, e paulatinamente, maior interesse de inúmeros Estados, culminando no surgimento de diversos programas espaciais, em especial de nações emergentes. À vista disso, buscando tornar mais clara a compreensão sobre a relevância do espaço sideral, serão utilizados conceitos e definições que possibilitam verificar as possíveis vantagens e desvantagens deste palco estratégico aos Estados do Sistema Internacional.

Desta forma, este capítulo encontra-se dividido da seguinte maneira: na primeira seção, apresenta-se o histórico da conquista espacial e conseqüentemente quais eventos marcaram cada uma das Eras Espaciais, além de ilustrar quais são os locais no espaço sideral que representam vantagens estratégicas. Ademais, salienta a elaboração de acordos e tratados que buscam garantir o uso pacífico da região espacial, uma vez que os investimentos e desenvolvimentos de tecnologia espacial, no recorte temporal observado, foram fortemente utilizadas como um complemento, a fim de alcançar os objetivos políticos, econômicos e, claro, securitários das nações.

Em um segundo momento, demonstra-se como a crescente dependência e uso do espaço sideral para amparar os diversos setores dos Estados resultou na ascensão de novas potências espaciais, cada uma com sua visão e objetivos para com o local em questão, impactando na forma como tem-se desenvolvido as políticas espaciais. E, em certa medida, questionando-se acerca de uma possível revisão dos tratados, convenções e acordos sobre o espaço sideral com o intuito de adaptá-los à realidade contemporânea. Ademais, nota-se a crescente participação do setor privado no investimento de tecnologia espacial.

2.1 HISTÓRICO DA CONQUISTA DO ESPAÇO E SEU VALOR ESTRATÉGICO

Ao longo da história, as guerras e os conflitos – dos mais diversos tipos – entre os Estados representam um marco fundamental para o desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias, em especial, as de cunho estratégico-militar. Isso se dá porque a partir dessas inovações no campo da guerra, tornou-se possível pavimentar o caminho para a exploração espacial (GOPALASWAMY, 2019). A transição perceptível no enfoque dado à ciência dos foguetes que, em questão de anos, atingiu cada vez mais a dimensão militar, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento da série V-2 (*Vergeltungswaffe-2*) alemã⁵, possibilitou que outros Estados adquirissem noções básicas desta tecnologia e a empregassem na elaboração de seus próprios ativos espaciais⁶ (SPARROW, 2007).

O lançamento do primeiro satélite artificial em outubro de 1957 pela URSS, o *Sputnik-1* (*Спутник-1*), pode ser considerado como o marco representativo para uma nova estrutura no Sistema Internacional. Agora não mais focada exclusivamente sob a ótica tecnológica-científica, mas sim, gradativamente sendo adaptada pelos Estados, a fim de alcançarem seus objetivos securitários, políticos ou mesmo econômicos. A postura adotada pelas duas grandes potências da época, Estados Unidos e União Soviética, reforçou três paradigmas retroalimentados pelas políticas nacionais de cada uma dessas nações – a fim de ocupar o vácuo político que existia no SI, e que acabou propagando-se ao domínio espacial –, sendo eles: (i) dilema de segurança; (ii) corrida armamentista; e, (iii) corrida espacial (SHEEHAN, 2007).

À vista disso, para melhor compreender de que forma o espaço sideral tornou-se importante para as relações internacionais, torna-se imprescindível compreender o desenrolar de cada um dos pontos elencados acima. Herz (1950) ilustra de que forma o conceito do dilema de segurança pode vir a impactar os conflitos que podem surgir entre diferentes níveis – seja entre civis, grupos, ou mesmo nações. Destarte, Herz utiliza a seguinte definição para este fenômeno:

Esforçando-se para alcançar [certo nível de] segurança contra um possível ataque, eles [os Estados] são levados a adquirir mais e mais poder em ordem de escapar dos

⁵ A série-A de foguetes da Alemanha (*Aggregat series*) foi desenvolvida entre a década de 1930 até meados de 1945. Decorrente da ideia de que os foguetes poderiam ser convertidos e utilizados como mísseis balísticos que, em meados de 1942 o V-2 (*Vergeltungswaffe-2*) foi lançado, sendo, inclusive, utilizada algumas de suas versões durante a Segunda Guerra Mundial. O poder representado pelo foguete V-2 se resume em três marcos: (i) primeiro projétil a atingir o espaço sideral; (ii) primeiro foguete de combustível líquido operacional; e, (iii) primeiro míssil balístico a utilizar um sistema de operação inercial, ainda que de maneira bem rústica (SPARROW, 2007; SCHLOSSER, 2013).

⁶ Entende-se por ativos espaciais qualquer parte individual de um sistema espacial, podendo ser um equipamento que pode ser ou é colocado no espaço sideral (como um satélite, por exemplo), ou um equipamento com base terrestre que irá servir de suporte diretamente a atividade espacial (como uma estação terrestre de satélite, por exemplo).

impactos do poder dos outros. O que resulta em uma maior insegurança por parte do outro e o impulsiona a preparar-se para o pior (HERZ, 1950, p. 157, tradução nossa⁷).

Como consequência à característica anárquica do SI – ou seja, devido à ausência de uma autoridade que seja superior aos Estados –, o que impulsionou as estratégias adotadas pelas nações durante o período pós-guerra foi garantir sua sobrevivência no plano internacional (HERZ, 1950). Logo, a fim de oportunizar meios que favorecessem uma sensação de segurança – sendo que, especialmente naquela época a realidade era oposta ao que os outros Estados experienciaram –, os índices das capacidades ofensivas e defensivas aumentaram, como pode ser analisado ao longo da Guerra Fria, e especialmente entre EUA e URSS.

A insegurança resultante dessa lógica do dilema de segurança reverbera em certos processos que, segundo Waltz (1979), passam a ser identificados de forma indireta na estrutura do SI, através de uma maior competição e também socialização. Além disso, a questão de socializar também pode enquadrar-se como cooperação, mostrando-se como uma opção daqueles Estados que buscam sobreviver e não sentir tanto os efeitos diretos da competição entre as grandes potências. O debate acerca do dilema de segurança elenca argumentos interessantes de serem examinados, como os trazidos por Schweller (1996), onde aponta que:

Quando o objetivo de um ou mais Estados é algo diferente da segurança mútua, o conflito não é apenas aparente, mas real; e, por ser real, a insegurança resultante não pode ser atribuída ao dilema de segurança. Os Estados irão adquirir mais armas, não porque interpretam de forma errada os esforços securitários dos Estados benignos, mas porque os Estados agressivos *realmente desejam* prejudicá-los (SCHWELLER, 1996, p. 104, tradução nossa⁸, grifo nosso).

O efeito espiral ocasionado por essa dinâmica, marcada pela competição entre os Estados, surge em consonância com a maneira que cada nação enxerga os demais atores no contexto internacional, ou seja, como inimigos em potencial. E que, dependendo do nível de poder dos outros Estados, tal demonstração de poder poderá dificultar as metas desse Estado em questão em tornar-se um possível *hegemon*.

Desde os anos 1980 a discussão sobre o que seria hegemonia existe entre os tomadores de decisões e o meio acadêmico de RI. Para esta pesquisa, entende-se que um Estado adquire hegemonia quando possui a capacidade de controlar e moldar o SI, seja por meios coercitivos

⁷ **No original:** “Striving to attain security from such attack, they are driven to acquire more and more power in order to escape the impact of the power of others. In turn, renders the others more insecure and compels them to prepare for the worst.” (HERZ, 1950, p. 157).

⁸ **No original:** “When the goal of one or more states is something other than mutual security, conflict is not only apparent but real; and because it is real, the resulting insecurity cannot be attributed to the security dilemma/spiral model of conflict. States acquire more arms not because they misperceive the security efforts of other benign states but because aggressive states truly wish to harm them.” (SCHWELLER, 1996, p. 104).

ou não. Comumente, essa definição abarca apenas dois Estados, como fora o caso da Grã Bretanha no século XIX e os EUA no século XX e possivelmente ainda no século XXI.

A diferença entre uma nação com poder hegemônico e a unipolaridade está no fato de o primeiro abarcar o poder econômico, cultural e social; enquanto o outro foca apenas na distribuição de capacidades militares. Ademais, deste debate também surgem importantes questionamentos em relação a essa definição, como por exemplo, se um Estado hegemônico realmente consegue moldar o SI ou mesmo quais seriam os fatores positivos e negativos de uma nação ser considerada hegemônica, além de ponderar por quanto tempo perdurariam estas condições de poder. A possibilidade de contornar ou mesmo resolver as dinâmicas resultantes do dilema de segurança são ínfimas quando observamos que, conforme destaca Mearsheimer (2001):

Embora a anarquia e a incerteza sobre as intenções de outros Estados criem um nível irreduzível de medo entre os Estados, que leva a um comportamento de maximização de poder, eles não podem explicar por que às vezes esse nível de medo é maior do que em outras ocasiões. [...] A capacidade que os Estados têm de ameaçar uns aos outros, entretanto, varia de caso para caso, e é o fator-chave que impulsiona os níveis de medo para cima e para baixo. Especificamente, quanto *mais poder* um Estado possui, *mais medo* ele gera entre seus rivais (MEARSHEIMER, 2001, p. 55, tradução nossa⁹, grifo nosso).

Nota-se que essa questão do dilema de segurança com impactos globais influenciou outro ponto importante a ser discutido, a corrida armamentista. Logo, como efeito decorrente da insegurança, diversas nações buscaram, através do aparato militar, proteger-se. Para Burns e Siracusa (2013), a partir do momento em que Washington identificou, tanto o teste de um míssil balístico de longo alcance (ICBM)¹⁰ soviético, em agosto de 1957 e, complementar, o lançamento do *Sputnik* em outubro do mesmo ano, a possibilidade mínima de vulnerabilidade (por parte dos Estados Unidos) ou a opção de manutenção do *status-quo*¹¹ (desprezado pelos

⁹ **No original:** “Although anarchy and uncertainty about other states’ intentions create an irreducible level of fear among states that leads to power-maximizing behavior, they cannot account for why sometimes that level of fear is greater than at other times. [...] The capability that states have to threaten each other, however, varies from case to case, and it is the key factor that drives fear levels up and down. Specifically, the more power a state possesses, the more fear it generates among its rivals.” (MEARSHEIMER, 2001, p. 55).

¹⁰ A série R-7 desenvolvida pela União Soviética, pode ser considerada um importante marco para a história da construção de foguetes desde a série A de foguetes alemães. As tentativas de lançamento do R-7 começaram em junho de 1957 (*MI-6*, *MI-7*), contudo, não obtiveram sucesso por conta de diversas falhas. Em 21 de agosto do mesmo ano, o lançamento do R-7 (*MI-9*) de Baikonur (atualmente Cazaquistão) foi anunciado pela TASS (agência de notícias) como um sucesso e uma nova fase à URSS por conta da criação de um míssil balístico de longo alcance, por mais que a ogiva tenha sido desintegrada sobre a Península de Kamchatka (região oriental da atual Rússia). Dois meses depois, o foguete R-7 (*8K71PS*) lançou o primeiro satélite artificial ao espaço sideral de Baikonur (ZAK, 2019).

¹¹ Para fins de compreensão, destaca-se o conceito, conforme abordado por Morgenthau (2003): “deriva da locução latina *status quo ante bellum* [...], a política do *status quo* visa à manutenção da distribuição do poder que existe em um momento particular na história”. No que se refere a manutenção do *status quo*, torna-se importante destacar que seu conceito não é sinônimo de imutabilidade, pelo contrário, busca-se equilibrar o poder existente e que, as possíveis mudanças que podem surgir com o tempo não perturbem o *status quo*, uma vez que tais perturbações

soviéticos) inevitavelmente acabou influenciando as posturas de todos os outros Estados do SI, diretamente ou indiretamente.

Contudo, por mais que em um primeiro momento o governo estadunidense de Dwight Eisenhower (1953-1961) sentisse que seu aparato nuclear fosse superior ao soviético de Nikita Khrushchev (1955-1964), e que permaneceria assim por um bom tempo, paulatinamente a assimetria entre as forças de ambas nações foi deixando de ser significativa. A competição nuclear passa a desacelerar, em certa medida, a partir do começo da década de 1970, com o Tratado de Mísseis Anti-balístico (ABM)¹² e o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP)¹³. O regime de não proliferação surgiu justamente para implementar uma série de regras que fossem executadas tanto em nível nacional, mas especialmente em nível internacional (LELE, 2019).

Enquanto os Estados poderosos buscavam através do poder nuclear uma forma de mostrar-se superior aos demais, por outro lado, torna-se importante observar que determinados países menores detinham duas possíveis alternativas a fim de garantir sua segurança. A primeira, e a opção mais comum escolhida entre majoritariamente quase todas as nações, resumia-se em constituir alianças com Estados maiores, através dos arranjos internacionais e de segurança coletiva, uma vez tendo consciência de que promover a segurança de seu território nacional não seria possível unilateralmente. A segunda em que outro grupo de países, buscando seguir outro caminho, optou por investir e desenvolver suas capacidades nacionais, com o intuito de providenciar sua segurança de forma autônoma (GERALDO, 2020).

Ambas condições remetem aos conceitos de Equilíbrio (*Balancing*) e Adesão (*Bandwagoning*), no qual o primeiro é mais comum, visto que quanto mais forte for determinado Estado, maior sua chance de balancear a distribuição de poder internacionalmente. Surge uma maior tendência de equilíbrio quando se nota maior probabilidade de maior apoio

podem gerar hostilidades e que, possivelmente, transformam-se em algum tipo de conflito ou, pior, em uma guerra. (MORGENTHAU, 2003, p. 89).

¹² O Tratado ABM de 1972, negociado entre os EUA e a URSS, surgiu como uma forma de controlar o avanço da corrida armamentista nuclear, partindo da premissa que, uma vez limitada o avanço de sistemas ofensivos, a necessidade para o desenvolvimento de novas armas seria drasticamente diminuído. Em dezembro de 2001, o presidente estadunidense, George Bush decidiu retirar os EUA do tratado após afirmar não haver mais a necessidade de basear o relacionamento Moscou-Washington a partir da capacidade de destruição mútua, além de impedir o país de aprimorar seu aparato militar defensivo contra-ataques oriundos de terroristas ou mesmo um Estado invasor (KIMBALL, 2020).

¹³ O TNP, de 1970, tem como objetivo prevenir a “disseminação de armas nucleares e tecnologia de armas, promover a cooperação no uso pacífico da energia nuclear e promover o objetivo de alcançar o desarmamento geral e completo”. Até o presente momento, 191 Estados assinaram o tratado, destes, 5 deles são nações com armas nucleares (China, França, Rússia, Reino Unido e Estados Unidos). Este é o tratado com o maior número de ratificações que qualquer outro que visa o desarmamento ou a limitação de armas nucleares (UN, 2021, § 1-3, tradução nossa).

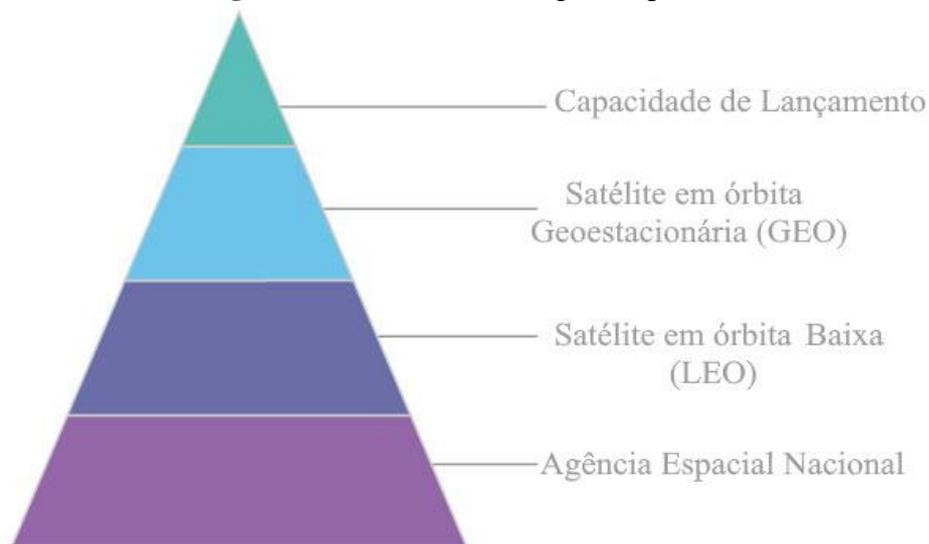
através de aliados. Contudo, se um Estado passa a agir de maneira mais agressiva, a tendência é que as outras nações se equilibrem contra ele. Ademais, durante o período de guerra, se um dos lados se mostra próximo da vitória, maior será a tendência das outras nações de aderirem seu caminho (LEVICK, SCHULZ, 2020).

No entanto, a estratégia de Destruição Mútua Assegurada (MAD) – um produto das políticas internacionais adotadas pelo governo estadunidense em meados da década de 1950 –, consistia na percepção de que tanto a URSS, quanto os EUA, possuíam arsenais nucleares tão poderosos que a possibilidade de os utilizar resultaria na destruição catastrófica de ambos os lados (PARRINGTON, 1997). A noção dos custos, caso algum conflito entre as grandes potências nucleares tomasse proporções globais, fez com que ambas nações redirecionassem sua competição para outro local, o espaço sideral.

Um dos desdobramentos característicos da bipolaridade marcante da Guerra Fria entre as grandes potências resume-se, então, em uma maior atenção dada ao espaço sideral. Os investimentos e, conseqüentemente, os desenvolvimentos feitos pelos EUA e pela URSS estabeleceram o começo da Era Espacial, de forma que as políticas nacionais e as ambições de cada Estado para com a região espacial passassem a ser fortemente interligadas.

Para esta pesquisa, divide-se a Era Espacial em três períodos, utilizando como critério os aspectos de maturação dos programas espaciais dos Estados conforme observados a partir da escada tecnológica espacial. Para descrever as características presentes em cada uma das camadas desta pirâmide tecnológica espacial, Wood e Weigel (2012) elencam pontos que determinam a evolução dos programas espaciais, conforme ilustrado abaixo (figura 1).

Figura 1 – Escada Tecnológica Espacial



Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em Wood e Weigel (2012).

A base da pirâmide irá representar o momento em que um Estado decide estabelecer um escritório espacial nacional, além de uma agência espacial. A camada seguinte se divide em alguns momentos específicos que vão desde adquirir serviços de treinamento até adquirir *know-how* o suficiente que possibilite construir satélites para Órbita Baixa Terrestre (LEO) localmente. Na terceira camada, a sequência das etapas torna-se parecidas com a anterior, somado a isso o conhecimento o suficiente adquirido a ponto de construir satélites para a Órbita Geoestacionária (GEO) localmente.

O topo da pirâmide representará aquelas potências espaciais com capacidade de lançamento de satélites, tanto para órbitas em LEO, quanto GEO. Diante disso, a partir desta divisão em quatro momentos acerca do processo de amadurecimento dos programas espaciais, nota-se que, a base larga reflete uma maior presença de nações que se tornam usuárias de tecnologia espacial. Enquanto a afinação para o topo da pirâmide está restrita a potências espaciais específicas com capacidade de lançamento, sejam estas apenas de satélites, como também missões tripuladas, sendo que neste caso, até o presente momento, apenas três Estados obtiveram sucesso nesse âmbito, sendo eles: Rússia, Estados Unidos e China (WOOD, WEIGEL, 2012; CEPIK, 2015).

Uma vez compreendida a lógica da pirâmide tecnológica espacial, torna-se mais fácil destacar os elementos centrais característicos de cada uma das fases da Era Espacial. O período considerado como a **Primeira Era Espacial (1957-1969)** é marcado pelo auge das tensões securitárias e políticas da Guerra Fria. Dentro deste período, ressalta-se eventos importantes, como as primeiras conquistas espaciais das grandes potências da época, começando com o *Sputnik* soviético e o *Explorer* estadunidense.

Ademais, destaca-se também a crise dos mísseis de Cuba (1962)¹⁴, atrito entre os blocos da Guerra Fria, que quase resultou em um conflito global de fato, algo que não ocorria desde o final da Segunda Guerra Mundial. Contudo, o episódio que esta pesquisa considera como o encerramento desta fase é o lançamento bem-sucedido do *Apollo 11*¹⁵, a primeira missão tripulada estadunidense, tornando os EUA a primeira potência espacial a chegar ao topo da

¹⁴ Esta crise durou entre os dias 16 a 20 de outubro de 1962, ocorrendo na sequência das instalações de armamento missilístico estadunidense em três locais de relevância estratégica, caso fosse pertinente para Washington revidar algum tipo de ataque soviético, sendo eles: Itália, Inglaterra e Turquia. A resposta soviética a essas movimentações foi a instalação de mísseis nucleares em Cuba como forma de dissuadir qualquer tentativa de invasão dos EUA à ilha. Após certo tempo de negociação, ambas as partes decidiram por retirar os mísseis e, como consequência, ambos Estados optaram por ratificar o TNP (KAHAN, LONG, 1972).

¹⁵ No começo do ano de 1961, o presidente estadunidense John Kennedy (1961-1963) decretou no início de seu mandato que um dos objetivos do país era realizar o lançamento de uma missão tripulada rumo à Lua até o final da década. Por mais que o presidente Kennedy tenha sido assassinado em 1963, a nação conseguiu concretizar este objetivo em 16 de julho de 1969, retornando com sucesso da órbita lunar no dia 24 de julho do mesmo ano (NASA, 2019).

pirâmide tecnológica espacial. Moltz (2012) destaca que o período entre 1958 a 1962 ficou marcado por uma incursão de testes nucleares no espaço sideral, derivando na desativação de boa parte dos poucos satélites que haviam sido lançados ao espaço até o momento.

Como resultado caracterizado pelo desejo estadunidense e soviético de demonstrar sua superioridade tecnológica, a corrida espacial – expressão utilizada como alusão à corrida armamentista – buscou suprir as conquistas espaciais que até então permaneciam abstratas, no formato de projetos. À vista disso, o saldo de conquistas espaciais iniciais mostrou-se mais favorável aos soviéticos, não apenas no âmbito científico, mas também no político e militar. Fato fortemente endossado na mídia internacional, uma vez que, além dos soviéticos lançarem o primeiro satélite ao espaço, também tiveram sucesso ao enviar o primeiro ser vivo (a cadela Laika, em novembro de 1957), os primeiros homens (Yuri Gagarin e Gherman Titov, em 1961), e a primeira mulher (Valentina Tereshkova, em 1963) (CEPIK, 2015).

Em essência, a política adotada pelos soviéticos buscou explorar os benefícios oriundos do programa espacial tanto no âmbito científico e militar, como também, majoritariamente, no domínio político. O simbolismo presente na corrida espacial seria uma propaganda direta ao SI da transformação soviética na principal liderança mundial científico-tecnológica.

No entanto, por mais que inicialmente o programa espacial estadunidense estivesse em desvantagem comparado ao soviético – uma vez que o interesse e o investimento em pesquisa para o desenvolvimento de foguetes de longo alcance fossem mais comuns entre a União Soviética e a Alemanha no período entre guerras –, a soma de múltiplos fatores das políticas internacionais motivaram o rápido desenvolvimento espacial de Washington. O primeiro satélite lançado pelos EUA em 1958, o *Explorer 1*, marcou o começo da história estadunidense na região espacial. O quadro 1 busca ilustrar melhor uma comparação entre as primeiras conquistas espaciais nesse período inicial da Era Espacial (SHEEHAN, 2007; MOLTZ, 2012).

Quadro 1 – Primeira Conquista Espacial

	União Soviética	Estados Unidos
Ano	1957	1958
Satélite	<i>Sputnik-1</i>	<i>Explorer-1</i>
Lançamento	OKB-1 (atualmente RSCE), através do foguete SputnikPS (8K71PS)	Agência de Mísseis Balísticos do Exército, através do foguete <i>Jupiter C</i>
Agência Espacial	Nenhum	NASA (outubro de 1958)
Perfil	Lançado do Cosmódromo de Baikonur em Tyuratam (onde atualmente situa-se o Cazaquistão), em outubro de 1957, este satélite tinha como objetivo fornecer informações sobre a densidade da atmosfera, dos métodos óticos e de rádio de rastreamento orbital, os efeitos da propagação das ondas de rádio e os princípios de pressurização dos satélites. O período orbital deste satélite era de 96 minutos. A última transmissão foi em 26 de outubro do mesmo ano de lançamento.	Lançado do Cabo Canaveral em janeiro de 1958, este satélite era um detector de raios cósmicos projetado para medir o ambiente de radiação na órbita da Terra. Ele fazia uma órbita a cada 114,8 minutos. A última transmissão deste satélite foi em 1970.

Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em NASA (2017a, 2017b; 2021).

Durante o período da **Segunda Era Espacial (1970-1990)**, pode-se dizer que houve um aumento considerável de potências espaciais que passaram a utilizar e depender cada vez mais de tecnologia espacial como um braço para suporte tático, operacional e estratégico em conflitos regionais, como a Guerra do Golfo (1991), por exemplo. Esta foi a primeira ocasião na história que os sistemas espaciais foram utilizados em um conflito, atuando, em boa medida, como a quarta dimensão da guerra¹⁶, especialmente no que tange o direcionamento do conflito através dos satélites de comunicação. Outra vantagem remete aos avisos prévios sobre os lançamentos das variantes dos mísseis *Scud* – míssil derivado do foguete alemão V-2 (ANSON, CUMMINGS, 1991).

Muitos destes países usufruíam do *know-how* de potências espaciais mais maduras, com o intuito de desenvolver seu próprio aparato tecnológico espacial. Além disso, foi também durante esse período que se buscou aprimorar tecnologias dotadas de algum tipo de guiagem, como as armas antisatélite (ASAT), os mísseis ICBMs e os mísseis balísticos lançados de

¹⁶ Os outros domínios da guerra são os ambientes terrestre, marítimo e aéreo. Há autores que consideram o meio cibernético como o quinto domínio da guerra.

submarino (SLBM); ou mesmo permitiu o desenvolvimento de sistemas que são centrais às nações na atualidade, como o GPS ou mesmo a Estação Espacial Internacional (ISS).

A ascensão de Ronald Reagan (1981-1989) à presidência dos Estados Unidos ocasionou em uma mudança nos rumos da até então coexistência pacífica entre as grandes potências ao adotar políticas mais ofensivas. Um dos produtos desta nova Iniciativa Estratégica de Defesa (SDI) foi a Defesa contra Mísseis Balísticos (BMD), mas que ficou mais conhecida como o plano de defesa “Guerra nas Estrelas”. O objetivo deste plano seria o desenvolvimento de um sistema baseado no espaço sideral com uma série de *lasers* de raios-X que desviasse qualquer bomba nuclear que tivesse como alvo os EUA (KENNEDY, 2019).

Ao nomear o plano como “Guerra nas Estrelas”, Reagan buscou apelar para a aceitação da população ao fazer alusão a uma obra de ficção científica que estava em alta na época. Entretanto, desenvolver tal tecnologia mostrou-se inviável, não apenas financeiramente, como em questão de tempo, uma vez que a ciência da época ainda era rudimentar. Mesmo assim, em março de 1983, o presidente estadunidense assina a “*National Security Decision Directive 85*”, um modo de incentivar a pesquisa a longo prazo a fim de desenvolver tecnologia defensiva a ponto de tornar-se as armas nucleares “obsoletas e impotentes”. Apesar das iniciativas do governo Reagan, os obstáculos tecnológicos que levariam a um sistema defensivo robusto não puderam ser ultrapassados ao longo dos anos 1980 pelo presidente George H. W. Bush (1989-1993) (SHEEHAN, 2007, p. 101).

Em contraste, o sistema soviético *Galosh* estava estabelecido em quatro locais estratégicos em torno de Moscou, com um total de 16 mísseis implantados. Com uma clara capacidade ASAT, a URSS “implantou mísseis SA-5 com capacidade ABM limitada em várias outras cidades soviéticas” (SHEEHAN, 2007, p. 101, tradução nossa¹⁷). Todavia, a dissolução da URSS, em dezembro de 1991, teve grande impacto na estrutura das dinâmicas espaciais existente da época, levando-se em conta os esforços do presidente russo Boris Yeltsin (1991-1999) em demonstrar que as chances de um ataque nuclear por parte da Federação Russa seriam improváveis.

O contexto internacional pós-URSS precisava lidar com os Estados nucleares sucessores soviéticos – Rússia, Ucrânia, Cazaquistão e Belarus. A crise socioeconômica, presente na Rússia durante boa parte da década de 1990, fez com que as ambições do programa espacial soviético para o espaço sideral, naquele momento, fossem apenas investimentos custosos demais. O presidente Yeltsin então decidiu vender partes do programa espacial soviético –

¹⁷ **No original:** “[...] deployed SA-5 missiles with a limited ABM capability around a number of other Soviet cities.” (SHEEHAN, 2007, p. 101).

designs, equipamentos, roupas e manuais técnicos – a um preço mais baixo que o de mercado (SHEEHAN, 2007).

Sendo assim, devido a certa superioridade estadunidense no que tange às capacidades espaciais, Washington possuía, ao longo da década de 1990, três possíveis estratégias a seguir, conforme destaca Moltz (2011): (i) ações voltadas ao domínio do espaço sideral a ponto de forçar a Rússia a uma posição subserviente; (ii) estratégias que culminem na expansão dos mecanismos de segurança coletiva, ao utilizar seu recente status hegemônico com o intuito de introduzir formas mais rígidas de controles de armas espaciais; ou, (iii) uma abordagem que visaria reduzir os custos investidos, preservaria as opções de armamentos e diminuiria, conseqüentemente, o incentivo de Moscou em responder militarmente às atividades espaciais de Washington.

Dentre estas opções, o presidente Bill Clinton (1993-2001) optou pela terceira estratégia, decisão essa que emerge por conta de acontecimentos ao longo de seu mandato que acabaram por influenciar a balança das forças domésticas. A título de exemplo, podemos citar a derrota do partido Democrata em 1994, resultando em uma reorganização política interna; ou mesmo a ascensão da pauta das ICBMs em 1998 – quando a possibilidade de que Estados *rogue*¹⁸ pudessem desenvolver ICBMs em menos de cinco anos – resultou em uma nova legislação, visando o investimento em estruturas de defesa baseadas no espaço sideral.

A questão da segurança nacional como forte influenciadora das políticas nacionais só se tornou central novamente no governo estadunidense seguinte. Contudo, vale ressaltar que ainda durante o mandato de Clinton, seguindo a estratégia de economizar, um dos projetos ambiciosos dos EUA era o desenvolvimento da Estação Espacial *Freedom*, em cooperação com a Rússia (MOLTZ, 2011).

Por mais que a ideia de convergir ambos programas espaciais a fim de elaborar uma estação espacial conjunta fosse uma opção viável para cortar gastos, as marcas das tensões da Guerra Fria, em certa medida, ainda se faziam presentes. E, somados ao potencial de insegurança resultante das capacidades missilísticas dos Estados *rogue*, uma das exigências do governo de Clinton para dar continuidade ao projeto *Freedom* seria justamente a Rússia se adaptar e seguir as exigências do Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR, sigla em inglês).

¹⁸ O termo *rogue state*, desde a primeira década do século XXI, é utilizado para referir os regimes que, tanto pela visão dos EUA, quanto por alguns acadêmicos, apresentam certas características diferentes dos demais Estados do SI a ponto de perturbar a paz global, como opressão doméstica, violação às leis e normas internacionais, ou mesmo a imprevisibilidade a ponto de desafiar os interesses de Washington. A Coreia do Norte e o Irã são exemplos de *rogue states* (GARCIA et al., 2020).

Para Washington, a ideia de compartilhar os recursos da NASA para o desenvolvimento de tecnologia espacial em conjunto com os russos poderia resultar em um grande problema securitário para os EUA, caso o governo russo decidisse vender mísseis para Estados considerados inimigos. Apesar de existirem dúvidas quanto à integração da Rússia ao projeto espacial, o argumento de Clinton sobre os benefícios financeiros de dividir os custos fez com que a cooperação espacial não fosse descartada imediatamente.

A proposta levantada pelo governo russo em vender “motores criogênicos avançados e tecnologia de fabricação” à Índia – que não era membro, tanto do TNP, quanto do MTCR –, surgiu como uma barreira à concretização da parceria EUA-Rússia. Contudo, o governo de Yeltsin reconsiderou e redirecionou a proposta de vender à Índia apenas lançadores, demonstrando, em certa medida, o comprometimento russo em adaptar-se às normas de não proliferação nuclear. A estação espacial *Freedom*, agora renomeada para ISS, emerge como um marco importante para a Rússia em sua jornada espacial (MOLTZ, 2011, p. 237).

O surgimento de outras potências espaciais, reforçou, mais uma vez, a característica competitiva do espaço sideral. Por conta da série de testes ASAT entre 1968 até 1985, exercido pelos EUA e pela URSS, iniciou-se discussões entre as potências espaciais a fim de elaborar tratados ou mesmo normas que pudessem regularizar questões relacionadas a restrições estratégicas no que tange à segurança espacial. No entanto, as diferentes abordagens e visões em relação a como agir no espaço sideral levaram a uma premissa universal moldada no uso pacífico desta região, vindo a resultar em cinco tratados, acordos e convenções internacionais sobre as atividades relacionadas ao espaço sideral através do Comitê sobre o Uso Pacífico do Espaço Sideral (COPUOS) do Escritório de Assuntos do Espaço Exterior (UNOOSA), como destaca o quadro 2.

Uma maior atenção ao espaço sideral reforçou a cooperação regional resultando na criação de organizações e fóruns intergovernamentais para lidar com esta região. A Agência Espacial Europeia (ESA), o Fórum da Agência Espacial Regional da Ásia-Pacífico (APRSAP) ou ainda a Organização de Cooperação Espacial Ásia-Pacífico (APSCO), são apenas alguns dos exemplos de iniciativas regionais em que diversas potências espaciais trabalham em conjunto para explorar e acessar o espaço sideral¹⁹.

Existem tentativas de consolidar a Agência Espacial da América do Sul (SASA), nos moldes da ESA, apesar disso, a proposta não obteve seguimento (CEPIK, 2015; FROEHLICH et al., 2020). A elaboração e possível adoção destes tratados do direito espacial torna evidente

¹⁹ Um exame minucioso sobre cada um destes exemplos não faz parte do objetivo desta dissertação.

que todas as atividades realizadas na região espacial, assim como quaisquer benefícios oriundo da mesma, devem ser orientados pela promoção da cooperação entre todos os Estados, visto que o espaço pertence “a toda humanidade” (SHEEHAN, 2007, p. 6).

Quadro 2 – Acordos, Tratados e Convenções Internacionais sobre o Espaço

Tratado/Acordo/Convenção	Ano	Adoção	Objetivos
Tratado do Espaço Exterior	1967	Assembléia Geral, resolução 2222 (XXI)	Fornece a estrutura básica do direito espacial internacional. Baniu armas nucleares e de destruição em massa no espaço.
Acordo de Resgate	1968	Assembléia Geral, resolução 2345 (XXII)	Prevê que os Estados tomem todas as medidas possíveis para resgatar e ajudar os astronautas em perigo, devolvendo-os imediatamente ao Estado lançador e que, caso haja solicitação, prestem auxílio aos Estados lançadores na recuperação de objetos espaciais que retornem à Terra fora do território do lançamento.
Convenção de Responsabilidade	1972	Assembléia Geral, resolução 2777 (XXVI)	O Estado lançador será responsável pelo pagamento de indenização pelos danos causados por seus objetos espaciais na superfície da Terra ou pela aeronave e danos causados por falhas no espaço.
Convenção de Registro	1975	Assembléia Geral, resolução 3235 (XXIX)	Prevê um mecanismo que forneça aos Estados meios para auxiliar na identificação de objetos espaciais, expandindo o escopo do Registro de Objetos das Nações Unidas Lançado no Espaço Exterior estabelecido na resolução 1721B (XVI) de 1961 que tratava de questões relacionadas às responsabilidades dos Estados Partes em relação a seus objetos espaciais.
Acordo da Lua	1979	Assembléia Geral, resolução 34/68	Reafirma e elabora muitas das disposições do Tratado do Espaço Exterior, aplicadas à Lua e a outros corpos celestes, desde que esses corpos sejam usados exclusivamente para fins pacíficos, que seus ambientes não sejam perturbados. Estabelece a Lua e seus recursos naturais como sendo patrimônio comum da humanidade, enfatizando a criação de regimes internacionais a serem estabelecidos caso a exploração desses recursos se torne viável.

Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em UNOOSA (2021a).

Ademais, as questões que previamente deixavam dúvidas em diversos aspectos podem ser esclarecidas, em certa medida, através das reivindicações elencadas por estes tratados como o controle de armas, a não apropriação do espaço sideral por qualquer país ou mesmo a solução de controvérsias, entre outros (UNOOSA, 2021d). Tendo como influência esse corpo de leis espaciais internacionais, elaborou-se, ainda no âmbito das Nações Unidas, cinco princípios, sendo eles:

- a. Princípios sobre as atividades dos Estados no espaço sideral (1963);
- b. Princípios relativo à transmissão internacional televisiva direta (1982);
- c. Princípios em relação ao sensoriamento remoto do globo (1986);
- d. Princípios sobre o uso de fontes de energia nuclear (1992);
- e. Princípios relativos à cooperação internacional na exploração e uso do espaço sideral (1996).

Faz-se importante destacar também a consolidação de regimes internacionais que buscaram lidar com a questão nuclear e a tecnologia missilística. As Conversações sobre Limites para Armas Estratégicas (SALT, sigla em inglês) entre EUA e URSS dividiram-se em duas rodadas: *SALT 1* (1969-1972) e *SALT 2* (1972-1979). As negociações do *SALT 1* giravam em torno da limitação dos sistemas defensivos ABM e os sistemas ofensivos nucleares. Após três anos de negociações, esta rodada levou a criação do Tratado ABM – limitando os sistemas defensivos estratégicos –, além de um acordo provisório, com cláusulas que limitariam as armas ofensivas. Este foi o primeiro momento em que ambas potências nucleares entraram em acordo sobre os sistemas de armas nucleares (NTI, 2021b).

O *SALT 2* surge como uma forma de aprofundar as especificações sobre as armas ofensivas, mas também substituir o acordo provisório para um tratado de longo prazo tendo como objeto a restrição de armas ofensivas, ao determinar quais tipos de armas deveriam fazer parte deste. Em 1979 ambas as partes assinaram o *SALT 2* – com previsão de vigência até 1985 –, tendo como uma de suas cláusulas o limite agregado igual em ICBMs, SLBMs e veículos de lançamento nuclear estratégico (SNDV, sigla em inglês); bem como a proibição de novos lançadores ICBM baseados em terra (NTI, 2021c).

Na sequência, o Tratado de Redução de Armas Estratégicas (START, sigla em inglês), surge como uma das negociações mais complexas e decisivas para o controle de armas nucleares, assim como também para a Segunda Era espacial. O *START 1* (1991-2009) foi assinado em julho de 1991 pelos EUA e pela URSS, contudo, no final deste mesmo ano houve a dissolução da URSS e, conforme abordado anteriormente, resultou em quatro Estados

nucleares independentes. Apesar disso, o Protocolo de Lisboa foi assinado em 1992 pelos Estados Unidos, Rússia, Ucrânia, Cazaquistão e Belarus; resultando na adesão do *START 1* de todas as cinco nações (KIMBALL, 2019; NTI, 2021a).

Com o intuito de complementar o anterior, criou-se o *START 2* contendo duas partes basilares. A primeira tinha um caráter de obrigatoriedade em relação à redução de armas nucleares ao final deste primeiro momento. Já a segunda parte compelia tanto os EUA, quanto à Rússia a eliminarem todo seu arsenal de ICBMs. Este tratado foi aberto para adesão em 1993, contudo, não entrou em vigor (KIMBALL, 2019).

Atualmente, assinado em 2010 e entrando em vigor no ano seguinte, deu-se a criação do novo *START* – tendo duração de apenas dez anos, contudo, estendeu-se sua duração para mais cinco anos em 2021. Esta nova versão encontra-se dividida em três níveis juridicamente cumulativos: (i) o texto do tratado; (ii) o protocolo; e (iii) os anexos técnicos. Verificando-se as novas medidas do *START 3*, nota-se que um dos pontos se refere à concordância em até cinco lançamentos de ICBMs e SLBMs por ano (NTI, 2021c).

A **Terceira Era Espacial (2000-2021)**, considerada por esta pesquisa a fase atual das eras espaciais, levanta desafios às normas relacionadas ao espaço sideral estabelecidas desde o final da década de 1950. Como uma das potências espaciais mais robustas, as estratégias e políticas adotadas pelos EUA, especialmente a partir da visão da nova gestão de George Bush (2001-2009), influenciou diretamente as ações de duas outras potências espaciais importantes, a Rússia e a China.

Foi em resposta aos ataques terroristas de 2001, em Nova Iorque, que houve uma reorganização nos gastos de defesa e nas políticas securitárias e defensivas, incluindo as voltadas à segurança espacial. Entretanto, por conta dos altos custos das guerras no Afeganistão e no Iraque, além da guerra ao terror no geral, o foco e investimento estadunidense em ativos espaciais voltados à defesa diminuíram em comparação aos períodos anteriores (MOLTZ, 2011).

No que tange ao plano internacional, pode-se dizer que em pouco tempo a China se fortaleceu como um dos protagonistas na região espacial, momento no qual torna-se perceptível as mudanças nas dinâmicas estratégicas relacionadas a este local. O sucesso da missão tripulada *Shenzhou 5* (神舟五号), em outubro de 2003, fez com que a China se tornasse o terceiro país a conquistar esta marca, colocando em órbita o *taikonauta*²⁰ Yang Liwei. Além disso, faz-se

²⁰ Usualmente utilizam-se as palavras “astronauta” ou mesmo “cosmonauta” para descrever as pessoas que são treinadas para realizar viagens ao espaço sideral. Contudo, os chineses utilizam a palavra “*taikonaut*”, que seria a

importante citar a taikonauta Wang Yaping, que durante a missão *Shenzhou 10* (神舟十号), em 2013, tornou-se a primeira mulher chinesa a ir ao espaço sideral, e mais recentemente, com a missão *Shenzhou 13* (神舟十三号), em outubro de 2021, no qual representa a primeira taikonauta mulher no módulo *Tianhe*, da Estação Espacial Tiangong (天宫空间站)²¹ chinesa, ainda em construção (JONES, 2021; INDIA TODAY, 2021a).

Todavia, essa noção de que Pequim passaria a desempenhar um papel mais ativo nessas dinâmicas surgiu após o teste de armas ASAT em janeiro de 2007²². Em suma, uma arma ASAT tem a capacidade de interferir ou mesmo destruir satélites – podendo ser baseado no mar, ar ou em terra. O teste conduzido pela China enviou um míssil balístico a uma altura de cerca de 850 km, tendo como alvo um satélite meteorológico nacional inativo. A repercussão internacional após esse teste aponta o rápido amadurecimento da tecnologia espacial e militar chinesa, além da recém adquirida capacidade de Pequim de destruir os satélites de seus rivais que, no caso de Washington, impactaria fortemente nos setores de inteligência e comunicação, por exemplo (CHEATHAM et al., 2007; MOLTZ, 2012).

Esse teste foi, em síntese, uma violação direta do tratado de 1967, – ratificado pela China em 1983 –, uma vez que esse tratado bane o uso de armas de destruição em massa (WMD, sigla em inglês) no espaço sideral. Como também uma ação que poderia instigar outros Estados a fazerem o mesmo, bem como gerar detritos espaciais²³, que poderiam colidir com outros satélites funcionais ou mesmo ocasionar danos mais consideráveis, caso conseguissem sobreviver à reentrada atmosférica da Terra (UNOOSA, 2010).

Diante disso, surgiram outras resoluções no âmbito da ONU, com o intuito de, em certa medida, fortalecer ainda mais os regimes internacionais espaciais. A resolução 1721 B (1961), tem como objetivo estabelecer meios para que Estados que não fazem parte da Convenção de Registro possam fornecer informações sobre seus satélites. Complementar, a resolução 59/115 (2004), surge como um guia em relação ao conceito de “Estado lançador”, enquanto a resolução

junção da palavra em mandarim 太空 (espaço sideral) com o sufixo “*naut*”, para descrever os astronautas chineses (OXFORD, 2021).

²¹ A Estação Espacial Tiangong (TSS, sigla em inglês) é o projeto da Agência Espacial Chinesa (CNSA, sigla em inglês) que vem sendo desenvolvido a partir das experiências prévias com Tiangong-1 (2011-2018) e o Tiangong-2 (2016-2019). O módulo Tianhe, que foi lançado à órbita LEO em abril de 2021, é o primeiro de três módulos que devem ser lançados até 2022. A TSS será um quinto do tamanho da ISS (JONES, 2021).

²² No dia 11 de janeiro de 2007 a China realizou o lançamento de um míssil balístico do Centro de Lançamento Espacial de Xichang, que colidiu com um satélite meteorológico nacional inativo, o *Fengyun-1C*. A colisão e destruição desse satélite gerou mais de 3.000 pedaços de detritos espaciais, representando uma grande ameaça a outros objetos em órbita LEO (WEEDEN, 2010).

²³ Esta pesquisa entende por detrito espacial como “todos os objetos feitos pelo homem, incluindo fragmentos e elementos dos mesmos, na órbita da Terra ou reentrando na atmosfera, que não são funcionais” (UNOOSA, 2010, p. 1).

62/101 (2007), conta como função principal auxiliar no aprimoramento das práticas de registro (UNOOSA, 2021d).

Já ao considerarmos os impactos desse acontecimento na região asiática, percebe-se diretamente a repercussão, como no caso do Japão, que condenou o teste ao mesmo tempo que, em âmbito nacional, passou a revisar sua constituição, parcialmente devido à ascensão chinesa. Tal qual Tóquio, Moscou igualmente condenou as ações chinesas, todavia, as declarações do vice-primeiro ministro russo, Sergei Ivanov (2005-2007), – atual primeiro-ministro adjunto do governo Putin – apontavam que para o governo russo não era um problema um mundo multipolar, visto que naquele momento, os interesses estratégicos de ambas nações, em certa medida, coincidiam (CHEATHAM et al., 2007).

Apesar desta afirmação, em 2008, a Rússia e a China elaboraram em conjunto o rascunho do “Tratado de Prevenção da Colocação de Armas no Espaço Exterior, Ameaça ou Uso da Força contra Objetos do Espaço Exterior” (PPWT, sigla em inglês) – que basicamente se resume em não pôr armas no espaço sideral –, com o intuito de que os EUA ratificassem este tratado. No entanto, para o governo estadunidense, tanto a ideia do PPWT, quanto a presente no documento de “Prevenção de uma Corrida Armamentista no Espaço Sideral” (PAROS, sigla em inglês), não possuía lógica, uma vez não existir armas no espaço, muito menos uma corrida armamentista nesta região (AHMED et al., 2020).

Ao analisarmos a resposta indiana ao teste de 2007, torna-se claro o fato de que as ações de Pequim pioraram, em certa medida, a morosa rivalidade entre as duas nações. A afirmação realizada pelo governo indiano destacou que, por mais que o país possua também capacidade de armas ASAT, não iria realizar qualquer tipo de teste devido ao compromisso da Índia em utilizar a região espacial apenas para fins pacíficos. Entretanto, em março de 2019, a Índia tornou-se o quarto Estado a conduzir com sucesso um teste ASAT. O Primeiro Ministro indiano, Narendra Modi (2014-Atual), declarou que a visão pacífica do país em relação ao espaço sideral continua inalterado, apesar do teste bem sucedido, além de categorizá-lo como defensivo (CHEATHAM et al., 2007; DAVENPORT, 2019).

Em teoria, a primeira década do século XXI proporcionou certa mudança no que tange às questões de segurança espacial, no qual, as potências espaciais buscaram engajar-se com discussões globais, resolução coletiva de problemas, ou seja, um maior nível de cooperação. Apesar disso, a crescente competição espacial entre os Estados asiáticos atuou como um forte obstáculo às tentativas de cooperação espacial. Durante este período, empresas do setor privado surgiram com a ideia de oferecer acesso mais barato e privado à região espacial, como o caso da SpaceX (*Space Exploration Corporation*), por exemplo.

Para Moltz (2011, p. 261, tradução nossa²⁴, grifo nosso), “essas mudanças ameaçavam o domínio dos foguetes de carga pesada patrocinados pelos Estados na atividade espacial e abriram a perspectiva de pequenas empresas e até mesmo civis comuns para se tornarem *atores espaciais influentes*, em vez de apenas governos”. Ainda assim, a indústria espacial tornou-se atrativa, especialmente no ramo de defesa relacionada ao espaço. Ademais, conforme aborda Peoples (2011)

[...] a variedade de atores que reivindicam interesse no acesso e uso do espaço sideral também estão proliferando rapidamente para *incluir Estados, organizações regionais e empresas privadas*. A combinação desses desenvolvimentos levanta a questão de se o espaço sideral é o local de um dilema de segurança nascente, em que mesmo usos aparentemente não militares do espaço sideral podem gerar uma dinâmica de competição militar devido ao potencial de uso dual latente de muitas tecnologias espaciais comerciais (PEOPLES, 2011, p. 76, tradução nossa²⁵, grifo nosso).

Como efeito das interações entre os diferentes grupos, sociedades ou mesmo Estados, o conjunto de características estruturais que irão marcar o SI é o que se entende por ordem internacional. Possuindo três traços marcantes: (i) a polaridade, ou seja, a distribuição das capacidades militares entre os principais atores no contexto internacional; (ii) o aparato institucional que irá regular as relações entre esses diferentes atores; e, (iii) os constrangimentos socioeconômicos, que possuem natureza estrutural (variam entre os ganhos absolutos e relativos) (CEPIK, 2013, 2015).

A definição de ordem internacional contemporânea, utilizada neste trabalho, leva em consideração três pontos que são destacados por Cepik (2015, p. 9). O primeiro diz respeito à distribuição tripolar das capacidades militares entre China, Rússia e Estados Unidos; a segunda característica aponta para uma maior proliferação de organizações internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), que não tem poder de alterar a característica anárquica do SI; e, o terceiro ponto sugere a tripla transição estrutural que altera a matriz energética, a configuração demográfica, além dos padrões internacionais de produção tecnológica.

À vista disso, os Estados passaram a investir mais em tecnologias aeroespaciais e debater cada vez mais entre o meio acadêmico e político qual seria a importância do espaço sideral para as estratégias adotadas por cada Estado a longo prazo e quais seriam os impactos em seus níveis de poder, caso aderissem à corrida espacial nessa nova configuração do Sistema

²⁴ **No original:** “These changes threatened the dominance of state-sponsored, heavy-lift rockets in space activity and opened the prospect of small companies and even ordinary civilians becoming influential space actors, instead of governments solely.” (MOLTZ, 2011, p. 261).

²⁵ **No original:** “[...] the variety of actors claiming an interest in access to, and use of, outer space is also proliferating rapidly to include states, regional organizations, and private enterprise. The combination of these developments raises the question of whether outer space is the site of a nascent security dilemma, wherein even ostensibly nonmilitary uses of outer space may generate dynamics of military competition due to the latent dual-use potential of many commercial space technologies.” (PEOPLES, 2011, p. 76).

Internacional. Logo, seguindo o enquadramento das atividades espaciais, de acordo com Klein (2006), pode-se dividi-las em quatro setores diferentes:

- a. **Setor Militar:** viabiliza a segurança nacional do Estado ao realizar operações de natureza defensiva e ofensiva, sejam elas **do** espaço, **através do** ou **no** próprio espaço sideral. O ICBM pode ser um exemplo deste setor, uma vez que parte de sua trajetória atravessa a região espacial;
- b. **Setor de Inteligência:** desempenha missões de vigilância e reconhecimento que auxiliam as operações de combate, servindo também como uma forma de fiscalizar o acatamento dos tratados sobre o controle de armas, por exemplo;
- c. **Setor Comercial:** está ligada às empresas e indústrias privadas que prestam serviços a fim de obter lucros, sendo que os satélites de telecomunicação se configuram como o segmento mais lucrativo deste setor. Os satélites de telecomunicações ou mesmo sensoriamento remoto são os mais utilizados neste segmento;
- d. **Setor Civil:** auxilia na exploração do espaço sideral através de missões tripuladas ou não, no intuito de expandir o conhecimento humano e científico sobre a região em questão.

A tecnologia espacial presente nestes quatro setores fez com que todos os Estados, direta ou indiretamente, se tornassem cada vez mais dependentes do espaço, desde satélites que auxiliassem em questões sobre o meio ambiente, telecomunicações, agricultura ou mesmo operações militares. Ademais, é necessário destacar que, por mais que a característica do Sistema Internacional durante o momento inicial da era espacial se resumisse na bipolaridade – e na tentativa de não expandir os conflitos “frios” entre URSS e EUA para o contexto global ou, na pior das hipóteses, espacial –, isso não significou a ausência de conflitos.

De fato, o que ocorreu foi uma concentração destes no âmbito regional, abrindo margem para que as grandes potências pudessem testar os recursos baseados no espaço desenvolvidos até então, fora e longe de seus territórios. Por esse motivo, é importante compreender mais alguns detalhes extremamente úteis sobre as regiões e as posições espaciais que podem vir a influenciar as potências espaciais ou mesmo nações emergentes que desejam investir em sistemas espaciais.

Logo, a escolha das regiões de interesse no espaço sideral se dará “com base na missão pretendida e na função do sistema orbital e, na maioria dos casos, as órbitas são rotuladas por sua altura relativa acima da Terra” (KLEIN, 2006, p. 8, tradução nossa). Consequentemente, a partir do momento em que um Estado compreende as vantagens presentes em certas posições

estratégicas no espaço – como visto anteriormente, através dos esforços diplomáticos para regular e limitar o acesso destas posições –, torna-se importante frisar que estas são comumente associadas ao setor militar, mas na realidade seu escopo é muito mais abrangente.

Os Estados, as organizações e até mesmo certos grupos cobiçam o acesso ilimitado destas posições espaciais, entretanto, apenas um grupo seleto realmente conseguirá usufruir de tais locais e de seu valor estratégico. Devido a essa interpretação de cenário, o perfil de competição entre as potências espaciais tende a aumentar à medida que esses países conseguirem obter o acesso às melhores posições e, como efeito, impedir ou limitar outros Estados de os usarem. Essa ideia remete ao conceito de comando do espaço – abordado na introdução desta dissertação e aprofundado no capítulo 4 –, que permitirá a uma potência espacial, caso haja algum tipo de conflito, destruir ou minimizar a capacidade de acesso a essas posições ou a capacidade de lançamento, prejudicando os elementos de suporte de lançamento ou mesmo as instalações terrestres, levando em conta a forte dependência às tecnologias espaciais, especialmente no século XXI.

Abrangido por este debate, Klein (2006) ressalta que, ao contrário das operações navais e terrestres, ao lidarmos com as atividades espaciais, lidam-se mais com comunicações não físicas e que, os pontos de estrangulamento (*choke-points*) destas acabam sendo identificadas como os *downlinks* e *crosslinks* de base celestial ou os *uplinks* com base terrestre²⁶. Em suma, estas têm como objetivo receber e, conseqüentemente, transmitir dados. Caso a habilidade de utilizar estes pontos de estrangulamento não físicos seja negada, o fluxo de informação e dados se tornará restrito. Em relação aos pontos de estrangulamento físicos, pode-se dizer que sua concepção estaria nos pontos centrais (*hubs*) de onde irão passar as concentrações de comunicação e, caso seu uso seja negado, o movimento da comunicação física será severamente restrito.

A fim de melhor compreender esta ideia, pode-se destacar, como exemplo, o fato de que alguns Estados e grandes corporações possuem apenas alguns locais para lançar seus sistemas espaciais ao espaço e retorná-los à Terra, como nos seguintes casos: (i) Estados Unidos (Centro Espacial Kennedy, Cabo Canaveral e a Base da Força Aérea de Vandenberg); (ii) França (Centro Espacial de Kourou) que está localizado na Guiana Francesa; (iii) Brasil (Centro de

²⁶ Existem diferentes tipos de links de sistemas de satélites. Entende-se por *Uplink* como o caminho que o sinal do satélite percorre do transmissor terrestre ao receptor do satélite, enquanto o *Downlink* seria o processo contrário, em que o sinal do transmissor do satélite é enviado ao receptor na base terrestre. Já o *Crosslink* seria a troca de sinais entre satélites no espaço sideral. Para que não haja interferência entre as frequências entre os *downlinks* e os *uplinks* utilizam-se diferentes frequências, sendo que a conversão destas são feitas pelo *Transponder*. Para mais detalhes, ver: ILCEV, Stojce. Global Aeronautical Distress and Safety Systems (GADSS): theory and applications. Durban, Springer, 2020.

Lançamento de Alcântara e o Centro de Lançamentos da Barreira do Inferno); e (iv) Rússia (Cosmódromo de Baikonur e Cosmódromo Plesetsk). Estes exemplos podem ser considerados como pontos de estrangulamento de comunicações físicas. Portanto, nota-se que os pontos de estrangulamento se resumem em órbitas espaciais específicas (KLEIN, 2006).

Ainda em relação às localidades espaciais relevantes, a posição equatorial representa uma vantagem de custo e eficiência quando comparada com outras posições. Qualquer objeto na superfície terrestre ao longo desta linha já se encontra em uma velocidade de movimento de 1.670 km/h, caso uma espaçonave seja lançada da linha do equador ou de um local próximo a este ponto, a velocidade de sua trajetória ao espaço torna-se a mesma em que se movia antes do lançamento. Ou seja, o lançamento da posição equatorial faz com que a espaçonave se mova quase 500 km/h mais rápido após o lançamento (KLEIN, 2006).

Para esta pesquisa, entende-se o conceito de órbita como sendo o caminho circular (ou não) que um objeto espacial – seja um planeta, um veículo espacial, etc – irá percorrer em relação a outro objeto por conta da ação gravitacional. Quando os satélites são lançados através dos foguetes, estes são colocados em órbita e, como resultado de fenômenos físicos, os satélites são capazes de se manter na órbita desejada, coletando e enviando à base terrestre informações sobre previsão do tempo, telecomunicação, navegação, entre outros (ESA, 2020).

À vista disso, esta dissertação leva em consideração seis tipos diferentes de órbitas, com características específicas, que impactam na projeção dos satélites e, conseqüentemente, na intensidade da competição entre as potências espaciais para acessá-las. Algumas das órbitas mais desejadas tornaram-se congestionadas ao longo das décadas em relação a outras, e o grande exemplo disso tem se manifestado nas órbitas LEO e GEO – nas quais, devido à extensiva atividade e o número considerável de satélites que orbitam essas regiões, pode-se considerar um ponto de estrangulamento.

Todavia, existem locais estratégicos no espaço que não necessariamente enquadram-se como um ponto de estrangulamento. Um exemplo disto são os sistemas globais de navegação por satélite presentes em órbita MEO, como o estadunidense GPS²⁷, o russo GLONASS²⁸, o

²⁷ Os satélites GPS, de propriedade dos EUA, foram lançados desde o final da década de 1970, sendo que se tornaram completamente operacionais apenas em 1995. Estes sistemas apresentam três diferentes segmentos: (i) espacial; (ii) controle; e, (iii) de usuário. Os serviços desta constelação de satélites estão disponíveis tanto para civis (gratuito e de cobertura global), quanto para militares (Forças Armadas dos EUA, aliados estadunidenses e certas agências governamentais previamente aprovadas) (GPS, 2021).

²⁸ O sistema russo GLONASS (ГЛОНАСС) teve sua fase de testes no começo dos anos 1980 com o lançamento do satélite Kosmos-1413, contudo, se tornou operacional apenas em 1993. Dois anos depois foi lançada uma constelação com um total de 24 satélites. Na década de 1990, por conta da redução de investimentos na indústria espacial do país, o GLONASS sofreu certa degradação de seu sistema. A primeira década do século XXI foi utilizada para reorganizar o direcionamento deste sistema, resultando em um novo programa federal de 2012, “*GLONASS Sustainment, Development and Use for 2012-2020*” (GLONASS, 2021).

européu Galileo²⁹ ou o chinês BeiDou (BDS, sigla em inglês)³⁰. Como esses sistemas possuem diversos satélites em cada uma das constelações, caso um destes ativos espaciais deixe de funcionar, isso não resultaria em uma perda de capacidade catastrófica ao sistema como um todo (KLEIN, 2006).

A quadro 3 sintetiza as principais características de cada uma das diferentes órbitas. O primeiro abordado é o LEO, órbita utilizada pela Estação Espacial Internacional (ISS, sigla em inglês). Um detalhe importante dos objetos que são lançados para esta órbita é que, devido à alta velocidade (8 km/s), os satélites de comunicação só funcionam de fato quando é lançada uma constelação de satélites³¹ que possibilite uma melhor e constante cobertura de vastas áreas do globo de forma simultânea.

²⁹ O programa Galileo de Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS, sigla em inglês), está atualmente em fase de desenvolvimento, visando constituir tanto amparo espacial, com o lançamento de satélites ao espaço sideral, como também estabelecer uma infraestrutura terrestre de suporte a esse sistema da União Europeia, resultando em uma maior independência europeia em relação aos satélites de navegação (GALILEO GNSS, 2021).

³⁰ O Sistema de Navegação por Satélite BeiDou (北斗卫星导航系统) chinês tem sido desenvolvido para amparar as necessidades de segurança nacional e desenvolvimento econômico e social. Fornece serviços de posicionamento, precisão climática e navegação. Desde os anos 2000 a China desenvolveu sua estratégia para o desenvolvimento desse sistema com o BDS-1 (fornece serviços à China), o BDS-2 (fornece serviços a região da Ásia-Pacífico) e o mais atual, o BDS-3, ainda em fase de testes (BEIDOU, 2021).

³¹ Esta pesquisa entende por constelação de satélites um grupo de satélites artificiais que em conjunto criam um sistema capaz de fornecer uma cobertura regional ou global. Os satélites são colocados em planos orbitais complementares – geralmente em órbita LEO ou MEO –, e conectam-se através das estações espaciais terrestres em diferentes locais do globo.

Quadro 3 – Diferentes tipos de órbitas de satélites

Tipo de Órbita	Altitude Orbital	Características
Órbita Terrestre Baixa (LEO)	200 a 2.000 km	A nave espacial em LEO faz uma revolução completa da Terra em uma janela de cerca de 90 minutos.
Órbita Terrestre Média (MEO)	20.000 km a 35.790 km	O período orbital (tempo para uma órbita) dos satélites MEO varia de cerca de duas a 12 horas. O uso mais comum de satélites nesta região é para navegação.
Órbita Geoestacionária (GEO)	35.790 km	Nesta altitude, o período orbital é igual ao período de rotação da Terra. Orbitando na mesma taxa na mesma direção da Terra, o satélite parece estacionário em relação à superfície da Terra. Isso é eficaz para satélites de comunicação. Além disso, os satélites em GEO fornecem uma visão geral, permitindo a cobertura de eventos climáticos. Isso é especialmente útil para monitorar grandes tempestades severas e ciclones tropicais.
Órbita Elíptica Alta (HEO)	500 a 35.000 km	É caracterizado por um perigeu de altitude relativamente baixa (o ponto orbital mais próximo da Terra) e um apogeu de altitude extremamente alta (o ponto orbital mais distante da Terra). Essas órbitas extremamente alongadas têm a vantagem de longos períodos de visibilidade na superfície do planeta, que podem ultrapassar 12 horas perto do apogeu. Essas órbitas elípticas são úteis para satélites de comunicação.
Órbita Sincronizada com o Sol (SSO)	700 a 800 km	O satélite em SSO passa sobre o equador e cada latitude na superfície da Terra no mesmo horário local todos os dias, o que significa que o satélite está em cima essencialmente no mesmo horário durante todas as estações do ano. Esse recurso permite a coleta de dados em intervalos regulares e tempos consistentes, condições que são particularmente úteis para fazer comparações de longo prazo.
Órbita de Transferência Geoestacionária (GTO)	200 a 35.790 km	É uma órbita elíptica da Terra, com o perigeu na região LEO e o apogeu na região GEO. Esta órbita é geralmente um caminho de transferência após o lançamento para LEO por veículos de lançamento carregando uma carga útil para GEO.
Pontos de Lagrange (L-points)	-	Quaisquer duas massas de objetos orbitando um ao outro (Sol-Terra/Terra-Júpiter/etc) terão cinco locais (L-points) em que a atração gravitacional de ambos irá causar uma diferente quantidade de força centrípeta em um terceiro objeto. L1, L2 e L3 são considerados metaestáveis; enquanto L4 e L5 são considerados estáveis.

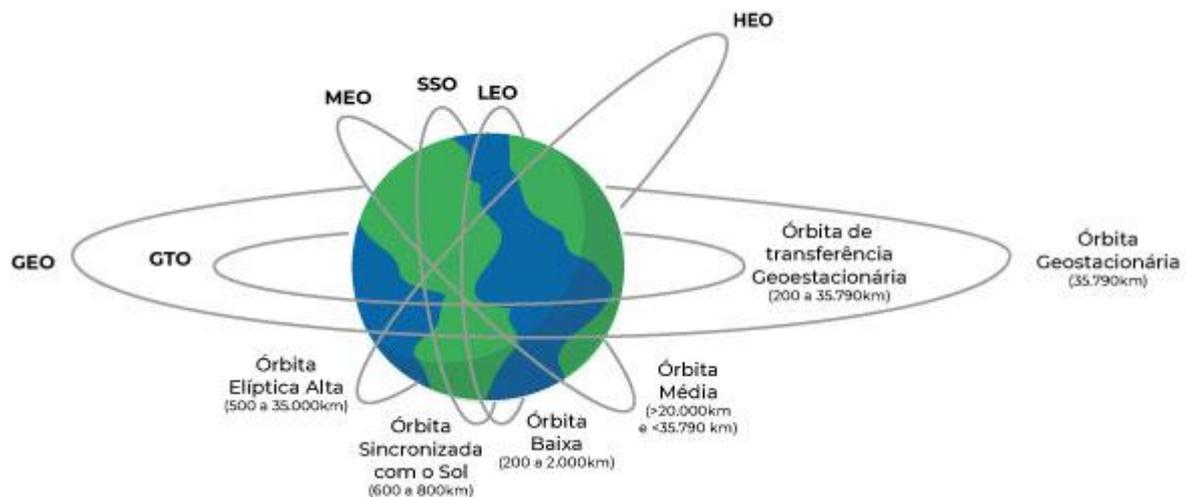
Fonte: Elaborada pela autora (2022), com base em Space Report, (2021b, p. 3) e ESA (2017a, 2017b).

Em órbita MEO, normalmente são utilizados satélites de navegação, como os mencionados previamente, contudo, por estarem mais expostos ao cinturão de Van Allen externo, o impacto da radiação resulta em uma vida útil limitada desses satélites. Já quando se observa satélites em órbita GEO, em decorrência de suas condições únicas, a percepção que se tem é que os satélites parecem estar sempre na mesma posição, sendo que essa posição é mais utilizada para satélites de comunicação ou de meteorologia.

O posicionamento dos satélites em HEO irá favorecer a cobertura de determinado local na Terra quando situada no apogeu (ponto mais distante da Terra), justamente por ser visível por um período maior de tempo, quando em perigeu (ponto mais próximo da Terra), a alta velocidade torna inútil a observação, logo, torna-se necessária a utilização de dois ou mais satélites (KLEIN, 2006; MACDONALD, BADESCU, 2014; CEPIK, 2015).

Satélites em órbita SSO – devido a sua rota passar sobre as regiões polares – representam estarem sempre em uma mesma posição em relação ao sol, comumente utilizados para mapeamento de determinadas regiões. Entretanto, nem sempre os satélites são lançados e colocados em sua órbita final. Logo, a órbita GTO, como o nome propõe, serve como um ponto de transferência, seja para LEO ou GEO, sem a necessidade de um veículo lançador (ESA, 2020). A figura 2 ilustra, complementar ao quadro 3, como são as órbitas descritas.

Figura 2 – Tipos de Órbitas

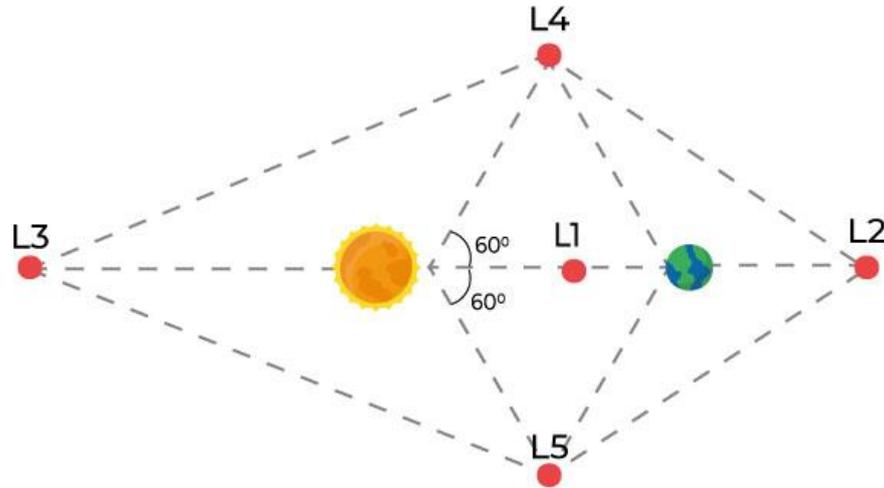


Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base nos dados de Space Report (2021b).

O último tipo de órbita que merece destaque são os *L-points* (figura 3). Os pontos L1 (utilizado para posicionamento de satélites), L2 (utilizado para o posicionamento de telescópios espaciais) e L3 (utilizado para estudar o universo) são considerados metaestáveis, ou seja, permanecerão na mesma posição, desde que não sejam perturbados. Tanto L1, quanto L2,

encontram-se a exatos 1.609.344 km da Terra. Já os pontos L4 e L5 são considerados estáveis e, por estarem em um ângulo de 60 graus à frente e atrás da Terra, perto de sua órbita, o resultado desta estabilidade irá resultar em uma grande concentração de asteroides³² (ESA, 2017).

Figura 3 – Pontos de Lagrange (L-points)



Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base nas informações de Cepik (2015).

De acordo com os principais pontos elencados acerca das diferentes órbitas, satélites e sítios de lançamento, torna-se clara a importância dos sistemas espaciais para os Estados que almejam certo protagonismo nesta região em questão. Os veículos lançadores também se configuram como relevantes, uma vez que os sistemas de lançamento colocam uma espaçonave em sua trajetória final, intermediária ou em órbita, a partir da qual um sistema de transferência de propulsão a bordo é utilizado para atingir a trajetória final. Em decorrência ao alto custo presente nesses sistemas, muitas potências espaciais buscam, a partir de parcerias com outros Estados, realizar lançamentos a região espacial em conjunto (CEPIK, 2015).

Conforme demonstrado ao longo desta seção, a compreensão da utilidade e uso dos sistemas espaciais pode ser dividida em três momentos. Ou seja, três eras espaciais que serviram como base aos Estados, empresas privadas ou mesmo organizações sobre o que seria o espaço sideral e quais seriam os benefícios de investir e desenvolver tecnologia espacial a ponto de ser considerado uma potência espacial. A visão que se tinha e como se interpretavam os ganhos oriundos da região espacial, durante as últimas décadas do século XX, girou em torno de estratégias que buscavam melhor responder às dinâmicas geopolíticas.

³² Esta pesquisa compreende asteroides como corpos rochosos que orbitam em torno do sol, tal qual os planetas, mas que possuem uma massa menor quando comparados a estes (NASA, 2022b).

Com isso, observa-se que grande parte dos ativos espaciais desenvolvidos ao longo da Segunda Era espacial apresentam um perfil dual (servem para lançar satélites ou mísseis balísticos), por intermédio dos avanços tecnológicos nas últimas décadas. Sendo assim, o uso dual dessas tecnologias espaciais passou a ser explorado a ponto de haver um desvio de sua utilização para o campo estratégico no espaço sideral, intensificando gradualmente a competição estratégica entre as grandes potências e as potências espaciais emergentes (AHMED et al., 2020).

Uma vez compreendido como se deu o histórico da conquista espacial, faz-se possível avançar o escopo analítico para a atualidade, buscando entender de que maneira a consolidação de potências espaciais já maduras, mas também as emergentes, podem vir a impactar nas dinâmicas contemporâneas relacionadas ao espaço sideral. Em síntese, a próxima seção busca abranger esse ponto, além de apontar a relevância dos sistemas espaciais para questões econômicas, estratégicas e securitárias.

2.2 O IMPERATIVO ESPACIAL CONTEMPORÂNEO

Os investimentos e desenvolvimentos das capacidades espaciais tornaram-se, ainda mais do que nas primeiras eras espaciais, um dos objetivos estratégicos altamente requisitados, visto o número crescente de Estados e empresas privadas com aquisições de sistemas espaciais, especialmente nas duas primeiras décadas do século XXI. Em vista disso, as inovações científicas e tecnológicas oriundas dos investimentos em P&D (Pesquisa & Desenvolvimento) no setor espacial e de defesa nacional, convertem-se em diferentes impactos observados nos níveis socioeconômico, político, tecnológico e securitário (OECD, 2020).

Conforme ilustrado na seção anterior, as tecnologias espaciais representam capacidades únicas e com relevante valor estratégico devido a utilidade dos satélites, dos sítios de lançamento ou mesmo das órbitas em que as constelações espaciais se encontram presentes. A ótica e as estratégias políticas dos Estados ao lidarem com o espaço sideral acabou sendo moldado e impulsionado pelas dinâmicas securitárias da Guerra Fria, contudo, o imperativo espacial contemporâneo passa a lidar com uma série de novos fatores que são característicos da Terceira Era espacial.

Em detrimento deste quadro, como objetivo desta seção, faz-se necessário refletir acerca da importância do setor espacial nos diferentes níveis supracitados e seus efeitos nas atividades espaciais na atualidade. O setor espacial caracteriza-se por ser um ecossistema complexo de um nicho de alta tecnologia. Ao contrário do panorama observado até a década de 1980, em que apenas um seleto grupo de Estados possuía capacidade de construir e lançar satélites, o período posterior, a partir do final da década de 1990, fica marcado pelo fortalecimento da indústria privada, através de fusões de empresas de defesa na Europa, no Japão, mas também na América do Norte.

Com isso, os grandes grupos ativos no setor espacial possuem, em sua maioria, acionistas de setores privados internacionais; apesar de um número mínimo de ações de determinadas empresas, por razões estratégicas, estarem em posse de órgãos governamentais (OECD, 2014). A expansão corporativa acaba sendo uma consequência deste fenômeno, conforme o seguinte exemplo:

[...] a *Airbus Defense and Space* (anteriormente *Astrium*), que faz parte do maior *Airbus Group NV*, com sede na Holanda, tem uma estrutura complexa de “*space primes*” nacionais, fabricantes de sistemas e subsistemas, departamentos de equipamentos internos e subsidiárias em sete países europeus e nos Estados Unidos (uma subsidiária em Houston). Após as fusões iniciais, o estabelecimento de novas empresas e a aquisição de empresas menores, o grupo está presente em toda a Europa, o que lhe permite participar em países que investem fortemente no setor espacial: França (seis empresas, incluindo uma em Kourou, Guiana Francesa), Alemanha

(cinco), Espanha (dois), Reino Unido (três), Holanda (um), e, desde 2010, Polônia (um) e República Tcheca (um) (OECD, 2014, tradução nossa, grifo nosso)³³.

Este exemplo ilustra dois extremos. Por um lado, a internacionalização do setor espacial acaba gerando oportunidades interessantes, como os processos de produção dos ativos espaciais derivarem de mão de obra mais barata. Já por outro lado, esse processo poderia tornar-se uma fonte de riscos, ao cogitar-se possíveis complicações em regulamentações que afetariam diretamente nas cadeias de abastecimento, por exemplo.

Para tentar evitar este e/ou outros cenários pejorativos, a alternativa que muitas potências espaciais optam resume-se na cooperação espacial. Contudo, como as considerações securitárias e estratégicas são, ainda na atualidade, fatores que influenciam o setor espacial, o comércio global de ativos espaciais torna-se mais restrito, devido ao uso dual das tecnologias espaciais. Isso significa que a cooperação espacial se faz presente com mais força no que tange à consolidação e avanços científicos e tecnológicos (OECD, 2014; CEPIK, 2015).

A atividade espacial global registrada em 2020 aponta um crescimento de 4,4% (cerca de US \$447 bilhões de dólares) comparado ao ano de 2019, que chegou a um valor aproximado de US \$428 bilhões de dólares. De acordo com os dados levantados pelo Space Report (2021a), esse valor representa 55% a mais dos valores resultantes de uma década atrás, gerando, então, em uma reta crescente desde 2015. Outrossim, a atividade espacial comercial em 2020 representa 80% da economia espacial global, com um crescimento de 6,6%, ou seja, cerca de US \$357 bilhões de dólares.

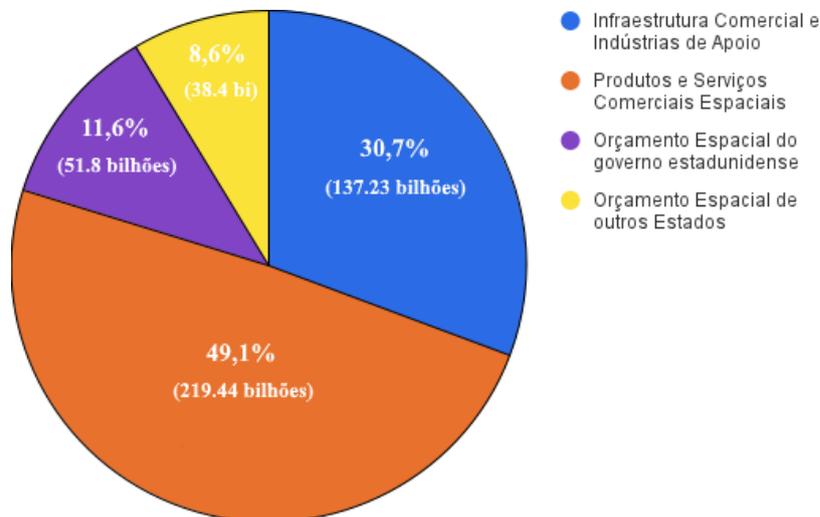
A pandemia global de COVID-19 impactou nos gastos espaciais dos governos³⁴, resultando em uma queda de 1,2% em 2020, gerando um valor de US \$90,2 bilhões de dólares. Não obstante, apesar da queda nos investimentos espaciais dos governos globais por conta da pandemia, no período entre 2010-2020, os gastos dos Estados com a atividade espacial aumentaram 18% comparado às décadas anteriores (SPACE REPORT, 2021a). A distinção

³³ **No original:** “As an example, Airbus Defence and Space (formerly Astrium), which is part of the larger Airbus Group N.V. based in the Netherlands, has a complex structure of national “space primes”, systems- and subsystems manufacturers, in-house equipment departments and subsidiaries in seven European countries and the United States (one subsidiary in Houston). Following initial mergers, the establishment of new companies and the acquisition of smaller firms, the group has a presence throughout Europe, allowing it to bid in countries that invest heavily in the space sector: France (six companies including one in Kourou, French Guiana), Germany (five), Spain (two), the United Kingdom (three), the Netherlands (one), and since 2010 Poland (one) and the Czech Republic (one).” (OECD, 2014, p. 26).

³⁴ Para a elaboração estatística dos gastos espaciais dos governos, a *Space Foundation* revisou os gastos dos governos civis, como também os gastos militares de 36 governos ou órgãos cooperativos em todo o globo, baseando-se em: orçamentos divulgados publicamente, relatórios de mídia, estimativas baseadas no PIB (Produto Interno Bruto), e, em certos casos, a partir de correspondência com funcionários do governo (SPACE REPORT, 2021a).

entre os diferentes aspectos que representam a totalidade da atividade espacial global em 2020 está representada no gráfico 1.

Gráfico 1 – Atividade Espacial Global de 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em Space Report (2021a).

A opção de aprimorar as capacidades espaciais fez-se presente entre as potências espaciais, especialmente neste último ano. Permanecendo novamente como os principais atores da economia espacial, encontram-se: Estados Unidos (aumento de 5,6% de dólares), ESA (aumento de 11,4% de dólares) e a China (aumento de 17,1% em CNY). Em conjunto, estes três atores somam mais de 80% dos gastos governamentais com o espaço sideral no ano de 2020 (SPACE REPORT, 2021b).

Apesar disso, notam-se mudanças também no que tange a economia espacial, como foi o caso do orçamento espacial de outras potências espaciais (fatia amarela do gráfico 1) que merecem ser analisadas. O Japão tornou-se o quarto maior colaborador com a economia espacial global em 2020, ao aumentar em 3% seu orçamento espacial, ultrapassando a Rússia, que apresentou uma redução de 37%.

Em sequência, ultrapassando a Alemanha e a Índia, a França aumentou consideravelmente seus gastos internos, alcançando a sétima posição. Inserido nos diferentes objetivos elencados pelos atores, ao levantar consideráveis quantias para o orçamento espacial, vale destacar o produto final destes investimentos, ou seja, a relevância presente na tecnologia, e ainda mais nos processos de digitalização. De acordo com Cepik (2015), a transição estrutural (energética, tecnológica e demográfica) faz com que cada vez mais os Estados tornem-se dependentes do espaço sideral e do ciberespaço.

O retorno financeiro, comercial e social derivado dos investimentos espaciais começam a surgir cada vez mais devido à maturidade técnica das atividades comerciais espaciais contemporâneas. A crescente dependência em aplicativos de posicionamento ou mesmo navegação enquadram-se como exemplos deste contexto, visto que, por necessitarem dos sinais transmitidos via satélite, acabam forçando inovações nos mercados comerciais. Tais ações resultam em repercussões temporárias, ocorrendo durante o desenvolvimento de uma infraestrutura ou de um programa. Para construir um novo sítio de lançamento espacial, um Estado necessita de investimentos em infraestrutura de transporte que viabilize o deslocamento de trabalhadores, por exemplo.

Os efeitos duradouros dos investimentos em um programa espacial, de acordo com OECD (2011; 2014, p. 49), divide-se em quatro aspectos: (i) novas atividades comerciais, ou seja, novos produtos e serviços; (ii) ganhos em eficiência e produtividade nos mais diversos setores econômicos, como precisão em transporte e agricultura; (iii) crescimento econômico nacional e regional, provindo da presença local da indústria espacial; e, (iv) evitações de custos, tendo como exemplo a possibilidade de prever enchentes, queimadas, etc. Em síntese, algumas das principais atividades que movimentam a economia espacial resumem-se em:

- a. Manufatura espacial;
- b. Lançamento espacial e exploração desta região;
- c. Satélites de telecomunicações, observação terrestre, meteorologia;
- d. Sistemas globais de navegação por satélite;
- e. Voo espacial humano;
- f. Produção científica;
- g. Comércio internacional de produtos espaciais selecionados.

Dito isto, conforme ilustrado no gráfico 1, entre o período de 2017 até 2020 – destacando-se que até o momento desta pesquisa, estes foram os dados disponíveis pela *Space Foundation* (2021) –, a receita da construção de cargas úteis comerciais registrou um aumento de 134%. As missões tripuladas, neste período de quatro anos, registraram um aumento de 14%; enquanto as espaçonaves militares registraram crescimento de 10%, muito em resposta à visão que se tem de que um conflito terrestre pode vir a se espalhar no espaço sideral. Entende-se, então, que os sistemas espaciais tornam vulneráveis uma gama de capacidades de interferência e negação, por exemplo. Ademais, o segundo trimestre de 2021 registrou um recorde na atividade de financiamento no setor espacial e que, quase foi batida pelos registros do terceiro trimestre deste mesmo ano (SPACE FOUNDATION, 2021; SKINNER, 2020).

Gráfico 2 – Valor da Espaçonave por Mercado (2017-2020)

Fonte: Adaptado de Space Foundation (2021).

Especialmente nos últimos anos, muitas potências espaciais buscaram investir na melhoria de seu *know-how* espacial, optando por maior autonomia neste setor. Tendo sido fortemente influenciadas pelas pesquisas, desenvolvimentos e fabricação de satélites (e seus componentes) ou mesmo desenvolvimento do amparo terrestre para a operação desses sistemas de rivais regionais. Durante o mesmo período analisado na ilustração acima, a gráfico 3 demonstra como os investimentos, agora por país, ocorrem de maneira diferente por conta das diferentes necessidades que cada nação possui.

Por um lado, o Japão e a Europa registraram uma queda no valor da manufatura desde 2018, mas que não chega próximo ao valor de queda de mais de 50% registrado entre a Índia e a Rússia no período de 2019. Contrário a esse quadro, o valor da espaçonave chinesa registrou um aumento de 88%. Alguns dos possíveis motivos para o alto investimento espacial chinês surge por conta da construção da *Tiangong-3*, a estação espacial da China – sendo que a primeira parte foi lançada em 2021, *Tianhe-1* –, além do desenvolvimento de dois novos portos espaciais e uma parceria com a Rússia, que resultará na construção de uma estação espacial lunar.

Já ao analisar-se o crescimento de 48% do valor das espaçonaves dos Estados Unidos, nota-se o impacto que a troca de chefe de Estado teve no orçamento final estadunidense, ainda mais, ao levar em conta a criação do *Space Force*³⁵ (USSF, sigla em inglês) e o aumento do orçamento da NASA em 6,3% comparado ao ano de 2019 (SPACE FOUNDATION, 2021; SPACE REPORT, 2021b).

Gráfico 3 – Valor da Espaçonave por País de Fabricação (2017-2020)



Fonte: Adaptado de Space Foundation (2021).

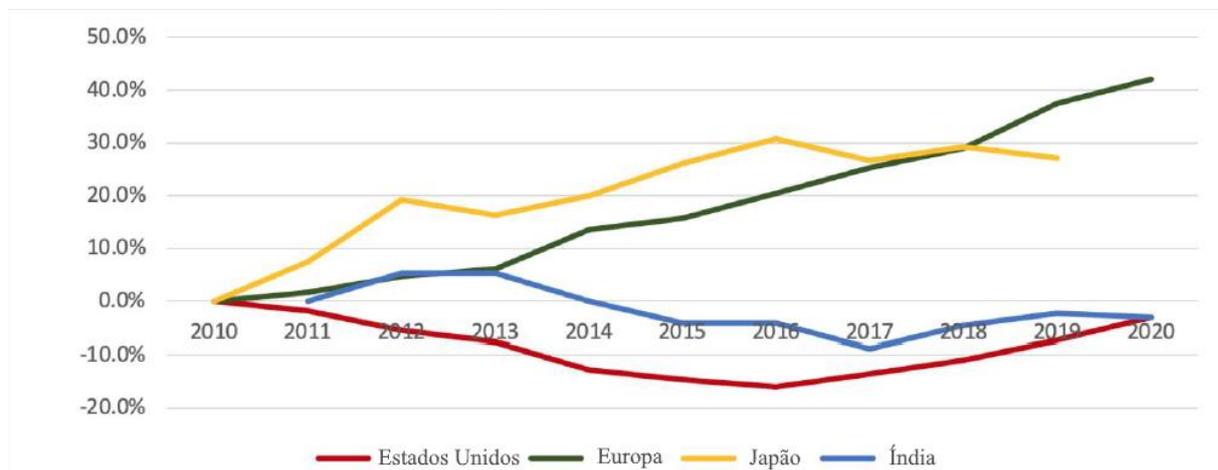
O retorno positivo à economia, oriundo da região espacial, nos mais diversos mercados, visa melhorar a infraestrutura, educação, agricultura, entre outros. Para tal, faz-se necessário uma força de técnica de trabalho que esteja qualificada para lidar com a crescente complexidade tecnológica. As agências espaciais, os governos e as empresas privadas têm investido em educação, programas de extensão em universidades e escolas, além de conceder bolsas de estudos como um meio de incentivar uma maior adesão de alunos nestes campos de ensino e pesquisa (WORLD ECONOMIC FORUM, 2015).

³⁵ Criada em 2019 no governo de Trump (2017-2021), a *Space Force* é “um ramo separado e distinto das forças armadas, organizado sob o Departamento da Força Aérea de uma maneira muito semelhante à forma como o Corpo de Fuzileiros Navais é organizado no Departamento da Marinha”. O governo estadunidense interpreta a modernização das capacidades espaciais de nações como China e Rússia como uma ameaça direta aos EUA, mas especialmente aos interesses nacionais. Dito isto, o principal objetivo da USSF, é treinar, organizar e equipar os trabalhadores; e encontra-se dividida em três comandos de campo: *Space Operations Command* (SpOC), *Space Systems Command* (SSC) e *Space Training and Readiness Command* (STARCOM) (SPACE FORCE, 2021; SPACE REPORT, 2021b).

A partir dos dados coletados em um intervalo de tempo entre 2010 e 2020, conforme ilustra o gráfico 4, pode-se observar que a geração de empregos derivados do setor espacial nas nações europeias subiu 42% neste período, resultando em cerca de 50.000 empregos. Analisando as nações europeias, nota-se que dois Estados em particular colaboraram com este quadro, especialmente em 2020; a Alemanha, com um aumento de 13,5% e a Espanha, registrando 12,9%. Seguindo a mesma tendência das nações europeias, o Japão também apresentou um aumento percentual nas contratações, chegando a quase 30% (SPACE REPORT, 2021c).

Em oposição ao crescimento da força de trabalho na Europa e no Japão, os dados sobre a situação nos EUA demonstram um aumento de apenas 5%, chegando a um número total de 192.000 de trabalhadores em 2020. Isso ocorre a partir de alguns desafios, como a pandemia e os baixos investimentos do governo Trump neste setor. Similarmente, a Índia, como uma nação emergente, também apresenta um aumento na força de trabalhadores espaciais, especialmente desde 2017, contudo, assim como boa parte das nações, sente os impactos pandêmicos. O caso da Índia será melhor analisado nos próximos capítulos, entretanto, vale ressaltar que houve um aumento da força de trabalho espacial de um pouco mais de 5% (SPACE REPORT, 2021c).

Gráfico 4 – Tendências da Força de Trabalho Espacial (2010-2020)



Fonte: Adaptado de Space Report (2021c).

Observa-se que a importância política do imperativo espacial, volta-se aos instrumentos de poder nacional e a exploração espacial, do que um viés estritamente tecnológico, científico ou mesmo meramente econômico. A fim de alcançar os objetivos de estratégias nacionais, os Estados irão utilizar, em maior ou menor grau, dos diferentes tipos de instrumentos de poder

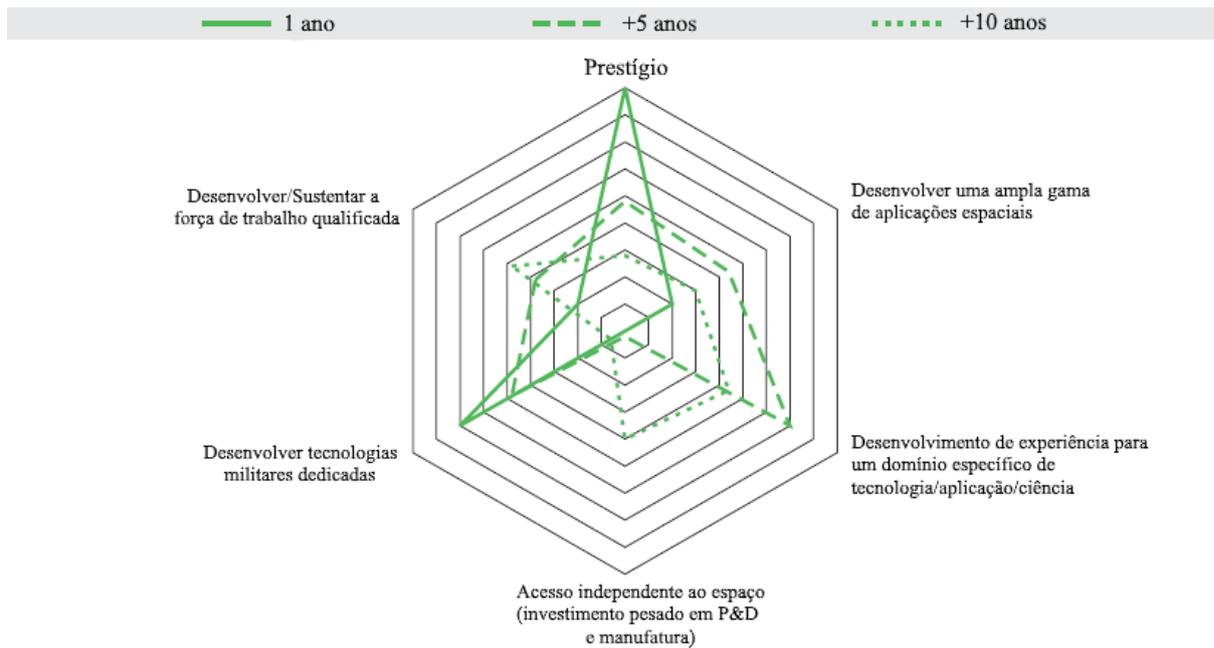
nacional (KLEIN, 2006; SHEEHAN, 2007; CEPIK, 2015). Com o intuito de melhor compreender como funcionam cada um destes instrumentos, esta pesquisa utiliza da descrição de Klein (2006), descrevendo-os da seguinte forma:

- a. **Diplomáticos:** resumem-se nos esforços políticos que são utilizados no âmbito dos assuntos internacionais entre as nações;
- b. **Informacionais:** refere-se à influência exercida através de valores, cultura ou mesmo de informações que acabam sendo utilizadas via canais midiáticos;
- c. **Econômicos:** aplicam-se através da influência no comércio, negócios ou nas atividades financeiras;
- d. **Militares:** a influência neste ponto é alcançada através da aplicação da presença militar, ou uso de coerção e/ou força.

Concretiza-se, então, através destes instrumentos os métodos para influenciar um ou mais Estados, como também maneiras dessas nações serem influenciadas. Os elementos motivadores para um Estado investir e desenvolver um programa espacial nacional podem variar. Em geral, observa-se que o incentivador de uma nação, ao tornar-se uma potência espacial inicialmente, de acordo com a figura 4, varia entre questões relacionadas ao desenvolvimento de tecnologias militares e prestígio nacional.

Em um período de possível amadurecimento dessas motivações – em questão de menos de 10 anos –, dois novos pontos surgem, o primeiro visando ampliar o desenvolvimento dos sistemas espaciais, seguido de um *know-how* mais especializado nos domínios de ciência, tecnologia e aplicações. Os investimentos e modernizações que se desenrolam em um período maior que uma década, tendem a acentuar a pretensão de acesso independente à região espacial – o que resulta em massivo investimento em P&D –, além de mão de obra qualificada, conforme abordado anteriormente (OECD, 2011).

Figura 4 – Exemplos de Motivações para Desenvolver um Programa Espacial



Fonte: Adaptado de OECD (2011).

Apesar da imprevisibilidade ao lidar-se com o espaço sideral, levando em conta o fato de que há mais de seis décadas este local tornou-se importante para os Estados – especialmente para os setores de defesa e segurança internacional –, o histórico do século XXI e o espaço sideral até o momento manifestaram altos e baixos entre níveis de cooperação e competição entre os Estados, apesar de não ter ocorrido nenhum conflito direto nesta região, muito disto amparado pelos regimes internacionais espaciais. As interações entre as potências espaciais ao longo da Guerra Fria, conforme sinalizado na seção anterior – e, conseqüentemente, a maneira com que estas foram descobrindo e adaptando suas visões ao que seria a melhor maneira para lidar com a região espacial –, converteram-se nas bases desses tratados, acordos e convenções. A “obrigatoriedade” para as potências espaciais já existentes e às futuras, em ajustar-se com esta nova realidade, acaba mostrando

[...] a fragilidade da restrição espacial e sua dependência nas relações políticas, bem como um consenso sobre a adequação da verificação. Infelizmente, as evidências de contenção de armas durante as primeiras cinco décadas da história do espaço não mostraram nenhuma mudança de valor por parte dos atores em relação às formas coletivas de segurança do espaço, a despeito das condições de interdependência funcional (e, portanto, estratégica). A mudança de perspectiva de cada liderança nacional que chega permanece um fator que pode *desafiar* e até mesmo *destruir* as normas espaciais previamente estabelecidas, como visto em 1981 e 2001. O teste ASAT da China de 2007 é outro exemplo, em que uma liderança nacional que não fazia parte dos entendimentos existentes sobre o espaço violara [as] normas anteriores

contra testes de alta altitude, onde os detritos levam décadas para sair da órbita. (MOLTZ, 2011, p. 326/327, tradução nossa³⁶, grifo nosso).

Tendo em mente este cenário, compreende-se que a base condicionante das leis espaciais resulta na necessidade de que a cooperação espacial seja a escolha majoritária entre as potências espaciais que surgiram, especialmente na Terceira Era espacial. Isto porque este cenário favorece a manutenção e preservação do acesso de forma segura à região espacial. A título de exemplo, ao fazer da cooperação o fator que preservaria o espaço sideral como um santuário pacífico, inevitavelmente os setores que surgem a partir dessa realidade beneficiam-se, incluindo nesse caso, o setor militar, através do desenvolvimento e da aplicação de armas de precisão e guiagem (SHEEHAN, 2007; CEPIK, 2015).

Fortaleceu-se, nos últimos anos, a importância de revisar as leis espaciais – regime composto pelos cinco tratados internacionais e cinco princípios analisados na seção 2.1. Destaca-se principalmente o Tratado do Espaço de 1967. Enquadrado como a base da lei espacial internacional, este tratado enfatiza dois pontos. O primeiro deles seria a importância da cooperação espacial internacional. Já o segundo ponto gira em torno da proibição da colocação e estacionamento de armas nucleares, ou quaisquer outros tipos de armas de destruição em massa, na órbita terrestre ou de quaisquer outros corpos celestes. Entretanto, não proíbe que os Estados coloquem armas convencionais – armas de pequeno porte, escudos defensivos, minas terrestres, bombas, foguetes, mísseis e munições de *cluster* – em órbita (UNOOSA, 2021c).

O papel de órgãos não governamentais na região espacial se faz presente no artigo IV do tratado, no qual enfatiza-se a necessidade de supervisão e autorização dos Estados membros para que esses agentes possam atuar no local em questão. Em 2015, com o intuito de adquirir diretrizes que fossem mais claras, empresas privadas dos EUA, após estímulos ao governo, tornaram legal a mineração espacial através da “*the US Commercial Space Launch Competitiveness Act*”³⁷. Dessa forma, outras nações buscam elaborar legislações nacionais³⁸

³⁶ **No original:** “[...] the fragility of space restraint and its dependence on political relationships as well as a consensus on the adequacy of verification. Unfortunately, the evidence of weapons restraint during the first five decades of space history showed no decisive or final value change by actors in regard to collective forms of space security, despite conditions of functional (and therefore strategic) interdependence. The changing perspective of each incoming national leadership remains a factor that can challenge and even destroy previously established space norms, as seen in 1981 and 2001. China’s 2007 ASAT test is another example, in which a national leadership that had not been part of existing space understandings violated prior norms against high-altitude testing, where debris takes decades to de-orbit.” (MOLTZ, 2011, p. 326/327).

³⁷ Essa questão não será aprofundada nesta pesquisa, por isso, recomenda-se a leitura da Lei pública 114-90 dos Estados Unidos de 2015 para uma compreensão melhor sobre esta temática.

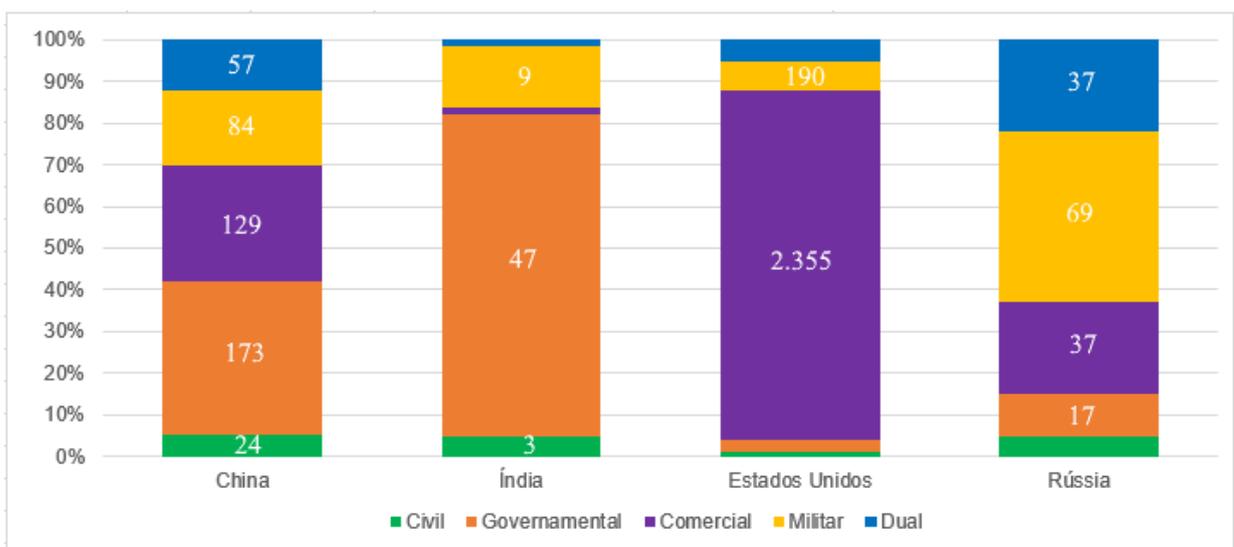
³⁸ Para mais detalhes acerca do desenvolvimento das leis espaciais nacionais, recomenda-se analisar os documentos disponíveis no website da UNOOSA.

para lidar não só com a questão da mineração espacial, mas também considerações sobre as atividades espaciais das empresas privadas, por exemplo (UNOOSA, 2021a; KIM, 2021; FROEHLICH, 2018).

De acordo com Sakurai et al. (2012, p. 5), “o aumento do lixo espacial tornou-se um sério problema para os recursos espaciais. Como uma abordagem para garantir a segurança, monitorar os satélites e um certo número de detritos espaciais é a medida eficaz para evitar a colisão no espaço”. Os testes ASAT – da década de 1980, realizados pelos EUA e pela URSS; e os mais contemporâneos, em 2007 pela China; em 2019 pela Índia; e o mais recente em 2021 pela Rússia –, enquadram-se como violação ao Tratado do Espaço de 1967. Ao demonstrar a capacidade de utilizar armas ASAT, a partir de testes bem-sucedidos, estes Estados produzem outro problema – além de toda consequência política e securitária oriunda dessa situação –, que são os detritos espaciais e conseqüentemente, o lixo espacial (WEEDEN, 2010; MOLTZ, 2014; URRUTIA, 2019; RAJAGOPALAN, 2021).

Os detritos espaciais resultantes dos testes ASAT representam uma ameaça não apenas às atividades espaciais e aos satélites já em órbita, dada a possibilidade de alta de colisão com qualquer ativo espacial em órbita, como também ameaça as missões espaciais. É relevante destacar que outra característica da Terceira Era espacial seria a lotação de satélites especialmente na órbita LEO. O gráfico 5 aponta para o total de satélites por segmento em 2021, trazendo como objeto de análise quatro potências espaciais.

Gráfico 5 – Número de Satélites por Segmento



Fonte: Adaptado de UCS (2021)³⁹.

³⁹ Gráfico elaborado com os dados de lançamentos de satélites até 01/9/2021.

Há mais de 4.500 satélites operacionais em órbita atualmente, sendo que o segmento que mais contribui para esta condição é o comercial. Os satélites comerciais dos EUA representam 84% de toda sua capacidade espacial, contabilizando 2.355 satélites. De todos os setores analisados, nota-se os investimentos de Washington em dois outros segmentos, além do comercial, sendo: militar (190 satélites) e dual⁴⁰ (150 satélites). Até este momento, a base de dados sobre os ativos espaciais duais estadunidenses aponta que 54% (78 satélites) destes são de uso governamental/comercial e um pouco mais de 23% (34 satélites) configuram os satélites de uso militar/comercial (UCS, 2021).

Constata-se que o segmento com maior número de ativos espaciais lançados à órbita da China é o governamental, correspondendo a 37% de sua capacidade total. Os setores comercial e militar refletem os investimentos do governo chinês nos sistemas espaciais, especialmente levando em conta a estratégia de Pequim em buscar autonomia espacial, através da construção da TSS e de missões tripuladas. Já os dados da Índia apontam que 77% (47 satélites) dos seus ativos espaciais em órbita estão representados pelo setor governamental, seguido pelo militar. Examinando os dados da Rússia, nota-se que o setor militar representa 41% (69 satélites) da capacidade espacial russa.

Outro ponto observado reflete certa simetria na distribuição de suas capacidades, ou seja, o fato de o governo russo possuir quase o mesmo número de satélites em todos os segmentos, diferentemente do perfil dos EUA. Nos últimos anos emergiu o debate sobre o fato das dinâmicas espaciais do século XXI estarem mudando, a ponto de tanto os EUA, quanto a Rússia estarem em decadência ao comparar-se com os avanços espaciais da China nos últimos dez anos (UCS, 2021; MOLTZ, 2019).

Identifica-se que do total de satélites operacionais, 83,3% estão situados em órbita LEO e 12,4% em GEO. Logo, é possível supor que estas órbitas seriam o *Heartland espacial* – fazendo alusão à teoria geopolítica desenvolvida no século passado por Halford Mackinder –, ou seja, a potência espacial que dominar o novo *heartland* (órbitas LEO e GEO), adquire o status de comando espacial e, conseqüentemente, teria poder o suficiente para influenciar o rumo da política, economia e segurança internacional.

Da mesma forma que o imperativo espacial mostrou-se favorável para o setor privado, novos Estados também obtiveram resultados positivos. Este é o caso de três nações africanas

⁴⁰ De acordo com a base de dados da UCS, os satélites duais dividem-se em doze (12) usos diferentes, sendo eles: (i) civil/governamental, civil/militar; (ii) comercial/civil, comercial/governamental, comercial/militar; (iii) governamental/civil, governamental/comercial, governamental/comercial/militar, governamental/militar; (iv) militar/civil, militar/comercial e militar/governamental (UCS, 2021).

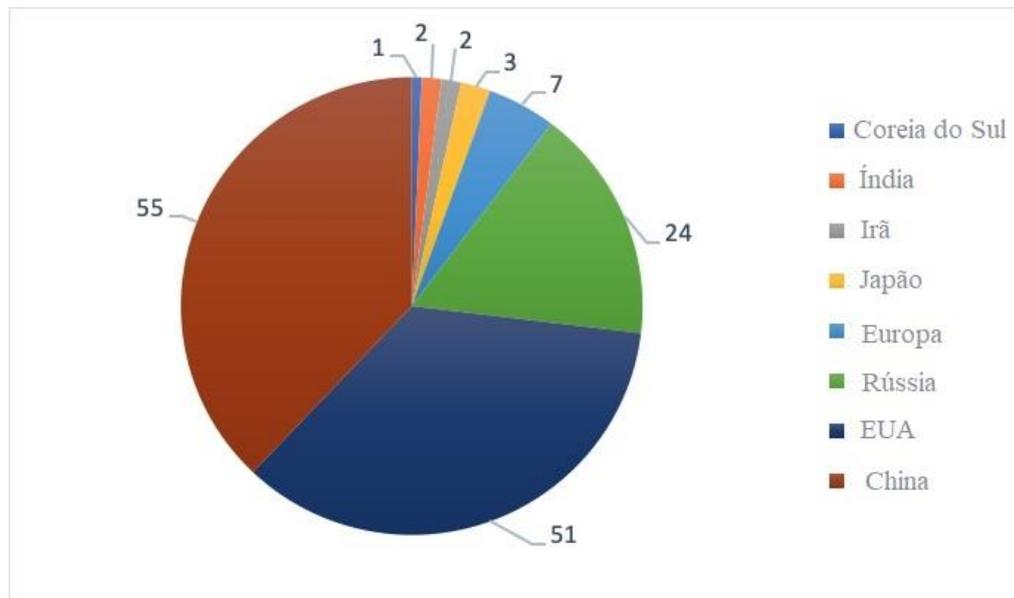
que conquistaram o lançamento de seus primeiros satélites nacionais: (i) o Sudão lançou o SRSS-1 (*Sudan Remote Sensing Satellite*) em 2019; (ii) Ruanda, também em 2019, obteve sucesso lançando o *RwaSat-1*, um cubesat; e, (iii) a Etiópia lançou em 2019 o *ETRSS-1* (*Ethiopian Remote Sensing Satellite*) e em 2020 o *ET-SMART-RSS* (GREGO, 2021).

Semelhante, as nações do Mundo Árabe⁴¹ têm sido influenciadas a investir em ativos espaciais para além dos telescópios, como resposta aos conflitos da região. O arabismo espacial ganhou força quando o Egito, Iraque, Emirados Árabes Unidos ou mesmo o Catar passaram a impulsionar seus programas de foguetes. Independentemente do estereótipo direcionado a esta região do globo, os Estados árabes buscam cooperar para impulsionar o setor espacial em nível regional e, ambiciosamente, global (DETERMANN, 2018).

À vista disso, examinando a Ásia e a corrida espacial contemporânea, um dos produtos da atual era espacial, permitiu que as potências espaciais emergentes da região – embora com um perfil intra-bloco de isolamento e forte competição –, fossem buscar auxílio com potências espaciais externas à Ásia. Os resultados se apresentaram em três pontos vantajosos para estas nações: (i) disponibilidade de tecnologia estrangeira; (ii) *know-how* de certas atividades e tecnologias espaciais; e, (iii) o direcionamento de investimentos, onde as tecnologias espaciais podem gerar um retorno maior (como meteorologia, reconhecimento, navegação e comunicação, por exemplo), uma vez que este grupo de Estados poderiam aprender com as falhas das outras potências espaciais, de modo a evitar a repetição de equívocos (MOLTZ, 2012).

Em resposta à assimetria entre o poder dos Estados, surgiu a necessidade de estabelecer instituições e regimes internacionais para regulamentar o uso pacífico da região em questão, no qual acaba limitando a atuação das nações. A competição estratégica entre Estados Unidos, China e Rússia influenciam na postura e resposta de outras potências e na geopolítica e geoestratégia regional e global. Tal movimento fica visível se analisamos as oito potências espaciais que realizaram lançamentos ao espaço sideral, de acordo com o gráfico 6.

⁴¹ Para retratar a inserção da região nos assuntos espaciais, esta pesquisa opta por lidar com a perspectiva regional do Mundo Árabe ao invés de Oriente Médio, visto que se notam os traços de integração quando retratamos a região desta forma. Logo, o Mundo Árabe engloba todos os 22 países da Liga Árabe.

Gráfico 6 – Tentativas de Lançamento Orbital por Nação (2021)

Fonte: Adaptado de Space Foundation (2022).

Das 145 tentativas de lançamentos ocorridos ao longo do ano de 2021, a nação que mais enviou ativos espaciais ao espaço sideral foi a China (com um total de 37%), seguida pelos EUA (com 35%), e pela Rússia (representando 16%). Apesar disso, outras potências espaciais também realizaram missões bem-sucedidas à região espacial, como o Irã e a Índia (ambos com 1%) e o Japão (representando 2%). Nota-se que a atividade espacial em 2021 superou a atividade estabelecida durante o auge da Primeira Era espacial, no qual ocorreram 143 tentativas de lançamentos (SPACE FOUNDATION, 2022).

Compreender as dinâmicas da astropolítica tem sido um grande desafio, em razão das atividades espaciais serem singulares e de difícil compreensão quando comparadas com os ambientes terrestre, marítimo e aéreo. Não obstante, o empenho para averiguar os impactos do espaço sideral não esteve restrito apenas entre os Estados, mas fortemente incorporado ao meio acadêmico, especialmente desde o final da década de 1990.

2.3 CONCLUSÕES PARCIAIS

O sistema espacial, no decorrer das últimas sete décadas, impactou e influenciou o nível estratégico, tático e operacional das guerras, agindo como um condicionante para melhores níveis de informações, precisão de alvos ou mesmo na questão de comando e controle das forças militares (fixas ou móveis) em todo o globo (BOWEN, 2020). A discussão ilustrada neste capítulo busca apresentar o momento em que se deu início a exploração espacial como um meio estratégico aos Estados, destacando-se as peculiaridades de cada uma das três eras espaciais que culminaram em novas estruturas no SI, assim como as armas nucleares – originou-se daí as instituições internacionais para lidar com seu controle, dentro do âmbito da ONU.

À medida que as tecnologias espaciais foram evoluindo, o domínio espacial deixou de ser de uso e exploração exclusivo das grandes potências da Guerra Fria – a corrida armamentista e espacial impacta fortemente nos avanços dos setores tecnológico-militar, visto que a partir desses esforços se tornou possível o desenvolvimento e lançamento de satélites ao espaço sideral. Além disso, acompanhando esta tendência de mudanças – com o fim da Guerra Fria, certo momento unipolar dos EUA na dimensão espacial –, cada vez mais potências espaciais encaminham-se para níveis consideráveis de maturação de seus programas espaciais.

Nota-se, assim, inúmeras vantagens de possuir ativos espaciais: comunicação, vigilância, reconhecimento, navegação, meteorologia, comercialização e ASAT, primeiros avisos de mísseis e lançamento de foguetes, etc. Contudo, a possibilidade de construir localmente, assim como realizar o lançamento dessas tecnologias ao espaço sideral constituem-se como requisitos para os Estados atingirem o *status* de comando do espaço, embora esta meta não seja compartilhada por todas as potências espaciais.

Perpetua-se a ideia de cooperação internacional espacial desde a Primeira Era espacial, não apenas com o intuito de evitar que possíveis conflitos terrestres sejam transferidos para a região espacial e suas possíveis consequências. Essencialmente, esta tem sido a maneira encontrada pelas grandes potências para propagar sua interpretação de como deve ou não ser a conduta dos outros Estados ao empenhar-se para atuar neste local. Todavia, observa-se que, ainda na atualidade, o que move os objetivos e os investimentos das nações resume-se na competição espacial – traço este fortemente presente entre as nações asiáticas, que buscam o posto de liderança espacial regional.

Uma das claras desvantagens oriundas dessa competição torna-se o forte instinto de sobrevivência, que impacta a segurança espacial de dois modos. O primeiro seria a criação de ativos espaciais de uso dual, que surgem com o propósito de bloquear, destruir ou mesmo

desativar os recursos espaciais de um Estado inimigo. Um exemplo deste caso podem ser as Operações de Encontro (*Rendezvous Proximity Operations*, RPO), que possuem o propósito de reabastecer e reparar um satélite, como também interferir e destruir qualquer ativo espacial.

O segundo – e que se enquadra como a consequência à segurança espacial que mais preocupa os Estados do SI –, refere-se aos testes ASAT. Os detritos espaciais, que são gerados pelos testes podem acabar afetando a ISS ou mesmo os satélites que já estão em órbita. A realização destes testes não apenas enquadra-se como uma violação ao Tratado do Espaço (1967), como também tem sido efetuada com mais frequência nos últimos anos, como o de 2019 e o mais recente, em novembro de 2021.

Apesar da reverberação de que o espaço sideral deve ser utilizado de forma pacífica, as ações de muitas nações acabam contribuindo para um ambiente de tensões, e essa nova realidade resulta em investimentos espaciais de cunho estratégico-militar. Por fim, essa dinâmica acaba gerando um efeito dominó entre as nações, sendo uma delas a Índia. Compreender a trajetória do desenvolvimento do programa espacial indiano possibilita interpretar os desfechos do poder espacial no século XXI.

3 PROGRAMA ESPACIAL DA REPÚBLICA DA ÍNDIA

Neste capítulo objetiva-se explorar a evolução do programa espacial de uma das maiores potências espaciais asiáticas, o Programa Espacial da Índia (PEI). A partir do momento em que se pode traçar quais foram as ambições da nação indiana em tornar-se um Estado com conhecimento tecnológico espacial suficiente para não gerar relações de dependência para com outras potências espaciais mais maduras. Torna-se possível também interpretar quais são as aspirações de Nova Delhi que, em pouco tempo, transformou a Índia em uma potência espacial robusta.

À vista disso, este capítulo encontra-se dividido em duas partes. Em um primeiro momento será examinado o histórico do PEI, sua interpretação inicial de como o país poderia beneficiar-se do espaço sideral – partindo do progresso indiano neste setor até meados da década de 1980 –, apresentando a agência espacial indiana e sua relevância. Ademais, analisa-se de que maneira o governo indiano buscou inserir a questão do espaço sideral em suas políticas e estratégias. A segunda seção examina o produto dos investimentos e desenvolvimentos tecnológicos espaciais indianos, ou seja, os sistemas espaciais nacionais, desde o primeiro lançamento do primeiro satélite produzido localmente, até as missões bem-sucedidas de seus veículos lançadores para as diferentes órbitas terrestres.

Além disso, observa-se de que maneira os diferentes satélites e seus diferentes segmentos auxiliam Nova Delhi nos âmbitos político e econômico, mas principalmente nos âmbitos de segurança e defesa. Observa-se também como a Índia interpreta a questão da cooperação no setor espacial com outros Estados, mas também o surgimento de empresas privadas indianas com forte interesse em investir e explorar a região espacial.

3.1 HISTÓRICO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO

*Quem, de fato, poderia ignorar a ciência hoje?
A cada passo devemos buscar sua ajuda...
O futuro pertence à ciência e àqueles que se
tornam amigos dela.*

(NEHRU, 1937 apud INDIA TODAY, 2021b, tradução nossa⁴²).

O desenvolvimento da exploração espacial da Índia surgiu muito antes da criação da agência espacial nacional indiana e do seu respectivo programa espacial. Dito isto, a fim de melhor interpretar os interesses espaciais de Nova Délhi na atualidade, faz-se necessário compreender a evolução espacial indiana. Originou-se, conforme ilustra Moltz (2012), em dois diferentes níveis:

Em termos de astronomia, cientistas indianos (como Aryabhata) estabeleceram uma tradição de investigação relacionada ao espaço já no século 400 d.c., e observatórios indianos fundados em Jaipur, Delhi, Mathura, Ujjain e Benares no início de 1700 sob Raja Jal Singh e nos anos 1800, perto de Bombaim e em Kodaikanal, ofereceu um alto nível de especialização profissional que impressionou os visitantes europeus. No campo militar, as forças indianas sob Hayder Ali e depois seu filho, usaram foguetes construídos de bambu e ferro – com um alcance de mais de um quilômetro – contra as forças britânicas no final dos anos 1700, eventualmente ostentando um “corpo de fogueteiros” com cinco mil homens (MOLTZ, 2012, p. 112, tradução nossa⁴³).

Apesar dos avanços em ciência e tecnologia para a época, não foi possível impedir a invasão e colonização britânica à Índia, que se estendeu de 1858 até meados de 1947. No decorrer desse período, foram-se consolidando dois meios distintos para lidar com a questão científica: o modelo do colonizador e o modelo indiano – tendo segundo sido comprometido, desde a segunda década do século XX, em decorrência da prevalência tecnológica britânica, mas que não apagava por completo as iniciativas científicas-tecnológicas de caráter nacional.

Com a independência da Índia, em 15 de agosto de 1947, o Primeiro Ministro (PM) da Índia independente, Jawaharlal Nehru (1947-1964), adotou como um dos seus pilares políticos uma liderança tecnocêntrica. Ou seja, buscou-se pôr em prática o consenso de que seria através

⁴² **No original:** “Who indeed could afford to ignore science today? At every turn we have to seek its aid... the future belongs to science and those who make friends with science” (NEHRU, 1937, apud INDIA TODAY, 2021, § 23-25).

⁴³ **No original:** “In terms of astronomy, Indian scientists (such as Aryabhata) established a tradition of space-related inquiry as early as the 400s c.e., and Indian observatories founded at Jaipur, Delhi, Mathura, Ujjain, and Benares in the early 1700s under Raja Jal Singh 3 and in the 1800s near Bombay and in Kodaikanal offered a high state of professional expertis that impressed European visitors. 4 In the military field, Indian forces under Hayder Ali and then his son used rockets constructed out of bamboo and iron —with a range of over one kilometer — against British forces in the late 1700s, eventually boasting a “corps of rocketeers” with five thousand men.” (MOLTZ, 2012, p. 112).

da ciência e da tecnologia que a nação iria se desenvolver a ponto de deixar no passado os diversos problemas nacionais (MOLTZ, 2012; RAO et al., 2015).

Posto esse objetivo do governo indiano, e da propaganda de Nehru ao longo da década de 1950 – de que o futuro pertenceria àqueles que se tornassem amigos da ciência –, os projetos nacionais voltados para a tecnologia espacial ganharam forças somente após o lançamento do satélite soviético em 1957, a partir da criação da Sociedade Astronáutica Indiana. A elaboração desta sociedade surgiu em consonância com o objetivo de incentivar a pesquisa nacional no setor espacial, assim como, em certa medida, unificar os estudos dos pesquisadores de todo o território indiano.

Homi Bhabha – que é um dos grandes nomes do desenvolvimento do projeto nuclear indiano⁴⁴ –, em conjunto com Vikram Sarabhai⁴⁵, consolidaram a iniciativa espacial da Índia, sendo fortemente apoiada pelo PM Nehru. Para Sarabhai, a eletrônica, a energia nuclear e o espaço sideral seriam os domínios nos quais os investimentos nacionais mais trariam retorno para a população indiana, especialmente no que tange aos níveis educacionais, uma vez que via que “a principal razão para a pobreza e a fome era a ignorância” (RAO et al., 2015, p. 45).

Em fevereiro de 1962, o governo indiano designa a Sarabhai a liderança do Comitê Nacional Indiano para Pesquisa Espacial (INCOSPAR, sigla inglês), que assume o setor de pesquisas voltadas à ciência espacial, pertencente ao Departamento de Energia Atômica (DAE, sigla em inglês). Em 1963, entra em operação a Estação de Lançamentos de Foguetes Equatorial de Thumba (TERLS, sigla em inglês), localizada próximo ao equador magnético⁴⁶ da Terra.

Uma questão frequentemente debatida na época era a escolha da estação de lançamentos ser em Thumba. Se a ideia fosse construir o mais próximo possível do equador da Terra no território indiano, a escolha mais lógica seria em Kanyakumari. Entretanto, constatou-se que devido a certos problemas científicos, como, por exemplo, o estudo meteorológico, que apesar

⁴⁴ Essa dissertação não irá aprofundar a questão nuclear indiana. Contudo, destaca-se que, assim como o programa espacial indiano avançou devido aos investimentos em ciência e tecnologia ao longo da era de Nehru, o programa nuclear também evoluiu, buscando seguir uma maior autonomia nos assuntos internacionais. Para mais detalhes, ver: GERALDO, Michelly. Dinâmicas Regionais da Não Proliferação Nuclear: os impactos nas decisões nucleares dos estados intermediários. Curitiba: Appris, 2020.

⁴⁵ Vikram Ambalal Sarabhai (1919-1971), – que vinha de uma família industrial indiana rica – ficou conhecido não apenas por seu legado no programa espacial indiano, mas também como um dos construtores da Índia moderna. Ao longo de sua carreira criou mais de 40 institutos e agências nos mais diversos campos de estudo (ciência, indústria, gestão e educação) (ISRO, 2022f).

⁴⁶ “A distinção entre o equador da Terra e o equador magnético surge porque o eixo do campo magnético da Terra não coincide com o seu eixo de rotação. [...] Se definirmos o equador magnético como a linha que conecta os pontos nos quais o campo magnético da Terra é paralelo à superfície da Terra, descobrimos que o equador cruza a Índia muito perto de Quilon a cerca de 8 ½ graus de latitude geográfica norte. [...] Uma consequência interessante desse fenômeno é que o campo magnético da Terra no equador magnético é o mais forte na região entre a Índia e Bornéu e o mais fraco na América do Sul.” (RAO et al., 2015, p. 48-49).

de próximo ao equador geográfico, está longe do equador magnético, o que resultaria em uma coleta de dados insatisfatória para os estudos a serem desenvolvidos ali. Sendo assim, Sarabhai concluiu que Thumba seria ideal para “estudos de baixa altitude, alta atmosfera e ionosfera” (RAO et al., 2015; PAL, 2016, § 21-22).

O primeiro teste de lançamento de foguete na TERLS ocorreu em 21 de novembro do mesmo ano e, apesar de alguns imprevistos, o pequeno foguete de sondagem⁴⁷ dado pela NASA, *Nike Apache* (ARGO B-13), marcou os estágios iniciais do programa espacial indiano. Internamente, contudo, este marco não obteve tanta repercussão devido ao assassinato do presidente estadunidense Kennedy ter ocorrido no dia seguinte ao lançamento (HARVEY et al., 2010). De acordo com Moltz (2012, p. 114), o discurso de Sarabhai advogava pela rejeição de entrar em qualquer tipo de corrida espacial com outras nações, enfatizava que:

Há quem questione a relevância das atividades espaciais em uma nação em desenvolvimento. Para nós, não há ambiguidade de propósito. [...] Mas estamos convencidos de que, se quisermos desempenhar um papel significativo nacionalmente e na comunidade das nações, devemos ser inigualáveis na aplicação de tecnologias avançadas aos problemas reais do homem e da sociedade (ISRO, 2022f, § 33-40, tradução nossa⁴⁸).

A condução dos investimentos espaciais indianos buscou ir de acordo com os ideais do Movimento dos Países Não Alinhados (MNA) e, como uma das nações líderes do MNA, a Índia procurou um caminho intermediário à bipolaridade presente nas relações internacionais da época. Ao adotar essa postura, o PM Nehru optava por evitar ser arrastado para uma terceira grande guerra mundial, tanto que, até então, não existiam motivos para o desenvolvimento de armas nucleares ou fazer parte da corrida armamentista. Logo, resultando em um foco no aspecto civil das atividades espaciais (MOLTZ, 2012). Os investimentos iniciais do ecossistema espacial indiano tiveram início através de três setores:

- a. satélites de comunicação;
- b. satélites de meteorologia e climatologia;
- c. satélites de sensoriamento remoto.

O critério para investir nesses três diferentes tipos de satélites emergia em conformidade com os benefícios que cada um poderia trazer à Índia, como, por exemplo, ao sistema

⁴⁷ “Foguetes de sondagem são foguetes de propelente sólido de um ou dois estágios usados para sondar as regiões atmosféricas superiores e para pesquisa espacial. Eles também servem como plataformas facilmente acessíveis para testar ou provar protótipos de novos componentes ou subsistemas destinados ao uso em veículos de lançamento e satélites.” (ISRO, 2022u, § 1-4).

⁴⁸ **No original:** “There are some who question the relevance of space activities in a developing nation. To us, there is no ambiguity of purpose. [...] But we are convinced that if we are to play a meaningful role nationally, and in the community of nations, we must be second to none in the application of advanced technologies to the real problems of man and society.” (ISRO, 2022, § 33-40).

educacional e de saúde, como também o desenvolvimento econômico. A seção seguinte (3.2) detalha as capacidades espaciais indianas e seus respectivos satélites lançados ao espaço sideral até o presente momento.

Ainda durante os primeiros anos da década de 1960, Nova Delhi firmou acordos de cooperação tanto com a URSS, quanto os EUA. Em pouco tempo o país foi adquirindo experiência e domínio tecnológico, a ponto de dar início ao processo para desenvolver um veículo de lançamento espacial nacional, de modo que este progresso levaria em torno de duas décadas para concluir-se. As primeiras instalações que surgiram em Thumba revelaram-se frutos dos acordos da DAE e da NASA, assim como, com o Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES, sigla em francês) da França e a Academia de Ciências da URSS (RAO, 2015).

Segundo Harvey et al. (2010, p. 146), a NASA estava responsável pelas unidades terrestres e de telemetria; o CNES pelos foguetes Centaure e radares; e a URSS concedia computadores, testes em solo e helicópteros Mil. O total de foguetes de sondagem lançados de Thumba, de 1963 até 1968, chegou à marca de sessenta e cinco – o britânico Skua Petrel, o francês Centaure, o estadunidense Nike e o soviético M-100. Enquanto o foguete soviético transportava uma carga útil de no máximo 70 kg, a uma altitude de 85 km, em contraste, o foguete francês era capaz de atingir altitudes de cerca de 150 km, com uma carga útil de aproximadamente 30 kg (ISRO, 2022b).

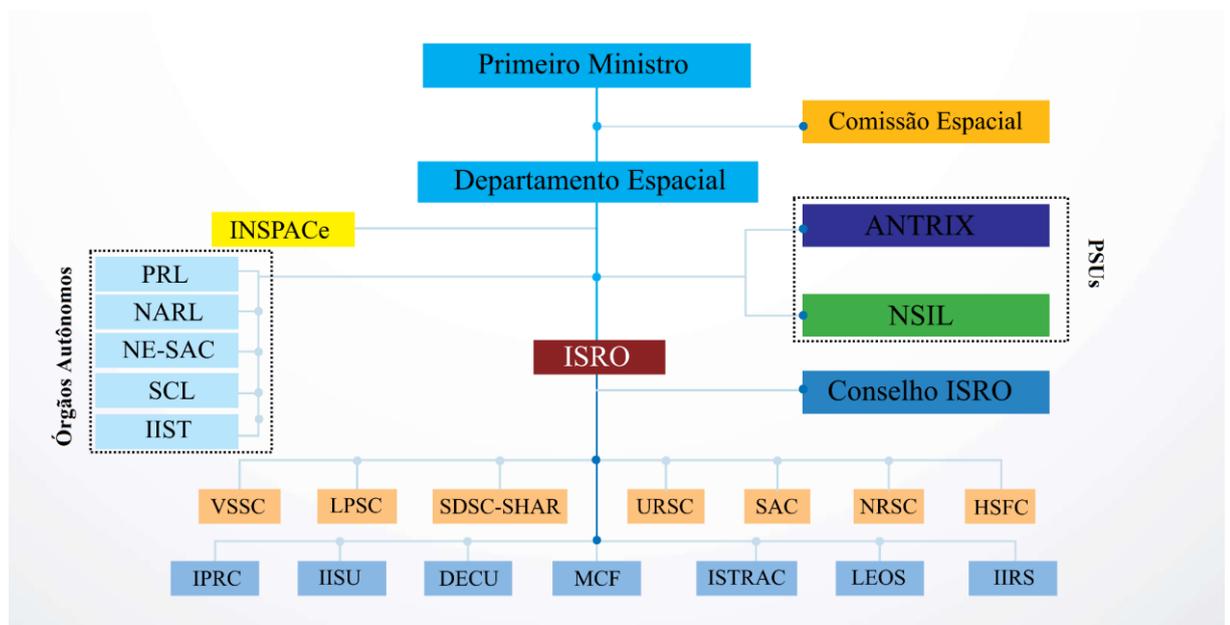
Em 15 de agosto de 1969, a INCOSPAR é dissolvida, sendo substituída pela Organização Indiana de Pesquisa Espacial (ISRO, sigla em inglês), ainda sob o DAE, e com sede na cidade de Bengaluru. Tornando-se agora o corpo central do desenvolvimento e aplicação da tecnologia espacial, Sarabhai adquire o cargo de presidência da ISRO, tendo como principal missão prover serviços baseados no espaço e desenvolver tecnologias espaciais, para que, em pouco tempo adquirissem *know-how* o suficiente para produzir nacionalmente seu próprio veículo de lançamento de satélites. Aperfeiçoar o desenvolvimento tecnológico a este ponto culminaria no acesso independente da Índia ao espaço sideral (ISRO, 2021a).

O processo de construção de estações terrestres continuou ao longo dos anos seguintes, ao mesmo tempo em que se investia na produção de satélites nacionais indianos para lançá-los por outras potências espaciais. Além disso, aumentou consideravelmente o número de trabalhadores do programa espacial até o final da década de 1970. O governo indiano, em 1972, criou a Comissão Espacial e o Departamento do Espaço (DoS, sigla em inglês), colocando a ISRO agora sob o DoS, dessa forma, incorporando a ISRO diretamente aos níveis mais altos do governo indiano (BHARGAVA, CHAKRABARTI, 2003; MOLTZ, 2012).

O DoS está encarregado da administração do programa espacial da Índia, dando continuidade à política costumeira de fomentar o desenvolvimento científico-tecnológico para beneficiar o âmbito socioeconômico da nação. Desde sua criação, deu origem aos seguintes programas: (i) P&D em ciência e tecnologia espacial, visando aplicá-las para o desenvolvimento nacional; (ii) INSAT para meteorologia, telecomunicações, desenvolvimento educacional, entre outros; (iii) lançamento de veículos nacionais para o envio de espaçonaves à região espacial; e, (iv) sensoriamento remoto, utilizando a aplicação de imagens de satélite voltado ao desenvolvimento (ISRO, 2022e). Ademais, o DoS gerencia as seguintes agências e institutos:

- a. Centro Nacional de Autorização e Promoção Espacial da Índia (INSPACe);
- b. *Antrix Corporation Limited* (ANTRIX);
- c. *New Space India Limited* (NSIL);
- d. Laboratório de Pesquisa Física (PRL);
- e. Laboratório Nacional de Pesquisa Atmosférica (NARL);
- f. Centro de Aplicações Espaciais do Nordeste (NE-SAC);
- g. Laboratório de Semicondutores (SCL);
- h. Instituto Indiano de Ciência e Tecnologia Espacial (IIST);
- i. Organização Indiana de Pesquisa Espacial (ISRO).

Figura 5 – Estrutura Organizacional da ISRO



Fonte: Adaptado de ISRO (2021).

A figura acima ilustra a estrutura organizacional da ISRO atual. Dentro dessa estrutura, existem cinco órgãos autônomos. O primeiro deles, o PRL, atua na pesquisa básica em física experimental e teórica, contribuindo com o avanço da ciência e da exploração planetária. Já o NE-SAC fornece suporte à infraestrutura tecnológica, servindo de catalisador para o desenvolvimento da Região Nordeste (NER, sigla em inglês) indiana. Além disso, desempenha um papel como ator para a implantação de programas regionais e nacionais em “gestão de recursos naturais, planejamento de infraestrutura, saúde, educação, comunicação de emergência, alertas precoces para apoio à gestão de desastres e pesquisa científica” (ISRO, 2021; ISRO, 2022q; ISRO, 2022p, § 7-9).

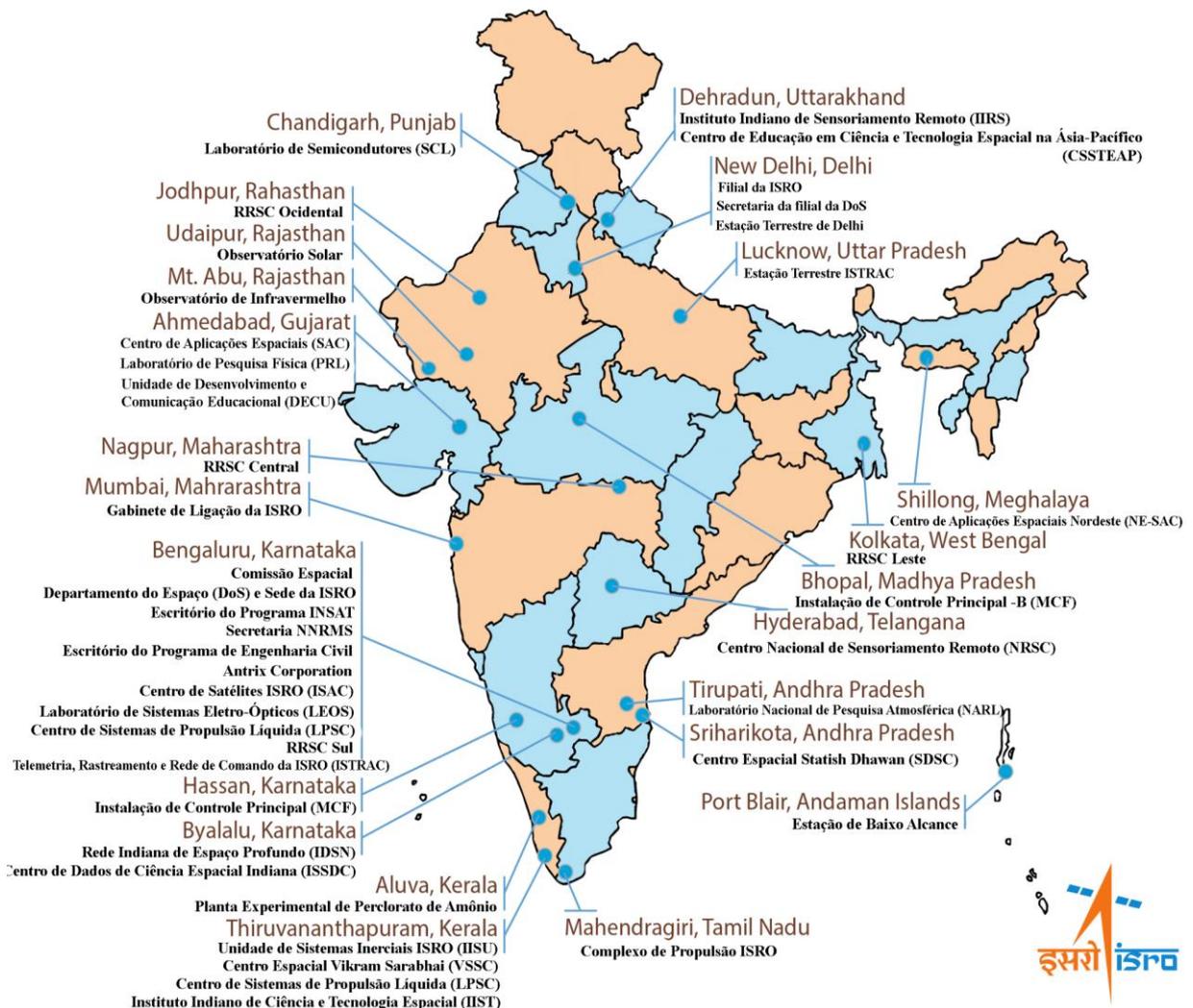
O SLC é uma unidade de P&D envolvida na criação de uma base de microeletrônica e na fabricação de semicondutores. Um dos principais centros de pesquisa atmosférica é o NARL, além de desenvolver tecnologia, modelagem, disseminação e arquivamento de dados. O último órgão autônomo, o IIST, é a primeira universidade espacial da Ásia, estabelecida em 2007, proporcionando educação qualificada em tecnologia e ciência, para, no longo prazo, atender às necessidades do programa espacial do país. Para tal, promove grupos de discussão que possam explorar projeções futuras para o PEI, além de estudos espaciais avançados (ISRO, 2022t; ISRO, 2022j; ISRO, 2022o).

Ainda sob autoridade da DoS, existem duas empresas do setor público (PSU, sigla em inglês) importantes para o progresso do programa espacial nacional. A NSIL tem como função a comercialização e transferência tecnológica de pequenos satélites para a indústria, fabricando, em conjunto com a indústria nacional indiana, o Veículo Lançador de Satélite Polar (PSLV, sigla em inglês); além de, com parceria de empresas privadas, produzir o Veículo Lançador de Satélite Pequeno (SSLV, sigla em inglês). Já a segunda PSU, a ANTRIX, representa o braço de marketing da ISRO, divulgando os produtos, tecnologias e serviços desenvolvidos pela mesma; como também é o braço comercial do programa espacial (PTI, 2019).

A adição mais recente à estrutura organizacional é o INSPACE, anunciada no meio do ano de 2020 pelo Ministro de Estado do Espaço, Jitendra Singh (2014-Atual). Atuará como um órgão autônomo sob a DoS, sendo uma “agência nodal de janela única”, habilitando e regulando as atividades espaciais e o uso de instalações – que serão estabelecidas dentro da ISRO – gratuitamente ou mediante um valor razoável para a utilização deste espaço. Outrossim, “a decisão do INSPACE será final e obrigatória para todas as partes interessadas, incluindo a ISRO”, ou seja, a INSPACE servirá de elo entre a ISRO e o setor privado, buscando a melhor forma de utilizar os recursos espaciais para atender as demandas que surgirem das empresas

privadas, o que inclui também os institutos educacionais indianos (ISRO, 2022k, § 30-31). No que tange aos centros e unidades da ISRO, destaca-se o mapa 2 ilustrando todos os centros da ISRO.

Mapa 2 – Centros da ISRO



Fonte: Adaptado de Lakdawalla (2018).

Com uma totalidade de 44 centros, cada um deles é responsável por fornecer serviços e fomentar a pesquisa espacial que no final auxilia com o desenvolvimento e aprimoramento do programa espacial nacional. Sendo assim, todos trabalham em torno da visão de “aproveitar a tecnologia espacial para o desenvolvimento nacional, enquanto buscam [especializar-se] na pesquisa científica espacial e na exploração planetária”, a fim de tornar realidade todos os objetivos da Índia no setor espacial, além da cooperação internacional (ISRO, 2022i, § 1-2).

Para esta pesquisa, destacam-se dois centros. O primeiro deles é o Centro Espacial Vikram Sarabhai (VSSC, sigla em inglês), situado em Thiruvananthapuram, atuando como o centro responsável pelo desenvolvimento da tecnologia dos veículos lançadores indianos. Os

principais programas da VSSC abarcam o PSLV, o Veículo de Lançamento de Satélites Geossíncrono (GSLV, sigla em inglês) e os foguetes Rohini, por exemplo. Segundamente, evidencia-se o Centro Espacial Satish Dhawan SHAR (SDSC, sigla em inglês), localizado em Sriharikota – também conhecido como o porto espacial da Índia –, encarregado pela infraestrutura base para os lançamentos do PEI. Dispõe de duas plataformas de lançamentos para os foguetes PSLV e GSLV.

Em 1972, o governo indiano reforça os laços de cooperação com o governo soviético através de um acordo, garantindo à Índia “acesso a veículos de lançamento soviéticos para seus satélites”, ao mesmo tempo em que se compromete a ceder “acesso aos portos indianos por navios soviéticos de rastreamento espacial” (MOLTZ, 2012, p. 116). Nota-se, assim, que o programa espacial indiano em suas primeiras décadas, beneficiou-se extremamente das parcerias com outras potências espaciais, especialmente com os EUA, a URSS, o Japão e a França, entre outros. Torna-se notável também que, de certa forma, esses parceiros não contavam com a ambição do governo indiano para adquirir independência tecnológica espacial, a ponto de Nova Delhi se tornar um dos atores importantes no cenário político internacional do século XXI.

O primeiro teste nuclear indiano ocorreu em 18 de maio de 1974, em Pokhran, no Rajastão. O *Pokhran-I*, também conhecido como Buda Sorridente (*Smiling Buddha*), tornou a Índia o primeiro Estado, além dos cinco membros do Conselho de Segurança da ONU (UNSC sigla em inglês) – EUA, China, URSS, França e Reino Unido – a obter sucesso em um teste nuclear. A repercussão internacional do teste nuclear indiano foi negativa, resultando em diversas sanções e limitações de materiais e tecnologias nucleares à Índia. Entretanto, os EUA, por exemplo, apesar de terem imposto sanções, ainda assim continuaram fornecendo componentes e equipamentos para o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto e de comunicação indianos (NAIR, 2020; GERALDO, 2020; MOLTZ, 2012).

Em 19 de abril de 1975 foi lançado com sucesso o primeiro satélite indiano, o *Aryabhata*, inteiramente projetado e fabricado na Índia. Lançado pelo foguete soviético Kosmos-3M, em Kapustin Yar – uma base de desenvolvimento e lançamentos de foguetes e mísseis, situada na Oblast de Astracã –, sua missão consistia em estudar a astronomia dos raios-X, aeronomia⁴⁹ e física solar. Apesar disso, houve uma falha no sistema do satélite, resultando com que todos os dados coletados fossem perdidos cinco dias após o lançamento (ISRO, 2022t; NASA, 2022).

⁴⁹ Para fins de compreensão, a aeronomia é a ciência que estuda as camadas superiores da atmosfera terrestre.

Ainda no mesmo ano, conjuntamente com a NASA, a ISRO lançou o Experimento de Televisão Instrucional por Satélite (SITE, sigla em inglês), o primeiro projeto de satélites de comunicação, com o intuito de utilizar a tecnologia como um meio educacional. O propósito que se pretendia alcançar com o SITE era, justamente, tornar possível que a população das áreas rurais da Índia tivesse a oportunidade de adquirir conhecimento por meio de transmissões via satélite, ao mesmo tempo em que se conquistava *know-how* técnico no setor de satélites de comunicação. Os resultados de tais investimentos se apresentaram na melhora nos níveis de práticas agrícolas e bem-estar nestes locais, por exemplo. Este projeto funcionou até julho de 1976, ano no qual logrou cobrir mais de 20 distritos ao longo de todo território indiano, dentre eles estão Andhra Pradesh, Bihar, Karnataka, Madhya Pradesh, Orissa e Rajasthan (ISRO, 2022g; MOLTZ, 2012).

Outro experimento com início em 1975 foi o Projeto de Comunicações Kheda (KCP, sigla em inglês), com o intuito de promover a comunicação local ao longo do distrito de Kheda e, conseqüentemente, seu desenvolvimento. O *hardware* do KCP resumia-se em um transmissor de baixa potência situado na vila de Piji, conectado a dois outros locais: a um estúdio local em Doordarshan e a uma estação terrestre de satélite em Ahmedabad. Os resultados deste projeto mostraram-se extremamente satisfatórios ao promover o desenvolvimento rural e social local, tanto que, em 1984, o KCP ganhou o prêmio UNESCO-IPDC (Programa Internacional para o Desenvolvimento da Comunicação) (INDIA NETZONE, 2014).

O projeto seguinte ocorreu entre 1977 a 1979, em conjunto com o Departamento de Correios e Telégrafos (P&T, sigla em inglês) e a ISRO, utilizando satélites franco-alemães *Symphonie* e desenvolvendo o Projeto de Experimentos de Telecomunicações por Satélite (STEP, sigla em inglês). Em síntese, o STEP objetivava:

[...] fornecer um teste de sistema de uso de satélites geossíncronos para comunicações domésticas, aprimorar as capacidades e experiência no projeto, fabricação, instalação, operação e manutenção de várias instalações do segmento terrestre e construir a competência indígena necessária para o sistema operacional de satélite doméstico, o INSAT, para o país (ISRO, 2022g, § 28-31, tradução nossa⁵⁰).

Em junho de 1979, o país obteve sucesso novamente ao lançar o satélite experimental de sensoriamento remoto, *Bhaskhara-1*, desta vez com o auxílio soviético através da estação de lançamentos de Volgogrado. As imagens que foram fornecidas por este satélite auxiliaram nos

⁵⁰ **No original:** “[...] STEP was aimed to provide a system test of using geosynchronous satellites for domestic communications, enhance capabilities and experience in the design, manufacture, installation, operation and maintenance of various ground segment facilities and build up requisite indigenous competence for the proposed operational domestic satellite system, INSAT, for the country (ISRO, 2022g, § 28-31).”

estudos de hidrologia, sobre as florestas, além de pesquisas na área de oceanografia. A década de 1980 tornou-se um marco para a nação indiana. Isto porque representou o momento em que subiu mais um degrau da pirâmide tecnológica espacial, ao lançar com êxito o satélite *Rohini* (RS-1), utilizando um veículo lançador inteiramente produzido em território nacional; assim como, o SLV-3 (*Satellite Launch Vehicle-3*), um veículo sólido de quatro estágios, com capacidade de colocar cargas úteis em órbita LEO. Em maio de 1981 a ISRO lança o *Rohini-2*, contendo um pequeno sistema de imagem em estado sólido (ISRO, 2022c; ISRO, 2022s).

Utilizando tecnologia derivada do SLV-3 e contando com o auxílio da França, em 19 de julho de 1981 é lançado o Experimento de Carga Útil de Passageiro Ariane (APPLE, sigla em inglês), um satélite de comunicação geoestacionária experimental com um transponder de banda-C, através do veículo de lançamento Ariane da ESA, na Guiana Francesa. O APPLE proporcionou à Índia certa noção em relação aos satélites de comunicação geoestacionários (MOLTZ, 2012).

A relação bilateral entre a Índia e os EUA experienciou relativa deterioração, especialmente após os primeiros anos do governo de Jimmy Carter (1977-1981), e por conta de determinados fatores, como o apoio estadunidense ao Paquistão, mas, essencialmente devido ao retorno de Indira Ghandi (1980-1984) ao poder, que buscava um maior alinhamento com a URSS. Entrementes, a cooperação bilateral indo-soviética mostrava-se crescente a ponto de o governo indiano aceitar a oferta soviética para treinar um astronauta indiano e o mesmo voar a bordo da *Salyut 7*, a estação espacial soviética. Em 03 de abril de 1984, através do *Soyuz T-11*, foi lançado ao espaço sideral o primeiro astronauta indiano, Rakesh Sharma. Em órbita, os estudos de Sharma giravam em torno de processamento de materiais e observação do território indiano; a missão teve duração de quase 8 dias.

O Veículo de Lançamento de Satélite Aumentado (ASLV, sigla em inglês) passou a ser desenvolvido ao longo da década de 1980, projetando a colocação de cargas em órbita LEO, tendo seu esboço com base no SLV. Contendo um conjunto de cinco estágios, os testes do ASLV estenderam-se de 1987 até 1994, sendo que dos quatro lançamentos, apenas um foi bem-sucedido. A ambição indiana de aperfeiçoar-se em diversos projetos, em contraste com um orçamento espacial insuficiente para dar continuidade ao ASLV e ao PSLV, resultou na conclusão do projeto ASLV após o último lançamento em 1994 (ISRO, 2022b).

No que tange ao imperativo da cooperação entre Índia e países do sul global, cabe destacar a parceria entre os países do IBAS (Índia, Brasil e África do Sul) para o desenvolvimento de satélites, sendo um ativo espacial voltado para os estudos climáticos e outro para a observação terrestre. O projeto de criar um satélite em conjunto, o *IBASsat*, estava em

discussão desde 2008 e novamente em 2009, ao longo de um seminário “Espaço e Astronomia”, na África do Sul. Esse encontro “determinou não apenas o interesse científico de criar um sistema de satélite para monitorar o clima espacial, mas também importantes implicações práticas devido à sua influência em sistemas de navegação por satélite, linhas de transmissão de energia e links de telecomunicações” (INFOESPACIAL, 2012, § 21-24, tradução nossa⁵¹).

Na cúpula do IBAS de 2010, que ocorreu em Brasília – onde não houve a participação da Índia –, foi o momento em que as negociações realmente começaram sobre o projeto do satélite IBAS, assim como uma agenda de curto prazo para realização dessa missão. As estimativas iniciais seriam de lançar o primeiro satélite voltado ao clima espacial em 2012, e o segundo para observação terrestre em 2014. A ideia seria construir os satélites montados em um ônibus espacial fornecido pela África do Sul, com as cargas de instrumentos do Brasil e a capacidade de lançamento seria fornecida pela Índia, através do PSLV. Ainda que esse projeto, em certa medida, indicasse o avanço dessas três nações no desenvolvimento tecnológico espacial, no âmbito IBAS a ideia do *IBASsat* não se concretizou.

No entanto, no âmbito dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), em 25 de maio de 2022 foi lançado um Comitê Conjunto do BRICS de Cooperação Espacial, com o intuito de compartilhar satélites e dados de sensoriamento remoto. No ano anterior as cinco agências espaciais assinaram um acordo de cooperação no que tange ao compartilhamento remoto de dados de satélites. A constelação de satélites conta com satélites já em órbita de cada Estado: (i) China: *GAOFEN-6* e *ZIYUAN III 02*; (ii) Brasil e China: *CBERS-4*; (iii) Rússia: *KANOPUS-V*; (iv) Índia: *RESOURCESAT-2* e *2A* (ZHE, 2022).

Cada uma das nações do BRICS – com exceção da Rússia, que herdou boa parte do *know-how* espacial da URSS – investe e desenvolve tecnologia espacial, mesmo que sejam em níveis diferentes quando comparados, como por exemplo, o Brasil e a Índia. O avanço desses Estados no setor espacial, nas últimas décadas, permite a “construção de uma parceria sustentável no campo das atividades espaciais, que contribua efetivamente para o desenvolvimento sustentável dos países do BRICS” (MACHADO, 2014; RIBEIRO & VASCONCELLOS, 2017; BRICS, 2022, § 17-18, tradução nossa⁵²).

⁵¹ **No original:** “se determine el interés no sólo científico de crear un sistema satelital de monitorización del clima espacial, sino también sus importantes implicaciones prácticas por la influencia del mismo en los sistemas de navegación por satélite, las líneas de transmisión de energía y los enlaces de telecomunicaciones.” (INFOESPACIAL, 2012, § 21-24).

⁵² **No original:** “(...) building a sustainable partnership in the field of space activities, which would effectively contribute to the sustainable development of the BRICS countries.” (BRICS, 2022, § 17-18).

Subsequente, a Índia realizou um rápido progresso na arena espacial entre meados de 1960 até o final da década de 1980, lançando diversos satélites de observação terrestre, meteorológicos ou mesmo de navegação em diferentes órbitas para inúmeras finalidades. Um estudo mais detalhado sobre as capacidades e satélites lançados pela Índia ao espaço sideral será realizado na próxima seção.

3.2 CAPACIDADES ESPACIAIS E SATÉLITES INDIANOS

Conforme o espaço sideral torna-se parte integral dos conflitos futuros, muitos Estados passaram a investir em capacidades baseadas no espaço como forma de realçar seus interesses securitários nacionais e regionais. A posição geopolítica da Índia (mapa 1), e seu histórico de divergências com dois Estados nucleares do Sul da Ásia – China e Paquistão – reverbera no produto final e na aplicação dada à tecnologia espacial. A análise conduzida nesta seção toma como ponto de partida a chamada fase operacional do programa espacial nacional. Para tal, serão examinadas as diferentes dimensões do PEI, desde a localização estratégica das bases de lançamento, passando pelos veículos lançadores, até os ativos espaciais atuais divididos por segmento.

À medida que todos os grandes componentes dos programas espaciais desenvolvidos ao longo dos anos 1980, já haviam sido testados, o PEI possuía *know-how* o suficiente para empregar a tecnologia espacial como uma ferramenta para o desenvolvimento socioeconômico do país. Logo, como destaca Aliberti (2018), a Índia desenvolveu dois sistemas de infraestrutura espacial, sendo eles:

- a. O sistema multifuncional, Satélite Nacional Indiano (INSAT, sigla em inglês), tendo como finalidade o emprego em meteorologia, radiodifusão e comunicação;
- b. O sistema de observação terrestre, Sensoriamento Remoto Indiano (IRS, sigla em inglês).

A série INSAT-2, composta por quatro satélites geoestacionários, contou com uma carga útil de comunicação, com diversos outros serviços. Seu diferencial, contudo, consistia na adição de um radiômetro de alta resolução (VHRR, sigla em inglês), que captaria imagens com alta precisão. Coletar dados meteorológicos fazia parte das funções destes satélites igualmente. O INSAT-2A foi lançado com sucesso no dia 10 de julho de 1992, enquanto o INSAT-2B entrou em órbita em 23 de julho de 1993 (UNOOSA, 2022).

A demanda de capacidade por *transponder* aumentou rapidamente, tanto o satélite 2A, quanto o 2B, designados como apenas testes e não planejados para se tornarem operacionais, induziu a ISRO a planejar o desenvolvimento do INSAT-2C e o INSAT-2D. A mesma estratégia foi adotada com a série INSAT-3, objetivando aumentar a quantidade de *transponders* disponíveis, de 70 para um pouco mais de 130 até o ano de 2002. O desenvolvimento da série seguinte, o INSAT-4, intenciona utilizar canais voltados para a telemedicina entre os hospitais e as aldeias indianas.

Em detrimento da dimensão e peso, a maioria dos satélites INSAT foram lançados mediante a parcerias com a ESA e o CNES, através dos foguetes Ariane e Ariane 5. Em suma, a série INSAT atende diversos setores importantes da economia da Índia, beneficiando toda a população indiana. O órgão que gere esse sistema é o Comitê de Coordenação do INSAT (ICC, sigla em inglês). O anexo A deste trabalho apresenta com detalhes a sequência de lançamentos da série INSAT de satélites (HARVEY et al, 2010).

Já o sistema de satélites IRS foi desenvolvido como apoio ao sistema de gestão de recursos naturais da Índia, servindo de pilar à agricultura, à geologia e à hidrologia. Projetado para pesar até 1 tonelada, o roteiro deste satélite seria “atravessar o mesmo trecho da Terra a cada 21 dias e realizar levantamentos sistemáticos da superfície da Terra”. Sendo pesado demais para o SLV, o IRS-1A foi lançado pela URSS em 1988. Com uma vida útil de seis anos, o IRS-1A gerou um mapa completo do território indiano, notando, inclusive, que os níveis florestais haviam encolhido de 14% para 11%, por exemplo (HARVEY et al., 2010, p. 173, tradução nossa⁵³).

Em 29 de agosto de 1991, entrou em órbita o IRS-1B e teve uma vida útil de apenas três anos. Todavia, durante esse período digitalizou inúmeras fotos das colheitas de café e chá – tendo sido projetado para esta finalidade. A segunda geração desse sistema de satélites, o IRS-1C, foi lançada na região espacial em 28 de dezembro de 1995. Representou um aperfeiçoamento nos quesitos de resolução e visualização estéreo, quando comparados ao 1A e o 1B, por exemplo. Em suma, a série de satélites IRS compôs a introdução do Sensor de Auto Varredura de Imagem Linear (LISS, sigla em inglês), ou seja, a partir do momento que operava através de bandas de ondas visíveis e infravermelhas utilizando scanners, era possível fornecer uma resolução de imagem de 6 m até 600 km, representando a melhor dentre todas disponíveis até o momento (HARVEY et al., 2010; ALIBERTI, 2018).

⁵³ **No original:** “cross the same stretch of Earth every 21 days and carry out systematic surveys of the Earth's surface.” (HARVEY et al., 2010, p. 173).

Ainda neste mesmo período foram operacionalizados os lançadores de veículos PSLV e o GSLV, ambos necessários para a implementação dos sistemas supracitados. Ainda que o ASLV fosse capaz de lançar uma carga útil de cerca de 150 kg à órbita LEO, este configura-se apenas como um ponto intermediário ao desenvolvimento de foguetes que poderiam inserir a Índia no quadro de nações espaciais que seriam capazes de posicionar seus satélites maiores inicialmente em órbita LEO, mas também em órbita GEO. Tal ambição eliminaria a dependência indiana da necessidade de utilizar lançadores estrangeiros para colocar em órbita os satélites nacionais (ISRO, 2022m; ALIBERTI, 2018).

O Veículo Lançador de Satélite Polar (PSLV) é o veículo de lançamento indiano de terceira geração, sendo quase dez vezes maior que o ASLV. O desenvolvimento do PSLV teve duração de um pouco mais de dez anos, sendo um dos pioneiros a utilizar propulsores líquidos, fazendo uma combinação de motores sólidos e líquidos. Ou seja, seus quatro estágios são divididos da seguinte forma: o primeiro e o terceiro estágios utilizam propulsores sólidos, enquanto o segundo e quarto estágios utilizam motores de combustível líquido.

A primeira tentativa de lançamento do PSLV, em 1993, falhou; contudo, a missão de 15 de outubro de 1994 foi bem-sucedida, igualando-se a outras grandes potências do SI que possuíam veículos de lançamento de satélites. Obtendo capacidade operacional completa em 1997, o PSLV envia ativos espaciais às órbitas SSO, LEO e GTO. Adquirindo o título de “cavalo de trabalho” da ISRO, até o presente momento completou com sucesso mais de 30 missões, lançando ao espaço sideral 48 satélites nacionais indianos e 209 satélites de outras nações – como Argentina, Bélgica, Canadá, Dinamarca, França, Alemanha, Indonésia, Japão, Holanda, Singapura, Coreia do Sul, Suíça e Turquia (ISRO, 2022r; ALIBERTI, 2018, p. 33).

A ISRO conta com três variantes do PSLV para atender às diferentes necessidades das missões enviadas à região espacial. O PSLV-G possui quatro etapas e é capaz de lançar uma carga com 1.678 kg para órbita SSO. É a versão padrão utilizada pela ISRO. Já o PSLV-CA não possui os seis *boosters* e conta com 400 kg a menos de propulsor utilizados pela versão padrão. Este veículo lançador é capaz de enviar uma carga útil de 1.100 kg para a órbita SSO (ISRO, 2022r).

A última variação, o PSLV-XL, consiste na versão mais atual do PSLV. A capacidade desta versão é de uma carga de 1.800 kg – devido ao tamanho do motor utilizado neste veículo ser maior, conseqüentemente possui maior capacidade de carga que as outras versões –, tendo como destino a órbita SSO. A primeira missão que a ISRO utilizou este tipo de lançador foi em 22 de outubro de 2008, colocando em órbita *Chandrayaan-1*, a missão não tripulada à Lua. E em seguida, conduziu com sucesso a Missão Orbital de Marte, também conhecida como

Mangalyaan. Esta segunda missão simboliza um grande marco geopolítico, uma vez que foi a primeira nação da Ásia a realizar uma missão bem-sucedida a Marte e com um custo baixo de cerca de US \$74 milhões de dólares (GOSWAMI, GARRETSON, 2020; ISRO, 2022r).

A introdução do PSLV às capacidades indianas marcou positivamente o avanço do programa espacial nacional. Contudo, a dependência do PEI à tecnologia estrangeira para lançar ativos espaciais à órbita GEO ainda se fazia presente, especialmente se a nação quisesse colocar em órbita qualquer satélite de comunicação da série INSAT. Ademais, estimava-se em uma redução de custos significativa de Rs2.66 bn (€56.6m) para cerca de Rs883m (€18.8m), uma vez levando em conta que o sítio de lançamento em Sriharikota encontra-se próximo à linha do Equador (HARVEY et al, 2010).

A partir deste ponto, no final da década de 1980, deu-se início ao desenvolvimento de um novo veículo de lançamento de satélites, o Veículo Lançador de Satélite Geossíncrono (GSLV). O projeto inicial para o GSLV consistia em uma performance em três estágios (sólido-líquido-criogênico⁵⁴). Porém, de acordo com os engenheiros da ISRO, levaria quase duas décadas para aperfeiçoarem seus conhecimentos sobre a tecnologia criogênica, por mais que fosse representar um grande marco tecnológico e político para a Índia. A solução adotada pelo governo indiano foi tentar conseguir tal tecnologia com outro Estado. Conforme destaca Aliberti (2018),

As negociações começaram em 1987 com a empresa francesa Snecma (agora Safran) – uma parceira histórica e, portanto, natural da ISRO – e com a US General Dynamics Corporation, mas em ambos os casos o custo da transferência de tecnologia se mostrou proibitivo. Em 1988, a ISRO se aliou à agência comercial soviética Glavkosmos, que ofereceu a transferência de tecnologia criogênica a um preço muito competitivo (apenas ₹ 2,35 bilhões de crores, então € 188 milhões). A ISRO e a Glavkosmos formalizaram o acordo de transferência de tecnologia em junho de 1991, segundo o qual a URSS entregaria dois motores criogênicos KVD-1 e tecnologia associada até 1995 (ALIBERTI, 2018, p. 34, tradução nossa⁵⁵).

A reação internacional deste acordo entre a Índia e a URSS surgiu alguns meses depois através de uma declaração dos EUA indicando que o acordo indo-soviético violava o regime de controle de tecnologias de mísseis, o MTCR. Os signatários deste regime “começaram a impor embargos até mesmo a pequenos componentes que tinham a mais remota possibilidade de

⁵⁴ Os propulsores criogênicos consistem na presença de oxigênio líquido e hidrogênio líquido. Ambas são substâncias perigosas que necessitam de instalações e manuseio corretos.

⁵⁵ **No original:** “Negotiations began in 1987 with the French company Snecma (now Safran) – a historic and hence natural partner for ISRO – and with the US General Dynamics Corporation, but in both cases, the cost of the technology transfer proved prohibitive. In 1988, ISRO thus sided with the Soviet commercial agency Glavkosmos, which offered the transfer of cryogenic technology at a very competitive price (just ₹2.35 billion crores, then €188 million). ISRO and Glavkosmos formalised the technology transfer agreement in June 1991, under which the USSR would deliver two KVD-1 cryogenic engines and associated technology by 1995.” (ALIBERTI, 2018, p. 34).

serem usados para fabricar mísseis” (ARAVAMUDAN, ARAVAMUDAN, 2017, p. 137, tradução nossa⁵⁶).

Independentemente dos protestos do presidente soviético, Mikhail Gorbachev (1988-1991), e do PM indiano, Narasimha Rao (1991-1996), ao longo dos dois anos seguintes o governo estadunidense impôs uma proibição na exportação e importação de diversos componentes, rescindiram os contratos que já haviam sido firmados e impediram que quaisquer novos contratos fossem assinados com a ISRO e com a Glavkosmos. Mesmo que o processo de desenvolvimento de componentes já existisse nacionalmente, as implicações destas medidas afetariam diretamente os projetos espaciais indianos. O INSAT seria um grande exemplo disso, uma vez que a Índia, naquele período, já estava completamente dependente destes sistemas de comunicação por satélites (ARAVAMUDAN, ARAVAMUDAN, 2017).

Apesar dos benefícios colhidos pela cooperação espacial internacional, o sucessor de Gorbachev, Boris Yeltsin (1991-1999), acabou sucumbindo à pressão do governo estadunidense. Acordou-se que entre a Glavkosmos e a ISRO haveria apenas a venda de motores criogênicos qualificados, optando por não transferir nenhuma tecnologia à Índia. Além disso, a ISRO via-se com diversos impasses, como o caso de espionagem à organização espacial por parte do cientista Nambi Narayanan⁵⁷, a dissolução da URSS – que teve forte impacto no programa do motor criogênico –, e os diversos embargos impostos por Washington.

O retrocesso no quadro de assistência internacional, característico das primeiras décadas do programa espacial indiano, surgiu como uma resposta direta ao avanço do programa nuclear de Nova Delhi. Somado à reação dos outros Estados, surgia no âmbito doméstico uma instabilidade nos setores econômico e social. Observa Aliberti (2018) que essa recessão seria

[...] em certo sentido, o subproduto inevitável do modelo socialista liderado pelo Estado da Índia. Com efeito, a crença generalizada de Ghandi na autoconfiança e no socialismo nehruviano deixou a economia da Índia fraca e mal equipada para lidar com as tendências incipientes da globalização, resultando em estagnação econômica e isolacionismo (ALIBERTI, 2018, p. 29, tradução nossa⁵⁸).

⁵⁶ **No original:** “started imposing embargoes even on small components that had even the remotest possibility of being used for making missiles.” (ARAVAMUDAN, ARAVAMUDAN, 2017, p. 137).

⁵⁷ O Nambi Narayanan era o cientista sênior a cargo do projeto de desenvolvimento do GSLV e um dos melhores engenheiros indianos. Por possuir experiência com a questão de transferência de tecnologia, Narayanan havia sido convocado para trabalhar no projeto de transferência de tecnologia criogênica entre os soviéticos e os indianos. Contudo, surgiu a acusação de que o mesmo teria repassado documentos secretos acerca da tecnologia criogênica a espiões situados no Paquistão. Após 24 anos, Narayanan livrou-se das acusações e limpou seu nome (THE HINDU, 2018, 2021).

⁵⁸ **No original:** “[...] which in a sense were the inevitable by-product of India’s state-led socialist model. In effect, the widespread Gandhian belief in self-reliance and Nehruvian socialism had left India’s economy weak and ill-equipped to deal with the incipient globalisation tendencies, resulting instead in economic stagnation and isolationism.” (ALIBERTI, 2018, p. 29).

A estratégia para evitar ainda mais o retrocesso surgiu a partir do mandato do PM Narasimha Rao, que introduziu diversas reformas econômicas, como a privatização de inúmeras empresas estatais, ou mesmo o corte de gastos do Estado. Tais ações impactaram o programa espacial, tanto que “o impulso dessas reformas colocou uma nova ênfase na privatização de tecnologias desenvolvidas pela ISRO, levando o Departamento de Espaço a criar a *Antrix Corporation* para esse fim em setembro de 1992” (MOLTZ, 2012, p. 121, tradução nossa⁵⁹).

Em 28 de março de 2001 foi o primeiro teste de lançamento do GSLV, utilizando componentes já testados e adaptados do PSLV na forma do impulsor sólido S125 e S139, além do motor de combustível líquido *Vikas* – baseado no motor do foguete francês Viking. Através do Centro Espacial de Satish Dhawan. Não foi um lançamento perfeito, em certo momento o foguete ficou em chamas, que apagaram na sequência, com o fim do combustível antes do previsto. Mesmo com as imprevisibilidades, o satélite dessa missão (GSAT-1) terminou em uma órbita de 23 horas. Isso significa que o lançamento foi um sucesso, enquanto a missão GSLV-D1 pode ser considerada um fracasso. Em 8 de maio de 2003 ocorreu a segunda tentativa de lançamento do GSLV-D2, levando ao espaço sideral um satélite mais pesado que o anterior, em órbita GTO (HARVEY et al, 2010).

A dependência da ISRO pela tecnologia criogênica russa acarretou a necessidade de a Índia desenvolver tal tecnologia, levando em conta algumas vantagens, como: (i) ser crucial para o avanço do PEI; (ii) ser mais leve, o que o torna mais econômico; (iii) caracterizar-se com uma tecnologia limpa e não causar poluição; e, (iv) mitiga a dependência da Índia de obter tecnologia criogênica de um número pequeno de Estados que a possuem – apenas EUA, Rússia, França, Japão e China possuíam tecnologia criogênica. Os testes de motor criogênico começaram em 2003 pela ISRO, sendo que o primeiro voo bem sucedido ocorreu em 2014 (RIBEIRO, 2019; TANDON, 2021).

Ao decorrer do curso do desenvolvimento do GSLV foram desenvolvidas variações de sua configuração. Os que utilizam a tecnologia criogênica russa são denominados GSLV Mk-I ou apenas GSLV. Já os que inseriram em sua configuração a tecnologia criogênica desenvolvida nacionalmente é reconhecida como GSLV Mk-II. Entre as 14 missões realizadas por ambos os lançadores de satélites, apenas quatro delas não foram bem-sucedidas.

A última versão, o GSLV Mk-III foi projetado para transportar duas vezes mais a capacidade do Mk-II. A configuração deste veículo contém dois propulsores sólidos (S200),

⁵⁹ **No original:** “the thrust of these reforms placed a new emphasis on privatising technologies developed by ISRO, leading the Department of Space to create the Antrix Corporation for this purpose in September 1992” (MOLTZ, 2012, p. 121).

um propulsor líquido central (L110) e um estágio superior criogênico (C25), podendo enviar à órbita GTO cerca de 4 toneladas de carga útil e à órbita LEO por volta de 10 toneladas. Em 05 de junho de 2017, ocorreu o primeiro voo bem-sucedido do GSLV Mk-III da SDSC SHAR, colocando em órbita o satélite GSAT-19 em órbita GTO (ISRO, 2022k). A partir desse avanço tecnológico, a Índia agora tem capacidade de lançar satélites em todas as órbitas.

Um dos mais importantes lançamentos realizados pelo GSLV Mk-III ocorreu em 22 de julho de 2019, colocando em órbita a espaçonave *Chandrayaan-2*, marcando um avanço significativo do programa espacial nacional da Índia. Essa missão teve como destino a órbita lunar – fato este, tendo ocorrido no dia 20 de agosto do mesmo ano. Os objetivos desta exploração voltam-se aos estudos de topografia, mapeamento de minerais e moléculas de água, além de estudar a origem e evolução da Lua (ISRO, 2022q). A figura 6 – e seu respectivo quadro 4 – ilustra comparativamente todos os veículos lançadores desenvolvidos pela Índia ao longo de seu histórico espacial, bem como suas propriedades e particularidades.

Figura 6 – Tipos de Veículos Lançadores da Índia



Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em ISRO (2022m).

Quadro 4 – Propriedades dos Veículos Lançadores da Índia

Descrição	SLV-3	ASLV	PSLV-XL	GSLV Mk II	GSLV Mk III
Altura	22.7m	23.5m	44m	49m	43.4m
Peso de decolagem	17 t	39 t	320 t	414 t	640 t
Propulsão	Sólido	Sólido	Sólido e líquido	Sólido, líquido e criogênico	Sólido, líquido e criogênico
Massa de carga	40 kg	150 kg	1.860 kg	2.200 kg	4.000 kg
Órbita	LEO	LEO	SSO (475 km) / GTO (1.300km)	GTO	GTO

Fonte: Adaptado de ISRO (2022m).

Atualmente existem dois projetos de veículos de lançamento que merecem destaque. O primeiro deles é o Veículo de Lançamento Reutilizável-Demonstrador de Tecnologia (RLV-TD, sigla em inglês). A ideia do RLV-TD configura-se combinando a aparência de uma aeronave e um veículo lançador de satélites, tendo sido elaborado para “avaliar várias tecnologias, nomeadamente, o voo hipersônico, pouso autônomo e voo de cruzeiro motorizado”. O primeiro teste deste veículo lançador ocorreu através do SDSC SHAR, no dia 23 de maio de 2016, mostrando-se bem-sucedido validando todas as tecnologias utilizadas, como orientação e controle e navegação autônoma, por exemplo (ISRO, 2016, § 6-7, tradução nossa⁶⁰). Neste mesmo ano, foi realizado o teste da missão *Scramjet Engine* (TD), também através do SDSC SHAR. De modo simplificado, e para melhor entendimento, destaca-se a explicação ilustrada pela ISRO, em que:

[a partir deste teste as] tecnologias críticas como a ignição de motores de respiração de ar em velocidade supersônica, segurando a chama em velocidade supersônica, mecanismo de admissão de ar e sistemas de injeção de combustível foram demonstrados com sucesso. O motor Scramjet projetado pela ISRO usa hidrogênio como combustível e oxigênio do ar atmosférico como o oxidante. O teste de 28 de agosto foi o teste experimental de curta duração do motor Scramjet da ISRO com um voo hipersônico em Mach 6. O Veículo de Tecnologia Avançada (ATV) da ISRO, que é um foguete avançado, foi o propulsor de foguetes sólidos usado para este teste recente de motores Scramjet em condições supersônicas (ISRO, 2016a, 20221, § 44-50, tradução nossa⁶¹).

⁶⁰ **No original:** “to evaluate various technologies, namely, hypersonic flight, autonomous landing and powered cruise flight” (ISRO, 2016, § 6-7).

⁶¹ **No original:** “critical technologies such as ignition of air breathing engines at supersonic speed, holding the flame at supersonic speed, air intake mechanism and fuel injection systems have been successfully demonstrated. The Scramjet engine designed by ISRO uses Hydrogen as fuel and the Oxygen from the atmospheric air as the oxidiser. The August 28 test was the maiden short duration experimental test of ISRO’s Scramjet engine with a hypersonic flight at Mach 6. ISRO’s Advanced Technology Vehicle (ATV), which is an advanced sounding rocket,

Ao contrário do ciclo de vida único presente na maioria dos veículos lançadores multi-estágios da Índia – SLV, ASLV, PSLV, GSLV –, os projetos para o desenvolvimento e utilização de veículos lançadores, que possibilitem a reutilização, mostra-se vantajoso. Os custos de produção diminuiriam consideravelmente e, conseqüentemente, as missões para colocação de satélites na região espacial tornam-se cada vez mais atrativas, não apenas para potências espaciais maduras, como também para nações que ambicionam desenvolver suas próprias capacidades espaciais.

Entretanto, apesar dos benefícios que um Estado pode adquirir desenvolvendo tal tecnologia reutilizável, no caso da Índia, a ISRO enfrenta certos empecilhos, especialmente no que tange a produção de um motor Scramjet, como, por exemplo, o combustor supersônico ou mesmo a elaboração de materiais que resistam às altas temperaturas. Até o presente momento, Nova Delhi foi a quarta nação a realizar um teste de voo de um motor Scramjet (ISRO, 20221).

A evolução indiana na arena internacional espacial converge com sua ambição de tornar-se um competidor forte neste setor. Para que isso realmente aconteça e a ISRO alcance um patamar elevado no mercado internacional de veículos lançadores, as bases de lançamento situadas no território indiano mostram-se de suma importância estratégica. Conforme ilustrado no mapa 3, a Índia conta com duas bases terrestres de lançamentos espaciais.

was the solid rocket booster used for this recent test of Scramjet engines at supersonic conditions” (ISRO, 20221, § 44-50).

Mapa 3 – Bases Terrestres de Lançamentos Espaciais da Índia



Fonte: Adaptado de GEOLOGY (2020).

Localizada em Thiruvananthapuram, no estado de Kerala, encontra-se a Estação de Lançamento de Foguetes Equatorial de Thumba (TERLS). Os principais lançamentos de foguetes realizados na TERLS são os de sondagem, como a série de satélites Rohini. Já o Centro Espacial de Satish Dhawan Sriharikota (SDSC SHAR), está situado em Sriharikota, na costa sul de Andhra Pradesh, e é responsável pelo lançamento de missões que perpassam desde questões meteorológicas, comerciais, científicas e militares, até as missões de outras potências espaciais (BOMMAKANTI, 2020).

Apesar do rendimento de ambos os sítios de lançamento beneficiar a evolução indiana e internacional no setor espacial, a falta de infraestrutura atual capaz de atender todas as missões espaciais não deve ser ignorada. Um dos pontos abordados por Bommakanti (2020) enfatiza que embora SHAR possua duas plataformas de lançamento, esta realidade mostrou-se ser o suficiente apenas quando a demanda e as próprias atividades da ISRO ainda eram limitadas.

À vista disso, a ISRO tem estudado a construção de outra base de lançamentos espacial, com o intuito de amenizar a demanda crescente de lançamentos no centro espacial em Satish, por parte do setor comercial nacional, instituições científicas ou mesmo de parceiros internacionais. Para outras nações que investem em tecnologia espacial, os lançamentos na região espacial, realizados pelo PSLV indiano, oferecem um investimento financeiro menor que se esses países fossem buscar serviços de lançamentos de outras potências espaciais.

O projeto deste segundo centro de lançamentos de ativos espaciais, conforme as medidas tomadas pelo presidente da ISRO, Kailasavadivoo Sivan (2018-2022), já teria chegado à fase final e será construído na cidade de Tuticorin, no distrito de Tamil Nadu, com um território aproximado de 2.300 acres. Um dos motivos para a escolha desta área relaciona-se com os seguintes pontos: (i) proximidade com a costa; (ii) facilidade logística; e, (iii) proximidade com a linha do Equador.

Em relação ao primeiro ponto, estar perto da costa litorânea tornariam mais práticos os lançamentos para os polos sem a necessidade de desviar do Sri Lanka, fato este, que ocorre em todos os voos lançados de SDSC SHAR. Ademais, tendo como possibilidade, inclusive, o lançamento de foguetes com cargas úteis mais pesadas. A questão logística seria devido à proximidade do Centro de Sistemas de Propulsão Líquida (LPSC, sigla em inglês), que está encarregado pela montagem dos estágios 2º e 4º dos motores para o PSLV.

O último ponto que merece ser destacado circunda uma das vantagens presentes tanto do TERLS, quanto no SDSC SHAR, que é a proximidade com a linha do Equador. Conforme abordado no capítulo anterior, estar próximo ao equador terrestre provê vantagens no impulso de velocidade de lançamento, além de, caso haja alguma falha na missão, fazer com que os destroços dos foguetes venham a cair no mar, em torno da Baía de Bengala e não em terra (THE WIRE, 2021; ADNAL, 2020; DUTT, 2020).

Por conseguinte, após ilustrar os veículos lançadores e as bases de lançamento, os terceiro e últimos elementos a serem abordados nesta seção serão os satélites indianos. Até o início de 2022, a ISRO já realizou 114 missões espaciais, 83 missões de lançamento (que inclui o Scramjet-TD e RLV-TD) e colocou em órbita mais de 340 satélites, de mais de 30 nações. De

acordo com os dados levantados pelo *UCS Satellite Database* (UCS, 2021), a Índia possui 61 satélites funcionais em órbita atualmente, conforme ilustrado no quadro 4.

Quadro 5 – Satélites por Segmento em Órbita da Índia

Segmentos	Propósito	Quantidade	Órbita
Civil	Desenvolvimento Tecnológico	3	LEO
Governamental	Comunicação	15	GEO
Governamental	Observação da Terra	19	LEO & GEO
Governamental	Ciência Espacial	2	LEO
Governamental	Desenvolvimento Tecnológico	2	LEO
Governamental	Navegação/Posicionamento Regional	9	GEO
Comercial	Comunicação	1	LEO
Governamental/Comercial	Comunicação	1	GEO
Militar	Comunicação	2	GEO
Militar	Observação da Terra	7	LEO

Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em UCS (2021)⁶².

A especificação das capacidades espaciais indianas do quadro acima faz-se complementar ao gráfico 5, ilustrando que 77% dos satélites em órbita da Índia são do setor governamental, 14% estão representados pelos satélites com fins militares. Em contraste, 1% dos ativos espaciais indianos representam os segmentos comercial e dual. O país conta com sete tipos diferentes de veículos espaciais, conforme ilustra a figura 7, sendo eles:

- Satélites de Comunicação:** o sistema INSAT representa o maior conjunto de satélites de comunicação doméstica da Ásia-Pacífico, possuindo 15 satélites operacionais em órbita (INSAT 3A, 3C, 4A, 4B, 4CR, e GSAT 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17 e 18);
- Satélites de Observação Terrestre:** até o presente momento, treze satélites de sensoriamento remoto estão operacionais em órbita *SSO* (*RESOURCESAT 1, 2, 2A; CARTOSAT 1, 2, 2A, 2B; RISAT 1 e 2; OCEANSAT-2; Megha-Tropiques, SARAL; e SCATSAT-1*), e quatro satélites operacionais em órbita *GEO* (INSAT-3D, 3A, 3DR e

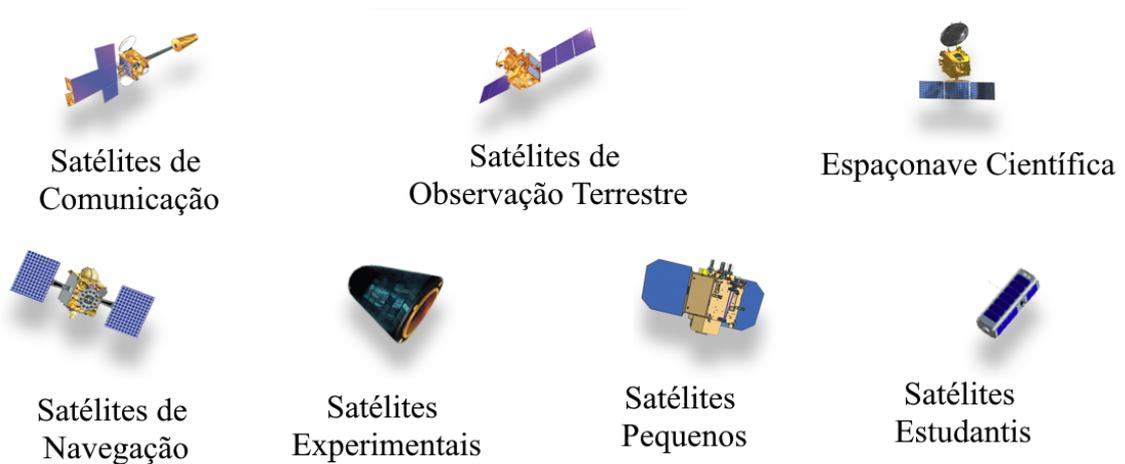
⁶² Quadro elaborado com os dados de lançamentos de satélites até 01/9/2021.

- Kalpana). Representa uma das maiores constelações de satélites de sensoriamento remoto;
- c. **Espaçonave Científica:** a Índia possui uma variedade de foguetes disponíveis para os mais variados experimentos, as missões espaciais indianas até o momento são quatro: *AstroSat*, *Mars Orbiter*, *Chandrayaan-1* e *Chandrayaan-2*;
 - d. **Satélites de Navegação:** são ativos espaciais com aplicações comerciais e estratégicas, o Sistema Regional de Navegação por Satélite da Índia (IRNSS, sigla em inglês) objetiva fornecer Serviço de Posicionamento Padrão (SPS, sigla em inglês) e Serviço Restrito (RS, sigla em inglês), possuindo até o momento oito satélites operacionais em órbita (IRNSS 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1I). Além disso, a ISRO conjuntamente com a Autoridade Aeroportuária da Índia (AAI, sigla em inglês), trabalha no sistema de Navegação Geo-Aumentada Auxiliada por GPS (GAGAN, sigla em inglês), tendo como principal objetivo fornecer dados precisos para navegação baseada em satélites para aplicações da aviação civil e tráfego aéreo ao longo do território indiano. Além disso, esse sistema será interoperável com outros Sistemas de Aumento Baseados em Satélites (SBAS, sigla em inglês) globais, provendo uma navegação precisa entre as fronteiras regionais;
 - e. **Satélites Experimentais:** com um total de nove satélites experimentais, a ISRO busca através destes testes observar, validar e demonstrar diversos pontos relacionados ao espaço sideral para a replicação desta tecnologia em missões futuras. Os ativos espaciais indianos categorizados como experimentais são: *Aryabhata* (1975), *Rohini Technology Payload* (1979), RS-1 (1980), APPLE (1981), YOUTHSAT (2011), INS-1A (2017), INS-1B (2017), INS-1C (2018) e INS-2TD (2022);
 - f. **Satélites Pequenos:** estes satélites possuem uma massa úmida⁶³ entre 100 e 500 kg, e possuem o propósito de monitorar, através de imagens, certo território em pouco tempo. Atualmente a Índia desenvolveu o Mini Satélite Indiano-1 (IMS-1), que colocou em órbita o satélite *Cartosat 2A* e o *Resourcesat 2*. O Ônibus Mini Satélite Indiano-2 (IMS-2) está em desenvolvimento e eventualmente se tornará essencial para o lançamento de ativos de sensoriamento remoto. Em parceria com a França, o primeiro lançamento do IMS-2 ocorreu em 2013 através do satélite SARAL;

⁶³ Este trabalho compreende que o conceito de massa úmida (mass ratio, em inglês), dentro da engenharia aeroespacial, representa a medida de eficiência de um foguete. Ou seja, a massa úmida representa a configuração veículo-conteúdo-propulsor, ao contrário da massa seca que seria apenas veículo-conteúdo.

- g. **Satélites Estudantis:** diversas instituições e universidades passaram a demonstrar interesse nas atividades espaciais após a missão lunar em 2008, tanto que entre o período de 2009 a 2022, um total de 13 satélites encontram-se operacionais na região espacial.

Figura 7 – Satélites da Índia por Segmento



Fonte: Adaptado de ISRO (2022w).

Em consideração ao que fora exposto, torna-se necessário explorar brevemente a crescente importância de um dos sistemas espaciais citados, o IRNSS ou, como também é conhecido, o sistema de Navegação com Constelação Indiana (NavIC, sigla em inglês). Conclui-se que, um dos possíveis motivos para a criação desse sistema foi, em parte, porque:

O acesso a sistemas de satélites de navegação globais controlados por governos estrangeiros não é garantido em situações hostis, como aconteceu com os militares indianos em 1999, quando os Estados Unidos negaram o pedido indiano de dados do Sistema de Posicionamento Global (GPS) da região de Kargil. A Índia poderia ter acesso a informações vitais se os EUA tivessem compartilhado seu GPS. Portanto, o governo indiano aprovou o projeto [do NavIC] em 2013. (...) Uma rede de 21 estações de alcance em todo país forneceria dados para a determinação orbital dos satélites e monitoramento do sinal de navegação. Enquanto três satélites estão na órbita geoestacionária no Oceano Índico, sua localização em posições em baixa altitude facilitaria satélites de baixa inclinação (RANA, 2022, § 8-15, tradução nossa⁶⁴, grifo nosso).

⁶⁴ **No original:** “access to foreign government-controlled global navigation satellite systems is not guaranteed in hostile situations, as happened to the Indian military in 1999 when the United States denied the Indian request for Global Positioning System (GPS) data Kargil region. India could have had access to vital information had the US shared its GPS. Therefore, the Indian Government approved the project in 2013. (...) A network of 21 ranging stations across the country would provide data for the orbital determination of the satellites and monitoring the navigation signal. While three satellites are in the geostationary orbit of the Indian Ocean, their location in low altitude positions would facilitate low-inclination satellites (RANA, 2022, § 8-15).

O investimento total do NavIC, levando em conta o segmento terrestre e os satélites, custou inicialmente cerca de US \$189 milhões de dólares. Entretanto, devido a certos defeitos em alguns dos satélites, esse orçamento foi atualizado para um total de US \$298 milhões de dólares. Ao contrário do GPS, que possui 31 satélites geossíncronos, o NavIC possui satélites geossíncronos e geoestacionários, em duas bandas de frequências diferentes (L5 e S), buscando melhores níveis de precisão ao sistema (RANA, 2022). Conforme destaca Ribeiro (2019):

O NavIC é um sistema de posicionamento de uso dual encriptado para uso de agências governamentais e das forças armadas. Em seu primeiro estágio, o sistema tem uma resolução de cinco metros e se estende para cerca de 1.500 km além das fronteiras indianas. Projeta-se que o segundo estágio do NavIC terá uma constelação de onze satélites e já existem estudos da ISRO para a terceira fase, que seria um sistema global de 24 satélites (RIBEIRO, 2019, p. 304).

Além disso, os veículos comerciais indianos precisam ter rastreadores baseados no NavIC – especialmente os registrados após abril de 2019 –, assim como diversas empresas de telefonia móvel têm investido nesses serviços. Em 2019, a *Qualcomm Technologies Inc.*, subsidiária da *Qualcomm Incorporated*, firmou um acordo em conjunto com a ISRO, dando suporte ao sistema de navegação por satélite regional NavIC, em plataformas de chips seletos de todo o portfólio da empresa. O NavIC representa uma das formas de usufruir da tecnologia espacial para o desenvolvimento nacional indiano, e tornou-se disponível em todos os dispositivos móveis em 2020. A empresa lançou três chipsets com suporte ao NavIC (Snapdragon 720G, Snapdragon 662 e Snapdragon 460) (COZZENS, 2020; QUALCOMM, 2019).

O NavIC foi desenvolvido com o intuito da Índia possuir um sistema independente de navegação por satélite, descartando a dependência de outros sistemas estrangeiros para serviços de navegação – especialmente para o setor estratégico. Logo, possui três diferenças quando comparado ao sistema GAGAN: (i) é um sistema de navegação independente autônomo; (ii) não fornece informações de integridade; e, (iii) não suporta operações de segurança da vida.

Nota-se que as capacidades espaciais da Índia e, conseqüentemente seu programa espacial, desde a década de 1960 até a atualidade, foram influenciados e motivados devido a diversas circunstâncias políticas, econômicas e securitárias. Tal questão fez-se cada vez mais presente na agenda da ISRO e seus projetos. Como resultado, o PEI, conforme evidencia Misty (1998, p. 162, tradução nossa⁶⁵), de certa forma contribuiu com o fortalecimento do prestígio da Índia internacionalmente, assim como, nacionalmente, no qual “as implantações e lançamentos de satélites bem-sucedidos funcionam como impulsionadores da moral nacional”.

⁶⁵ **No original:** “successful satellite deployments and launches function as national morale boosters” (MISTY, 1998, p. 162).

3.3 CONCLUSÕES PARCIAIS

Os estágios de evolução da Índia como potência espacial se deram de forma acelerada, em comparação com outras potências espaciais asiáticas. A grande influência de Sarabhai no rumo dado ao PEI – ao investir massivamente em P&D com o intuito de mitigar os problemas socioeconômicos da Índia –, conjuntamente com a cooperação tecnológica espacial com outras potências espaciais mais maduras, como a França, a antiga URSS ou mesmo os EUA, foram fatores decisivos para o progresso indiano no setor espacial.

Sendo assim, a partir das primeiras décadas de Nova Delhi como potência espacial, entende-se que o caminho inicial da Índia para a região espacial deu-se exclusivamente buscando concretizar os objetivos civis, ao contrário do que se observa em outros Estados, como EUA, URSS ou mesmo a China. Ao mesmo tempo, a posição do governo indiano em não se alinhar com nenhuma grande potência durante a Guerra Fria foi essencial para a consolidação das capacidades espaciais indianas em menos tempo.

A busca por autossuficiência espacial e capacidade de produzir e utilizar seus próprios satélites e lançadores espaciais – possibilitando que a Índia explorasse o espaço sideral e o utilizasse sem a chance de sofrer pressão por parte de outras potências espaciais –, fez-se presente entre as metas da ISRO. Logo, as séries de satélite INSAT e IRS, desenvolvidas na década de 1980, tornaram-se um dos maiores sistemas de comunicação e sensoriamento remoto, respectivamente, a partir da intenção de evoluir de capacidades mais básicas para mais avançadas.

A mudança gradual de Nova Delhi de mais uma nação situada na base da pirâmide tecnológica espacial, para uma potência espacial com capacidade de lançamento e com projetos para realizar uma missão tripulada para o espaço sideral –, representa também o progresso espacial da Índia. Ademais, a ISRO cada vez mais tem conduzido os lançamentos espaciais para outros Estados, devido à sua posição estratégica vantajosa (proximidade com a linha do equador), mas também por suas missões apresentarem custos mais baixos comparados às outras potências espaciais.

De fato, as ambições da Índia para com o espaço sideral foram amadurecendo assim como seu programa espacial. Outro exemplo ilustrado ao longo deste capítulo foram as missões interplanetárias, inicialmente voltadas à Lua através do Chandrayaan-1 e 2. Entretanto, muitos dos planos indianos para a região espacial enfrentaram múltiplos desafios, fossem eles internos – através de crises sociais e econômicas –, ou externos – fortalecidos, especialmente, devido ao

aperfeiçoamento nacional em tecnologias que possuem um perfil dual, sofrendo represálias de outros Estados.

Por razões políticas diversas e disputas de interesse (que levaram a Índia a investir em tecnologias espaciais para fins militares) verifica-se certas mudanças na geopolítica regional e internacional que conduziram a uma gradativa alteração do foco estritamente civil do PEI para sua maior militarização. Tal alteração na conduta de Nova Delhi voltada ao espaço sideral, se dá, conforme mencionado anteriormente, devido às novas dinâmicas de segurança regional.

Servindo como incentivo tanto para as lideranças políticas, como científicas, para investir em tecnologia espacial como um meio de garantir sua segurança nacional, seus satélites e veículos lançadores possuem dualidade em suas aplicações, podendo servir aos propósitos civis, mas também aos objetivos militares e estratégicos. Por essa razão, compreender se há um abandono do direcionamento civil para uma maior militarização do programa espacial da Índia na atualidade torna-se de suma importância para compreender as ambições indianas, assim como, essa questão acaba reverberando entre as outras potências do SI.

4 REORIENTAÇÃO DO PROGRAMA ESPACIAL INDIANO: DO USO CIVIL À NATUREZA DUAL

Tendo como ponto de partida a mudança dos cenários geopolíticos e securitários no que tange a utilização do espaço sideral na atualidade, este capítulo verifica se a República da Índia tem investido em capacidades voltadas para operações espaciais de defesa. Logo, a aplicação destas capacidades espaciais estaria diretamente ligada à salvaguarda dos interesses regionais e territoriais indianos, além de preservar sua infraestrutura de ativos espaciais.

Destarte, a divisão deste capítulo encontra-se organizada da seguinte forma. Inicialmente foram exploradas brevemente as transformações das capacidades espaciais na atualidade, destacando a importância da tecnologia espacial para o comando do espaço. Ademais, analisa-se quais são as tecnologias espaciais com fins militares e em que ponto tais ativos afetam a discussão entre militarização e armamentização da região espacial.

Na segunda parte são aprofundadas as mudanças da Índia como potência espacial, desde a criação da ISRO na década de 1960. Verifica-se a evolução do orçamento investido no setor espacial, da mesma forma que se analisa a existência ou não de uma política espacial desenvolvida pela Índia. Além disso, é averiguado se a Índia possui satélites militares e como o governo indiano respondeu às mudanças nas dinâmicas espaciais internacionais. Por fim, busca-se explorar se houve reorientação do PEI.

4.1 TRANSFORMAÇÕES DAS CAPACIDADES ESPACIAIS CONTEMPORÂNEAS

O suporte que o espaço sideral oferece às funções militares em comunicação, navegação e reconhecimento – sistemas estes que muitas vezes apresentam características duais – se faz internacionalmente aceito, uma vez que se entende que não viola diretamente nenhum regime internacional vigente até o momento. Tal apoio às capacidades militares acaba sendo considerado pacífico, uma vez que pode preservar a estabilidade estratégica.

Embora, conforme mencionado no capítulo 2, existam restrições para a colocação de certas tecnologias e armas na região espacial, como as cláusulas presentes no Tratado do Espaço Exterior (de 1967), ou mesmo no Arranjo Wassenaar (de 1996⁶⁶), que determinam

⁶⁶ O “Acordo de Wassenaar sobre Controles de Exportação de Armas Convencionais e Bens e Tecnologias de Dupla Utilização” surge como o sucessor do “Comitê Coordenador de Controles Multilaterais de Exportação”, também conhecido como COCOM, e é criado em julho de 1996. De acordo com Kimball, “é um regime voluntário de controle de exportação cujos 42 membros trocam informações sobre transferências de armas convencionais e bens e tecnologias de uso duplo. Por meio dessas trocas, a Wassenaar tem como objetivo promover “maior

considerações para a aplicação de tecnologia de energia nuclear no espaço sideral. Enquanto o primeiro tratado deixa clara a proibição de *armas nucleares* no espaço, não existem barreiras sobre a utilização de *energia nuclear*⁶⁷ para certas missões e operações espaciais (KLEIN, 2019).

Todavia, a crescente dependência dos sistemas espaciais militares, sua vulnerabilidade frente às capacidades de outros Estados – no que tange a interferir ou negar seu emprego –, e a complexidade das relações geopolíticas entre as nações, abre margem para a possibilidade de algum conflito terrestre escalonar ao espaço sideral. As tecnologias e, conseqüentemente, as atividades espaciais estão fortemente entrelaçadas com os interesses nacionais de cada Estado (LELE, 2016; SKINNER, 2020).

Além disso, cabe destacar que, apesar de não ter existido uma guerra que tenha ocorrido no espaço sideral, faz-se essencial ressaltar o papel da tecnologia espacial na estratégia das potências espaciais – mesmo que estejam em diferentes níveis da escada tecnológica espacial, conforme ilustrado na figura 1. O papel que a tecnologia espacial possui nos conflitos e guerras – dos mais diversos tipos – é de se configurar como um meio, ou seja, “não pode produzir [uma] vitória e sucesso completos por si só” (KLEIN, 2019, p. 59). De acordo com o argumento expresso por Klein (2019),

Mesmo que a aplicação de tecnologia, ou sistemas de armas potenciais, possa alcançar um efeito estratégico, as ações táticas e a aplicação de tecnologia – incluindo a tecnologia espacial – irão impactar, na maioria das vezes, o nível tático da guerra e, ocasionalmente, também o nível operacional (KLEIN, 2019, p. 49, tradução nossa⁶⁸).

Análoga às ideias supracitadas, Bowen (2020) reconhece a influência dos sistemas espaciais nos níveis tático, operacional e estratégico da guerra. É a partir das comunicações espaciais que guia-se os mísseis para atingir com precisão seus alvos, ou mesmo repassar direcionamentos para soldados em um campo de batalha em tempo real. Logo, foi devido ao avanço da infraestrutura espacial que os EUA obtiveram ganhos de eficiência na Guerra do Golfo de 1991; assim como, nos conflitos da Bósnia e do Kosovo ao longo da década de 1990

responsabilidade" entre seus membros nas exportações de armas e bens de uso duplo e evitar "acumulações desestabilizadoras" (KIMBALL, 2022, § 1-5, tradução nossa).

⁶⁷ A diferença entre produzir energia nuclear e produzir armas nucleares não faz parte do objetivo desta dissertação, logo não será aprofundado. Contudo, destaca-se que para a criação de ambos se utiliza a mesma tecnologia, podendo enriquecer urânio, por exemplo, a níveis baixos para criar combustível, como também a níveis altos, o que resulta na possibilidade de criar bombas nucleares. Caso um país decida enriquecer urânio 90%, seria necessário apenas um pedaço de 25 kg para construir uma bomba. Além disso, existe a opção de reprocessar as barras de combustíveis queimadas no reator, resultando, deste processo, o plutônio, que também é utilizado na fabricação de armas nucleares (CIRINCIONE, 2006).

⁶⁸ **No original:** “Even though the application of technology, or potential weapons systems, can achieve strategic effect, tactical actions and the application of technology— to include space technology—will most often impact the tactical level of war, and on occasion, the operational level as well.” (KLEIN, 2019, p. 49).

– nos quais a tecnologia espacial atuou como facilitadora e multiplicadora de forças das operações convencionais militares.

Pode-se dizer que, desde as primeiras eras espaciais, houve uma distinção entre o foco dado às atividades desenvolvidas: a primeira que englobaria os propósitos pacíficos civis e a segunda voltada aos propósitos militares. Buscar compreender o conceito de tecnologia dual mostrava-se irrelevante nas primeiras décadas da era espacial, e a razão para isso seria em função da suposição de que quem iria liderar o rumo dos programas espaciais nacionais seriam os militares e, subordinados a eles, estaria a presença dos civis (HANDBERG, 2007).

Ainda assim, o conceito de uso dual “tem como premissa uma distinção que tecnologicamente não tinha realidade, mas era considerada politicamente crítica” por conta da proliferação de WMD. Sendo assim, esta pesquisa compreende que, de acordo com Sakurai et al (2012), o conceito de tecnologia espacial dual abarca outros sistemas para além de satélites e foguetes, como as instalações de processamento de dados, por exemplo (HANDBERG, 2007, p. 356, tradução nossa⁶⁹).

A vantagem estratégica intrínseca na tecnologia espacial dual resulta na condição de superioridade em relação ao adversário, uma vez que se torna indesejável que uma nação rival alcance a paridade tecnológica. Esse tipo de tecnologia é considerada sensível, e tal noção mostra-se real ao observarmos, por exemplo, os rígidos controles de exportação sobre as tecnologias duais impostas pelos EUA⁷⁰, a fim de não diminuir sua vantagem militar. À vista disso, outro ponto a ser abordado sobre essa questão deriva da compreensão de que a exploração espacial contemporânea tem sua base na tecnologia militar e que, além disso, a região espacial tornou-se militarizada desde o início dos investimentos dos Estados no espaço sideral (SHEEHAN, 2007; PILLAI, 2016).

Em resposta à percepção dos Estados de que a natureza dual dos satélites fortalece incertezas acerca da aplicação final de seu uso – militar ofensivo e defensivo –, surgiu o debate acerca da incerteza se o espaço sideral estaria transformando-se de um “santuário pacífico” para uma região militarizada com uma tendência futura de armamentização (*weaponization*) do espaço sideral. Para Sariak (2017),

A importância da tecnologia espacial militar e do envolvimento militar no desenvolvimento dos usos do espaço sideral torna *improvável* que seja

⁶⁹ **No original:** “premised on a distinction that technologically had no reality but was considered politically critical” (HANDBERG, 2007, p. 356).

⁷⁰ O Departamento de Indústria e Segurança (BIS, sigla em inglês) pertencente ao Departamento de Comércio dos EUA é o responsável por regular a exportação de tecnologias duais (comercial, militar ou de proliferação). As licenças para a exportação fazem-se necessárias se a tecnologia afetar a “segurança nacional, política externa, fornecimento curto, não proliferação nuclear, tecnologia de mísseis, armas químicas e biológicas, estabilidade regional, controle de crimes ou preocupações terroristas” (BIS, 2020).

desmilitarizada. No entanto, a maioria percebe a relação entrelaçada entre as forças armadas do Estado e o desenvolvimento da tecnologia espacial e, portanto, reconhece que “algum uso militar do espaço é inevitável e que a *desmilitarização completa* do espaço é *irrealista*” e “potencialmente prejudicial” para o progresso [das nações] (SARIAK, 2017, p. 51, tradução nossa⁷¹, grifo nosso).

A diferença entre ambas ideias seria que, no caso da militarização do espaço, a utilização dessa região seria em suporte às operações militares nos ambientes terrestre, marítimo e aéreo – além das atividades no espaço sideral. Dispondo de infraestrutura terrestre para “aviso prévio, comunicações, comando e controle (C3), Navegação e Tempo de Posição (PNT, sigla em inglês), monitoramento, e Meios Técnicos Nacionais (NTM, sigla em inglês)”, esses ativos espaciais auxiliam nos propósitos dos Estados em relação a inteligência, vigilância e reconhecimento. Resultando no aperfeiçoamento das tecnologias supracitadas (TRIPATHI, 2013, p. 194).

Já no que tange a armamentização do espaço sideral, considera-se a implantação de armas neste local, sejam elas Terra-Espaço/Espaço-Terra/Espaço-Espaço. Também são considerados como armamentos espaciais os sistemas terrestres projetados ou usados para ataques que viajam pelo espaço para atingir seu destino final, embora não sejam colocados em órbita. Um exemplo para este caso seriam os veículos hipersônicos, que contribuem, em maior ou menor grau, com a armamentização do espaço sideral. Além disso, determinados elementos dos sistemas de defesa antimísseis também podem contribuir com este quadro, devido ao perfil dual tecnológico presente em seu planejamento (TRIPATHI, 2013, p. 193).

Uma mudança na maneira com que os Estados viriam a lidar com essa questão surgiu após o SDI proposto pelo presidente estadunidense Ronald Reagan, visto que, em certa medida, acabou mitigando a ideia de que o espaço sideral continuaria um santuário pacífico (AHMED et al, 2020). Como resposta a essa iniciativa, os vínculos presentes entre as armas nucleares e os ativos espaciais tornaram-se cada vez mais complementares. Especialmente ao observar-se a conexão entre as funções de Comando, Computadores, Comunicação, Controle, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (C4ISR, sigla em inglês)⁷² com as armas no espaço e na Terra.

⁷¹ **No original:** “The importance of military space technology and military involvement in the development of the uses of outer space makes it unlikely to be de-militarized. However, most realize the entwined relationship between state militaries and the development of space technology, and thus recognize “some military use of space is unavoidable, and that complete de-militarization of space is both unrealistic” and “potentially detrimental” for progress.” (SARIAK, 2017, p. 51).

⁷² “A ideia associada ao C4ISR é de consciência de situação, no sentido de que novas tecnologias habilitam o aperfeiçoamento dos estágios de comando e controle da guerra. (...) traz a inovação de ser um sistema de sistemas, aproximando diferentes armas, agências, serviços, plataformas, estruturas e agentes em arquiteturas integradas” (RIBEIRO, 2016, p. 1).

De acordo com Chandrashekar (2016), o SDI possibilitou a criação de inúmeras opções de sistemas de defesa contra mísseis balísticos (BMD),

[...] cada uma das quais lidava com partes da solução total do BMD. Também desencadeou ações para combater esses sistemas BMD, resultando em um interesse renovado em armas ASAT. A guerra nuclear e a guerra espacial tornaram-se assim mais conectadas. O interesse comum das superpotências em preservar o espaço como um santuário livre de armas erodiu ainda mais com essa competição renovada pelo domínio (CHANDRASHEKAR, 2016, p. 136-137, tradução nossa⁷³).

De certa forma, como aponta Tripathi (2013), duas apreensões surgem a partir desse interesse de certos Estados em possuir supremacia militar no espaço sideral. A primeira delas resultaria de uma falta de confiança na eficácia dos sistemas BMD em interceptar um míssil ICBM, e, em segundo lugar, a incerteza de como preservar os satélites que estão em órbita de ataques contra armas ASAT. À vista disso, implantar armas no espaço sideral resultaria das mudanças em que o domínio espacial é visto e utilizado para suprir as demandas de defesa e segurança nas últimas três décadas.

Diante disso, não apenas as grandes potências passaram a notar a importância do espaço sideral, como também as potências emergentes. Considera-se que os EUA, especialmente a partir da Terceira Era espacial, é uma das únicas potências que possuem o programa espacial mais robusto e, para alguns autores, o governo estadunidense inclusive possui o domínio do espaço sideral, mas como um *hegemon* benigno, a ponto de fortemente incentivar o setor comercial para um crescimento acelerado. Como resposta, outros Estados passaram a investir e desenvolver capacidades similares com o intuito de mitigar ou negar essa vantagem de Washington na região espacial (DOLMAN, 2002; HARRISON, 2020).

Este seria mais um detalhe que influencia a armamentização do espaço sideral. A partir deste panorama, torna-se necessário ilustrar o que pode ser considerado como arma espacial. Apesar de não existir uma definição universal e aceita por todas as nações do SI, Harrison (2020, p. 5, tradução nossa⁷⁴) busca verificar qual seria a melhor definição que caracteriza uma arma espacial, chegando à conclusão de que “uma arma espacial [...] origina-se no espaço ou geram efeitos no espaço”. Ou seja, armas que tem origem na Terra ou que trarão consequências ao ambiente terrestre não entram no conceito de arma espacial, por mais que transitem pelo espaço sideral, como é o caso dos ICBMs.

⁷³ **No original:** “[...] each of which dealt with parts of the total BMD solution. It also set in motion actions to counter these BMD systems, resulting in a renewed interest in ASAT weapons. Nuclear war and space war thus became more connected. The superpowers’ common interest in preserving space as a sanctuary free of weapons further eroded with this renewed competition for dominance.” (CHANDRASHEKAR, 2016, p. 136-137).

⁷⁴ **No original:** “[...] a space weapon [...] either originates in space or has effects in space” (HARRISON, 2020, p. 5).

O quadro 6 abaixo ilustra as categorias levantadas pelo autor para sustentar essa definição. A estrutura que é proposta pelo autor as divide pelos respectivos domínios em que as mesmas se originam e, conseqüentemente, desencadeiam efeitos – como observa-se nos casos de armas espaciais Terra-Espaço, Espaço-Terra e Espaço-Espaço –, como também “os meios físicos por quais esses efeitos são alcançados”, sendo estes cinéticos e não-cinéticos (HARRISON, p. 5, tradução nossa⁷⁵).

⁷⁵ **No original:** “as well as the physical means by which these effects are achieved” (HARRISON, 2020, p. 5).

Quadro 6 – Estrutura para os Tipos de Armas Espaciais

	Cinético	Não-Cinético
Terra-Espaço	Um exemplo de arma espacial que se enquadra nesta categoria é o " <i>Direct-ascent ASAT</i> ", que funciona a partir de um projétil ou ogiva (podendo ser nuclear ou convencional) disparada por um míssil no espaço sideral para atingir ou detonar nas proximidades de um satélite alvo. Os detritos que são produzidos por uma arma cinética Terra-Espaço podem afetar a vida útil de outros satélites. Esses tipos de armas cinéticas foram testados pelos EUA, Rússia, China e Índia até o momento.	As armas não-cinéticas interrompem ou degradam a capacidade dos satélites de funcionar corretamente, podendo possuir efeitos temporários ou permanentes. Seu uso, contudo, não produz detritos espaciais ou quaisquer outros tipos de danos colaterais. Essas armas podem ser colocadas em plataformas terrestres, aéreas ou marítimas e utilizadas para afetar a operação dos satélites ou dos sensores que são carregados, sem a necessidade de fazer contato físico. Alguns exemplos de armas não-cinéticas são: <i>Uplink Jammer</i> , <i>Laser Dazzler/Blinder</i> , e Ataque Cibernético. Diversas nações demonstraram possuir essas capacidades, como a Rússia, o Irã, a China, etc.
Espaço-Espaço	Uma arma cinética Espaço-Espaço tem capacidade de produzir detritos espaciais que afetam as operações seguras de outros satélites em órbitas semelhantes. Uma detonação nuclear no espaço aumentaria a exposição à radiação aos satélites, além de reduzir sua vida útil. Alguns exemplos desse tipo de arma espacial seria o " <i>Co-orbital ASAT</i> " ou mesmo um interceptador de defesa contra mísseis baseado no espaço. Para funcionar, após o lançamento de um satélite, o mesmo realiza uma manobra para interceptar o alvo, podendo atingi-lo diretamente ou a partir de uma detonação de uma ogiva (convencional ou nuclear) próximo ao alvo. A URSS testou esse tipo de arma espacial algumas vezes ao longo da Guerra Fria.	São exemplos desta categoria o " <i>Co-orbital Crosslink Jammer</i> " e o " <i>Co-orbital High-powered Microwave</i> ". As armas espaciais não-cinéticas Espaço-Espaço tem como características a utilização de um satélite em órbita que usa meios não cinéticos (como um <i>high-powered microwave</i> ou um <i>jammer</i>) com o intuito de interromper a operação de outro satélite próximo. Como efeito, o emprego deste tipo de arma espacial resulta na degradação, interrupção ou destruição completa de um satélite sem necessariamente fazer contato físico e, conseqüentemente, podendo criar detritos espaciais que podem afetar outros satélites. Até o momento desta pesquisa, não houve nenhum teste divulgado em fontes abertas de notícias.
Espaço-Terra	Enquadram-se nesta categoria as armas que são colocadas em órbita e, após receber o comando enviado pela Terra, saem de órbita e reentram na atmosfera com o intuito de atingir um alvo específico. Como efeito, este satélite pode possuir uma ogiva (convencional ou nuclear) ou utilizar a energia cinética como o elemento intensificador do ataque. E dependendo do tipo de ogiva utilizada, seriam similares a um míssil balístico terrestre no que tange a capacidade de atingir os alvos com pouco tempo de aviso. Como exemplo deste grupo de armas espaciais pode-se citar um ataque global baseado no espaço. Um projeto estadunidense da época da Guerra Fria, o " <i>Rods from God</i> ". Contudo, até o presente momento desta pesquisa não existem dados divulgados por fontes abertas de notícias acerca deste gênero de armas espaciais que tenham sido demonstradas.	Um satélite que possua uma arma não-cinética Espaço-Terra tem a capacidade de atingir forças terrestres, como uma aeronave em voo, um laser para interceptar mísseis ou mesmo um <i>jammer</i> com o intuito de interferir nos radares ou estações terrestres de satélites. Teoricamente esse tipo de arma espacial teria capacidade de atingir qualquer lugar sem aviso prévio. Alguns exemplos de armas não-cinéticas são os <i>jammer</i> de <i>downlink</i> baseados no espaço ou mesmo <i>lasers</i> de alta potência baseados no espaço. Até o presente momento desta pesquisa, esse tipo de arma espacial não foi demonstrado, por mais que os militares estadunidenses tenham considerado lasers baseados no espaço para defesa de mísseis (através do SDI, por exemplo).

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Harrison (2020, p. 6).

De acordo com os dados apresentados pelo quadro 6, de todas as categorias analisadas, em apenas três delas foram registrados dados de testes, uso operacional ou desdobramento realizados pelos Estados, são eles: cinética Terra-Espaço e Espaço-Espaço, e não-cinética Terra-Espaço. Logo, a partir dessas categorias faz-se possível compreender de que maneira os Estados interpretam o que seria uma arma espacial, além de apontar a situação contemporânea no que diz respeito ao armamento espacial (HARRISON, 2020).

Os efeitos do emprego dessas armas espaciais podem ser perceptíveis em menor (temporário) ou maior (permanente) grau, dependendo do objetivo e do meio utilizado para atacar o alvo final. Uma última observação levantada por Harrison (2020, p. 5, tradução nossa⁷⁶, grifo nosso) – e que diverge da visão de grande parte dos outros autores – seria a de que “essa estrutura ilustra que, a menos que se adote uma *definição bastante restrita* sobre armas espaciais que *exclua formas cinéticas de ataque Espaço-Espaço*, o espaço sideral já foi armamentizado”.

O debate sobre a militarização e armamentização do espaço sideral acaba sendo um produto dos acontecimentos político-militares das últimas décadas, no qual observou-se uma mudança na dinâmica securitária internacional. À vista disso, justifica-se a importância do C4ISR como suporte a guerra centrada em rede⁷⁷ – extremamente dependentes das redes de comunicação por satélites de alta velocidade com o intuito de aprimorar a consciência situacional em tempo real –, e a ampliação dos investimentos dos Estados em P&D de tecnologias espaciais, resultam na determinação das nações espaciais em adquirir o status de comando do espaço (KAMILLA, 2020).

O conceito de comando do espaço utilizado por esta pesquisa deriva das contribuições de Klein (2006) para este tópico. Conforme mencionado no início desta pesquisa, o comando do espaço pode ser exercido de três maneiras diferentes, o quadro 6 ilustra as diferenças de cada um. Em conformidade com os argumentos levantados nos capítulos anteriores acerca da crescente importância da região espacial e das motivações (figura 7) que levariam um Estado a investir em um programa espacial, o primeiro nível de comando do espaço seria através da presença. Adquirir o *status* de comando do espaço via presença levaria uma potência espacial a investir massivamente em seus ativos espaciais a ponto de aumentar seus sistemas e,

⁷⁶ **No original:** “This framework illustrates that unless one takes a rather narrow definition of space weapons that excludes space-to-space kinetic forms of attack, space has already been weaponized” (HARRISON, 2020, p. 5).

⁷⁷ Entende-se por “Guerra Centrada em Rede” como a conexão entre o comando e o campo de batalha, lidando com a tecnologia e os recursos humanos. Contudo, não é o intuito desta pesquisa aprofundar este tópico. Para tal, indica-se a leitura de: SARTI, Josiane. Aplicações Militares do Programa Espacial da Índia: As Forças Armadas e a Guerra Centrada em Rede. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Programa de Pós-Graduação da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro, p. 105, 2018.

consequentemente, conquistar um maior poder a ponto de influenciar a seu favor os regimes internacionais atuais e futuros.

Quadro 7 – Definição de Comando do Espaço

Comando do Espaço	
Níveis	Descrição
Presença	Seria obtido através da presença na região espacial, por mais que nem todos os níveis de participação e presença sejam considerados iguais. Apenas aquelas nações com os níveis mais altos de participação, logo, mais influência nessa região, tornam-se mais facilmente capazes de obter o comando do espaço via presença.
Coerção	Se difere do nível anterior porque a coerção é empregada por uma ou mais medidas não ofensivas com o intuito de mudar a opinião ou a posição sustentada por outro Estado referente a um determinado assunto. Além do âmbito militar, pode ser exercida a coerção em três outras áreas: diplomática, econômica e informacional.
Força	Esse nível seria utilizado tanto para ganhar, quanto para exercer o comando do espaço, e pertence a operações ou ativos que empregam a força. Como resultado, garante o uso de comunicações espaciais físicas e não físicas. Ademais, o comando do espaço através da força pode ser geral ou local, e temporário ou persistente.

Fonte: Elaborado pela autora, com base em Klein (2006, p. 61-68).

Pode-se citar como exemplo desta categoria – embora isso não esteja explícito – o desenvolvimento de outros sistemas globais de navegação, como uma forma a fornecer um meio independente de serviços de navegação e posicionamento, alternativo ao estadunidense GPS, como é o caso do BeiDou e do Galileo. As constelações lançadas ao espaço sideral, de ambos sistemas, exemplifica de que forma a presença na região espacial, em médio e longo prazo, pode gerar maiores níveis de influência com relação à utilização do espaço. No que diz respeito à China, por representar um terço ($\frac{1}{3}$) das nações no topo da escada tecnológica espacial, a consolidação da TSS pode gerar maiores oportunidades para o governo chinês “garantir seu acesso contínuo às Linhas Celestes de Comunicação”⁷⁸ [CLOC, sigla em inglês], a fim de atender à sua futura segurança nacional e necessidades domésticas” (KLEIN, 2006, p. 62, tradução nossa⁷⁹).

O segundo método em que se pode conquistar o comando do espaço é através da coerção. Neste, qualquer Estado, organização ou grupos buscam transformar uma posição fortemente sustentada ou mesmo uma opinião sobre determinado assunto, e para isso, utilizam-

⁷⁸ Existe uma diferença sutil entre o significado de *comunicações espaciais* e as *linhas celestes de comunicação* que é destacado por Klein, o primeiro termo “refere-se à atividade geral de comunicação para, a partir e através do espaço”, enquanto o CLOC “refere-se às rotas usadas para tal atividade” (KLEIN, 2006, p. 52).

⁷⁹ **No original:** “will enjoy greater opportunities to ensure their continued access to celestial lines of communication in order to meet their future national security and domestic needs.” (KLEIN, 2006, p. 62).

se de medidas coercitivas não ofensivas para obter um resultado que seja favorável para si. Torna-se possível adquirir o *status* de comando do espaço via coerção através de três subníveis:

- a. **Coerção diplomática:** uma nação pode coagir diplomaticamente outra através de acordos internacionais, resoluções da ONU ou mesmo pronunciamentos unilaterais referentes à conduta geral das operações no espaço sideral;
- b. **Coerção econômica:** em decorrência da importância dos ativos espaciais para a condução do comércio internacional, a coerção econômica pode emergir a partir da negação das comunicações físicas e não físicas de uma nação, como, por exemplo, ameaçar impedir o movimento de informações e dados que movimentam o comércio;
- c. **Coerção informacional:** como os ativos espaciais repassam conhecimento sobre os mais diversos tópicos, o último método de coerção busca extrair das informações adquiridas meios para pressionar líderes ou tomadores de decisão para que se posicionem a favor de determinado assunto que é contrário à sua inclinação atual. A coerção informacional pode apresentar-se favorável a quem envia a mensagem, e esses dados repassados podem variar entre algo verdadeiro, tendencioso ou falso.

O último nível que se pode adquirir o *status* de comando do espaço é através da força, que pode vir a ocorrer durante um momento de conflito entre dois Estados, por exemplo. No caso de uma guerra espacial, Klein (2006) ressalta que uma nação deve possuir como objetivo direto ou indireto garantir o comando do espaço ou encontrar meios para impedir que o inimigo o assegure. Além disso, complementa que:

Por meio do direito internacional estabelecido, o espaço sideral não pode ser submetido ao domínio ou propriedade e, conseqüentemente, o comando do espaço pela força não é equivalente ao comando exercido durante a guerra terrestre, onde as nações têm soberania e as rotas de comunicação podem ser ocupadas com exércitos. Por causa dessa diferença – juntamente com a percepção da vastidão do espaço sideral – mesmo depois de ganhar e exercer o comando pela força, é quase impossível impedir que o adversário use linhas de comunicação celeste para algum objetivo ou propósito limitado (KLEIN, 2006, p. 66, tradução nossa⁸⁰).

Por isso, o comando do espaço através da força pode ser geral ou local, além de persistente ou temporário. Entende-se que o comando geral do espaço ocorre quando uma nação inimiga não é mais capaz de representar uma ameaça contra o uso das CLOC, como também é

⁸⁰ **No original:** “Through established international law, outer space cannot be subjected to dominion or ownership, and consequently command of space through force is not equivalent to command exercised during land warfare, where nations have sovereignty and communication routes can be occupied with armies. Because of this difference – along with the realization of the vastness of outer space – even after gaining and exercising command through force, it is next to impossible to prevent one’s adversary from using celestial lines of communication for some limited objective or purpose.” (KLEIN, 2006, p. 66).

incapaz de conseguir defender suas próprias CLOC. Caso um Estado consiga isso, significaria que poderia utilizar o espaço sideral em favor do comércio nacional, serviços de informação, diplomacia ou mesmo das operações militares. Similar a essa ideia, o comando local do espaço resulta na influência de uma região menor. E, apesar de não ser o ideal, pode se mostrar vantajoso para Estados com uma menor capacidade espacial, o que pode resultar em um maior apoio político doméstico, por exemplo (KLEIN, 2006).

Com relação ao comando persistente, o fator tempo não representa mais um fator estratégico significativo para a execução da guerra espacial. Sendo assim, quando o comando é geral e persistente, pode-se entender que o adversário tem menos poder para elaborar uma ação forte o suficiente a ponto de afetar o resultado da guerra. Já quando o comando for local e persistente, intui-se que o resultado da guerra não está garantido ainda, porque as CLOC estão sendo defendidas apenas em uma região específica. No que se refere ao comando temporário, tanto o âmbito geral ou local é obtido de forma momentânea, apenas até o Estado conseguir conquistar de fato seus objetivos militares ou não militares (KLEIN, 2006).

Apesar do nível de comando do espaço geral e persistente ser o ideal de aquisição para as potências emergentes, obter o comando local e temporário talvez seja a melhor opção, porque irá concentrar “recursos onde o oponente não está”, além de “ser alcançado adotando uma postura defensiva considerável por um período de tempo ou dentro de uma determinada região, (...) e impedir que um poder espacial mais forte opere sem contestação dentro de uma região específica” (KLEIN, 2006, p. 67, tradução nossa⁸¹).

Sendo assim, torna-se evidente a importância presente nas capacidades espaciais, especialmente por conta da guiagem por satélites – presente em sistemas de orientação, navegação e controle (GNC, sigla em inglês) –, que faz com que o ativo espacial siga determinada trajetória até atingir seu alvo (seja em ascensão, em órbita, *rendezvous*, aproximação planetária e pouso) (NASA, 2022a). Ademais, como a tecnologia dual foi explorada a ponto de ter sido desviada para o uso estratégico do espaço, faz-se necessário, então, destacar as seis principais funções dos satélites de uso militar. Sendo elas:

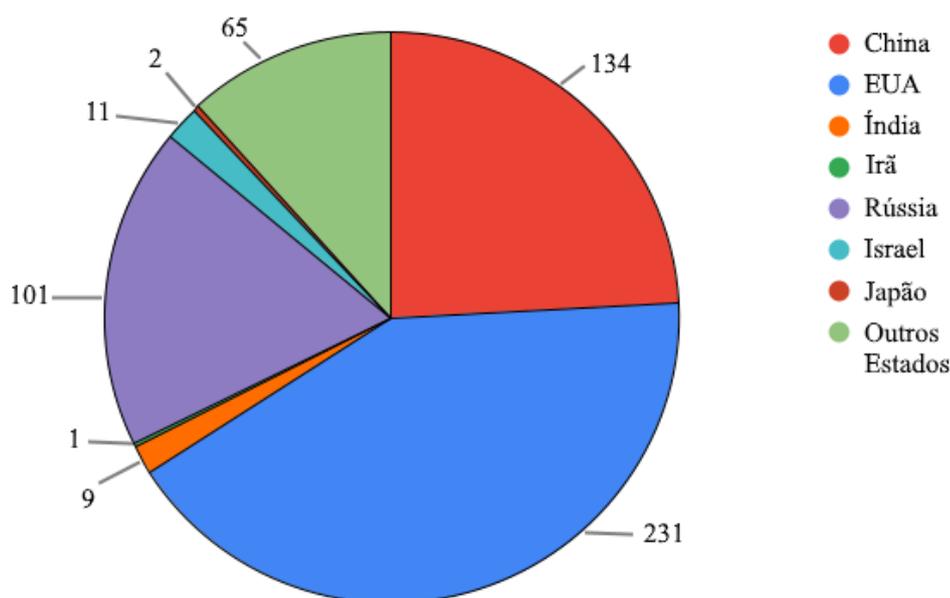
- a. Capacidade de comunicação tática em tempo real e estratégica dedicada às forças armadas;
- b. Reconhecimento, consiste na captura de imagens da Terra com diferentes sensores (infravermelho, óptico, etc);

⁸¹ **No original:** “assets where the opponent is not. (...) be achieved by taking a sizable defensive posture for a period of time or within a certain region, (...) can prevent a stronger space power from operating uncontested within a specific region” (KLEIN, 2006, p. 67)

- c. Navegação e direcionamento de armas, como o caso do GPS, por exemplo;
- d. Informações e previsões meteorológicas;
- e. Inteligência de sinais (SIGINT, sigla em inglês), utilizada para interceptar e coletar sinais eletrônicos (ELINT, sigla em inglês);
- f. Capacidade de vigilância espacial – que por mais que não se concentrem no ambiente terrestre, desempenham o papel de monitorar a região espacial.

As vantagens presentes nos satélites dedicados a funções militares fazem com que cada vez mais Estados sintam a necessidade de investir nessa tecnologia, e como consequência, o mercado global de satélites militares tende a ter um crescimento de 4,9%, entre o período de 2021 para 2022 (US \$52,28 bilhões para US \$54,83 bilhões de dólares). De acordo com os dados levantados pela UCS (2021), estão atualmente em órbita cerca de 554 satélites militares ou com funções duais, conforme ilustrado no gráfico 7 (REPORTLINKER, 2022).

Gráfico 7 – Satélites Militares em Órbita (2021)⁸²



Fonte: Elaborada pela autora, com base em UCS (2021)⁸³.

Atualmente o Estado que mais possui satélites militares em órbita são os EUA, com um total de 231. Em segundo lugar encontra-se a China, com 134 ativos espaciais com funções militares em órbita. Com um total de 101 satélites em órbita, em terceiro lugar das nações que mais possuem satélites militares na região espacial, evidencia-se a Rússia. Apesar do impacto

⁸² Os outros Estados que foram considerados para a elaboração desse gráfico foram: Coreia do Sul, França, Itália, Austrália, Alemanha, África do Sul, Catar, Emirados Árabes Unidos, Colômbia, Turquia, Dinamarca, Luxemburgo, Espanha, México, Tailândia, Canadá, Brasil, Grécia, Reino Unido, Chile e Egito.

⁸³ Gráfico elaborado com os dados de lançamentos de satélites até 01/9/2021.

da pandemia nos mais diversos setores dos Estados, estima-se que o mercado global de satélites militares deve atingir uma taxa de crescimento anual de US \$63 bilhões de dólares até 2026, seja de nações que já possuem ativos espaciais com funções militares na região espacial, como também novos Estados marcando presença nesse ramo (REPORTLINKER, 2022).

Em abril de 2020 o Irã lançou, através da *Shahroud Missile Base*, seu primeiro satélite militar (*Noor*), juntando-se ao resto das nações espaciais com ativos militares em órbita. Todavia, apesar desse marco para Teerã, algumas nações europeias e os EUA mostraram-se apreensivos após o lançamento deste satélite, uma vez que os mesmos o veem como uma ameaça para a região, pela possibilidade de desenvolver ICBMs com o passar do tempo. Ademais, no que tange aos dados levantados sobre as capacidades chinesas, faz-se importante destacar que provavelmente a estimativa total de satélites militares deste país seja um número diferente da realidade, visto que não é tão comum que Pequim singularize os usuários civis e militares de seus ativos espaciais (VAHDAT, GAMBRELL, 2020; SKINNER, 2020).

Recorrer a outras potências espaciais maduras para usufruir dos dados e de capacidades específicas de satélites civis para fins militares – que possam amparar questões de segurança militar e nacional – também esteve em alta nas últimas décadas. O exemplo mais comum sobre essa questão refere-se à utilização, de aliados estadunidenses, dos recursos militares presentes no sistema GPS; além de fortalecer suas parcerias através de programas voltados à comunicação militar, como o *SatCOM* e o *Wideband Global SATCOM*⁸⁴. Além desses, em 2018 “o Paquistão se tornou o primeiro Estado estrangeiro a acessar o serviço militar BeiDou GNSS da China, através do programa regional de infraestrutura *Belt and Road*” (SKINNER, 2020, § 87-88, tradução nossa⁸⁵).

Destaca-se, também, que as empresas privadas passaram a fazer parte do mercado global de satélites, como atores espaciais com maior tendência a “evitar” riscos econômicos e políticos, fortalecendo, assim, a “corrida espacial entre bilionários” ou apenas uma nova corrida espacial. Algumas dessas empresas que reforçaram as contribuições ao avanço tecnológico espacial até o presente momento, destacam-se, então, alguns grandes nomes do setor privado espacial, sendo eles: *Orbital Sciences Corporation*, *SpaceX*, *Sierra Nevada*, *Blue Origin*, *Virgin Galactic*, entre outros (GERBIS, 2020; KIM, 2021).

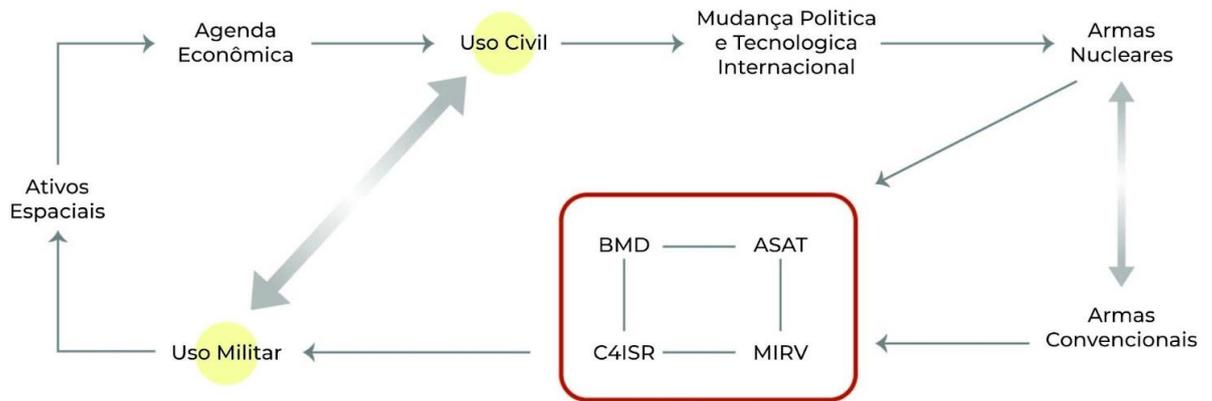
⁸⁴ O *Wideband Global SATCOM* (WGS, sigla em inglês) é um sistema de comunicações via satélite planejado em parceria entre o Departamento de Defesa dos EUA, o Departamento de Defesa Nacional Canadense e o Departamento de Defesa Australiano. Auxilia nas funções C4ISR (AEROSPACE TECHNOLOGY, 2021).

⁸⁵ **No original:** “Pakistan became the first foreign state to access China’s BeiDou GNSS military service, through China’s regional Belt and Road infrastructure program” (SKINNER, 2020, § 87-88).

Outrossim, a partir da inovação do setor privado, a discussão levantada anteriormente nesta seção, sobre uma maior presença no espaço sideral por um Estado, que poderia resultar em uma voz mais forte para ditar o rumo dos regimes internacionais voltados à região espacial, possivelmente devam ser revisados a fim de atender também às demandas (ou não) desse setor, como também analisar de que forma a ascensão do setor privado afeta nas questões sociais, políticas e ambientais contemporâneas. O fator principal que faz com que essas empresas privadas tenham adquirido um lugar significativo entre as potências espaciais, resultam de investimentos menores e de contenção de custos excessivos. Sendo assim, os produtos que são desenvolvidos por essas empresas tornam-se mais atrativos para nações que buscam aprimorar suas capacidades espaciais, mas não possuem o know-how para tal. Por exemplo, o Sistema de Lançamento Espacial (SLS) custou à NASA cerca de US \$2 bilhões de dólares por voo, e em contraste, o preço de um Falcon 9 custou cerca de US \$62 milhões de dólares. Ou seja, com o investimento da NASA para 01 lançamento SLS, seria possível realizar o lançamento, pela SpaceX, 32 vezes (FOLLETT, 2021).

O crescente espaço que vem sendo ocupado por essas empresas privadas preenche um vácuo que, no caso da NASA e dos EUA, vem deixando a desejar há anos. O fato do atual governo estadunidense de Biden divulgar que a próxima missão espacial da nação levaria à órbita lunar o primeiro astronauta negro, para tentar amenizar os problemas internos com a agência espacial, levanta cada vez mais dúvidas, visto que a NASA necessita do auxílio russo para enviar seus astronautas ao espaço – sendo que a última missão que a agência espacial realizou sozinha foi em 2011 (FOLLETT, 2021).

Em suma, o último ponto a ser destacado nesta seção encontra-se resumido na figura 8, no qual aponta o vínculo entre o espaço sideral, as armas nucleares e convencionais, as estratégias de guerra e a dissuasão. É a partir dos objetivos civis e militares que os ativos espaciais são desenvolvidos, ora buscando implementar a agenda econômica de um Estado, ora como parte de tecnologias de consequência direta militar, resultando na criação do BMD, armas ASAT, o C4ISR e o Míssil de Reentrada Múltipla Independente Direcionada (MIRV, sigla em inglês).

Figura 8 – Espaço, Armas e Dissuasão

Fonte: Adaptado de Chandrashekar (2016).

A melhor forma para compreender o vínculo entre os pontos elencados pela figura 8, portanto, seria destacar determinados marcos históricos que ocorreram ao longo das últimas eras espaciais, e que desempenham certa influência – em maior ou menor grau – ao rumo, tanto do programa espacial, quanto do programa nuclear da Índia. Em ordem cronológica, destacam-se:

- a. Guerra Sino-Indiana (1962);
- b. Teste nuclear da China (1964);
- c. Guerra Indo-Paquistanesa (1965);
- d. Guerra de Bangladesh (1971);
- e. **Guerra do Golfo (1991);**
- f. Teste nuclear da China (1996);
- g. Teste nuclear do Paquistão (1998);
- h. **Guerra de Kargil (1999);**
- i. **Teste ASAT da China (2009);**
- j. Crises nas fronteiras com a China e o Paquistão⁸⁶.

Todos esses conflitos afetaram as dinâmicas securitárias da Índia, de maneira a incentivar a busca de uma maior autonomia no setor espacial, demonstrando a importância de um maior fortalecimento deste setor. Limitar a fatores que majoritariamente se desenvolveram

⁸⁶ Para uma maior revisão, recomenda-se a leitura de: SUBRAMANIAM, Arjun. **India's Wars: A Military History (1947-1971)**. Uttar Pradesh: HarperCollins Publishers, 2016; SUBRAMANIAM, Arjun. **Full Spectrum: India's Wars (1972-2020)**. Uttar Pradesh: HarperCollins Publishers, 2020.

regionalmente corrobora com a hipótese levantada por este trabalho de que um dos pontos que influenciam o PEI a aumentar seu papel militar, emerge devido à rivalidade regional. A primeira guerra em que uma nação pode usufruir do amparo espacial foi a Guerra do Golfo de 1991, conforme já mencionado neste trabalho. O aprimoramento na precisão para monitorar fronteiras e atingir os alvos, tem sido necessário para lidar com o ambiente securitário regional do Sul da Ásia. Os adversários estratégicos de Nova Delhi, basicamente desde o período de sua independência, têm sido a China e o Paquistão – por mais que se observe uma oscilação nos momentos de maior aproximação e retração nas relações com ambos países. Ademais, a Guerra de Kargil de 1999 serviu de lição à Índia em relação ao quão desatualizadas estavam suas forças militares nacionais que falharam em notificar a invasão paquistanesa em Kargil (JÚNIOR, 2015; PALIWAL, 2017).

Tanto os testes nucleares realizados pelos chineses e paquistaneses, quanto os conflitos, guerras e crises fronteiriças entre China-Índia-Paquistão, caracterizam uma “competição nuclear triangular que foi construída, e que é geoestrategicamente diferente e mais complicada do que a rivalidade nuclear bilateral que existia (...) na guerra fria”. Nota-se, assim, que o perfil competitivo entre essas nações tem se fortalecido nas últimas décadas e isso acaba tornando difícil uma mudança na natureza da relação entre essas nações, especialmente em médio e longo prazo (RAJAIN, 2005, p. 16, tradução nossa⁸⁷).

Essa realidade faz com que esses Estados busquem melhorias quantitativas e qualitativas em diferentes níveis a fim de conter o “outro”. Ou seja, constitui-se um efeito cascata em que a China se fortalece para contrabalancear os EUA, a Índia tende a agir do mesmo modo, mas com relação à China e, por fim, o Paquistão tenta contrabalancear a Índia. Toda essa dinâmica impacta a estabilidade estratégica da região e, conseqüentemente, reforça o vínculo entre as capacidades estratégicas, convencionais e espaciais (KOBLENTZ, 2014).

A maneira com que os Estados do SI buscam utilizar os ativos espaciais, especialmente como um facilitador da guerra, emerge justamente da soma de todos os pontos elencados ao longo desta seção, mas que ao mesmo tempo acabam desestabilizando a órbita espacial a ponto de ressignificar, ou atualizar, a corrida espacial como forma de preservar seus interesses nacionais e, também, garantir sua sobrevivência na ordem internacional contemporânea. Por isso, analisar o impacto das capacidades espaciais torna-se essencial para todas as nações que investem em tecnologia espacial, uma vez que pode ser necessário proteger seus ativos espaciais

⁸⁷ **No original:** “is an unprecedented situation where a triangular nuclear competition has been constructed, since it is geo-strategically different and more complicated than the bilateral nuclear rivalry that existed (...) during the Cold War” (RAJAIN, 2005, p. 16).

contra os efeitos indiretos e diretos das ações tomadas por outras potências espaciais. Mediante as transformações das capacidades espaciais contemporâneas, a próxima seção aborda de que maneira essa conjuntura global afeta a Índia.

4.2 O USO DE TECNOLOGIA ESPACIAL PARA FINS MILITARES PELA ÍNDIA

*“O que temo não é a estratégia do inimigo,
mas nossos próprios erros”*

(Tucídides, 1985, p. 122, tradução nossa⁸⁸).

A sobreposição dos fatores, elencados na seção anterior, servem de base para aprofundar e investigar qual postura foi adotada pelo governo indiano em resposta às mudanças no SI desde a última década do século XX. Para tal, esta seção objetiva analisar os orçamentos destinados aos setores espacial e de defesa, além de pôr em evidência quais são os tipos e os satélites com funções militares da Índia. Além disso, discute-se sobre a existência ou não de uma política nacional indiana voltada para lidar com as questões relacionadas à região espacial e, por fim, se houve uma reorientação do PEI.

O desfecho dos conflitos enfrentados pela Índia desde sua independência, intensificaram os investimentos indianos cada vez mais em tecnologias espaciais para suporte ao seu cálculo securitário. Conforme destaca Paracha (2013, p. 157, tradução nossa⁸⁹), às tecnologias espaciais possuem uma gama ampla de ativos duais, como “navegação, telemetria, foguetes, configurações de satélites e também tecnologias puramente militares, como mísseis, armas antisatélite e defesa antimísseis”. Logo, as capacidades espaciais trazem uma dimensão adicional às capacidades de defesa tradicionais que servem de suporte ao C4ISR (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017).

A Índia, como uma das maiores potências espaciais da Ásia, pode, através de suas ativos militares no espaço, ter capacidade de desestabilizar a balança estratégica da região a ponto de reverberar para o resto do SI. O programa espacial de Nova Delhi permitiu que a nação fortalecesse sua posição política e diplomática no Sul da Ásia, transformando-se em um ator estrategicamente superior ao Paquistão e um credível competidor à China (MOLTZ, 2012; PARACHA, 2013).

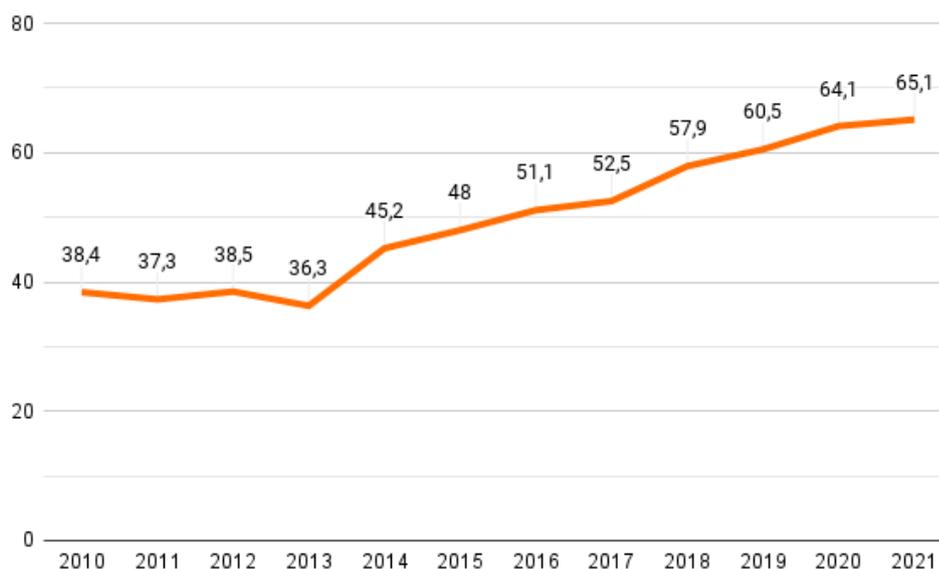
⁸⁸ **No original:** “What I fear is not the enemy's strategy, but our own mistakes” (Thucydides, *The Peloponnesian War*. Translated by Rex Warner. New York: Penguin Classics, p. 122, 1985).

⁸⁹ **No original:** “navigation, telemetry, rocketry, satellite set-ups, and also purely military technologies, like missiles, anti-satellite weapons, and missile defense.” (PARACHA, 2013).

Conforme demonstrado ao longo do capítulo 3, o rumo dado ao PEI até a década de 1980 convergia diretamente com a estratégia elaborada por Sarabhai. Ou seja, um programa que focava apenas em metas nacionais de desenvolvimento para o progresso socioeconômico da população. Todavia, os esforços para manter a tecnologia espacial desenvolvida *limitada* apenas às *aplicações civis* mostrou-se, de certa forma, utópico, quando se nota a realidade da geopolítica do Sul da Ásia. Especialmente após determinados conflitos e guerras, conforme mencionado na seção anterior, no qual apontavam para a necessidade de modernização das capacidades indianas (militar e espacial), que possibilitassem “atender os interesses indianos de melhor controlar a fronteira com o Paquistão, se projetar no Oceano Índico e [se] constituir como uma potência asiática no desenvolvimento de tecnologias espaciais” (JÚNIOR, 2015, p. 103).

De acordo com os dados do *Military Balance* (2021, p. 23), dentre os quinze Estados que mais investiram em orçamento de defesa em 2020, a Índia encontra-se em terceiro lugar com US \$64 bilhões de dólares, estando atrás apenas da China (US \$193 bilhões) e dos EUA (US \$738 bilhões) – duas posições acima dos gastos contabilizados em 2019, que chegou a cerca de US \$60 bilhões de dólares. Já em 2021 a nação indiana caiu uma posição, fechando o orçamento de defesa em cerca de US \$65 bilhões de dólares – atrás do Reino Unido (US \$71 bilhões de dólares), da China (US \$207 bilhões de dólares) e dos EUA (US \$754 bilhões de dólares) (IISS, 2022).

Quanto ao quadro macroeconômico no Sul da Ásia, no que tange aos investimentos em defesa, estima-se que a contração econômica tenha sido de quase 3% em 2020, sendo o retrocesso econômico mais severo na região desde a década de 1980. Ainda assim, complementar ao que se nota através do gráfico 8, evidencia-se que US \$18.4 bilhões do total do orçamento de defesa de 2021-2022 da República da Índia foi investido em aquisição de armas (IISS, 2020; GOSWAMI, 2022).

Gráfico 8 – Orçamento de Defesa Indiano (2010-2021)⁹⁰

Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em IISS (2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).

Atualmente a Índia encontra-se em sexto lugar entre as maiores economias mundiais, e apesar de enfrentar diversos desafios socioeconômicos nos últimos anos, o orçamento destinado ao Ministério da Defesa (MoD, sigla em inglês) teve um aumento de 9,8%. Além disso, a contração econômica observada em Nova Delhi de 7% entre os anos de 2020-2021 abre margem para uma notável recuperação e otimismo, como verifica Behera (2022, p. 6, tradução nossa⁹¹), “o PIB real da Índia pode crescer 9,2% no presente ano fiscal e em 8,0-8,5% em 2022-23 – isso permitirá que o país recupere o status de grande economia que mais cresce no mundo”.

Com relação ao orçamento destinado às atividades espaciais nacionais, nota-se um aumento de 141%, entre os anos fiscais de 2010-2011 com US \$1.25 bilhões (57.9 bilhões de rúpias) para US \$ 1.92 bilhões (139.5 bilhões de rúpias) no ano fiscal de 2021-2022. Sendo que os maiores picos observados entre o período analisado ocorreram em 2013 (39%) e 2016 (29%), respectivamente (SPACE REPORT, 2021b, p. 37). Pode-se dividir o orçamento espacial indiano em três grupos, de acordo com INDIA (2021).

O primeiro, representando as alocações orçamentárias, que aponta os gastos com o departamento (secretariado, sede da ISRO e IN-SPACe); com os projetos do setor central

⁹⁰ Dados contabilizados em bilhões de dólares.

⁹¹ **No original:** “India’s real GDP could grow by 9.2 percent in the present fiscal year and by 8.0-8.5 percent in 2022-23 — this will enable the country to regain the status of fastest growing large economy in the world.” (BEHERA, 2022, p. 6).

(tecnologia espacial⁹², aplicações espaciais⁹³, ciência espacial⁹⁴ e sistemas de satélites INSAT); e, outras despesas do setor central, sejam com os órgãos autônomos (IIST, SCL, NE-SAC, NARL, PRL), como também com as empresas do setor público – sendo que neste documento é considerado a NSIL e a cooperação internacional. Desse último, incorporada às despesas com cooperação internacional, destacam-se os investimentos no Centro de Ciência Espacial e Educação Tecnológica na Ásia e no Pacífico (CSSTE-AP, sigla em inglês) (INDIA, 2021).

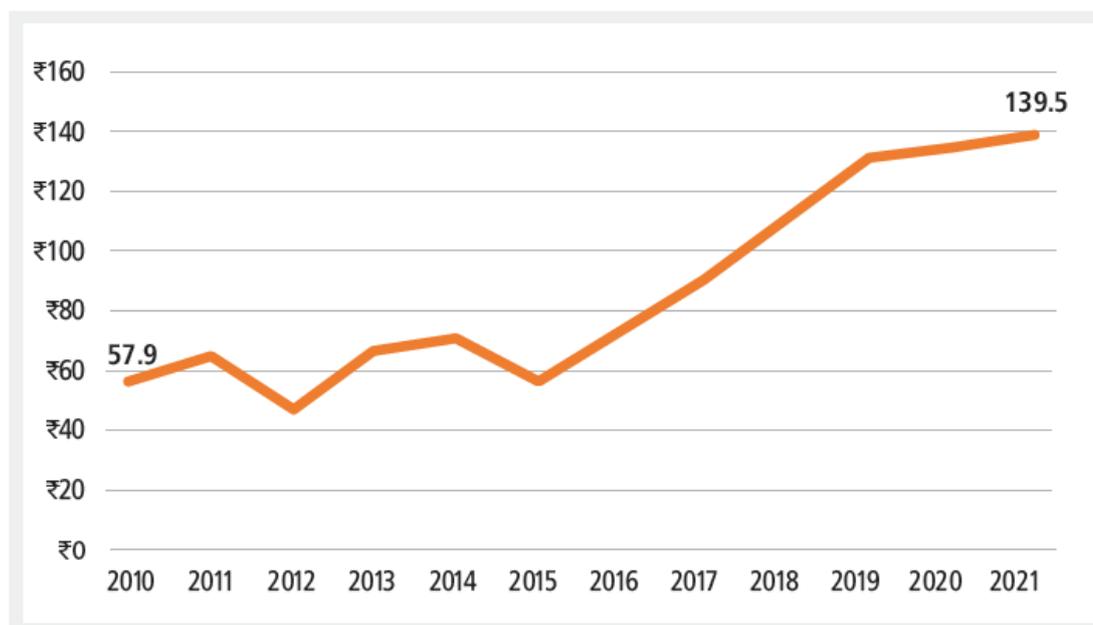
Criado em novembro de 1995, o CSSTE-AP é o primeiro centro regional que fomenta a cooperação entre as nações que buscam maior conhecimento em ciência espacial e tecnológica, sendo que até o momento, um total de 18 países⁹⁵ fazem parte deste centro, que é filiado à ONU. Já o segundo grupo corresponde aos serviços de desenvolvimentos, como a pesquisa espacial, investimento de capital em pesquisa espacial e secretaria/serviços econômicos. Por fim, o terceiro grupo refere-se ao investimento em empresas públicas, sendo que a única empresa que é citada pelo documento é a NSIL. O gráfico 9 ilustra a oscilação entre o orçamento espacial nacional indiano entre o período de 2010 e 2021 (INDIA, 2021; CSSTEAP, 2022).

⁹² “Sob este, foi incluída provisão para as atividades de vários Centros ISRO, nomeadamente Centro Espacial Vikram Sarabhai (VSSC), Unidade de Sistemas Inerciais ISRO (IISU), Centro de Sistemas de Propulsão Líquida (LPSC), Complexo de Propulsão ISRO (IPRC), Centro de Satélite ISRO (ISAC), Laboratório de Sistemas Eletro-Ópticos (LEOS), Centro Espacial Satish Dhawan-SHAR (SDSC-SHAR), Telemetria ISRO, Rede de Rastreamento e Comando (ISTRAC), Instalação de Controle Mestre (MCF) e Centro de Voo Espacial Humano (HSFC); e também para vários projetos de tecnologia espacial realizados pelo Departamento, consistindo em Projetos de Veículos Lançadores e Projetos de Satélites, incluindo Projetos de Desenvolvimento e Operacionais.” (INDIA, 2021, p. 327).

⁹³ “Foram incluídas as atividades dos Centros ISRO, nomeadamente Centro de Aplicações Espaciais (SAC), Unidade de Desenvolvimento e Comunicação Educacional (DECU), Centro Nacional de Sensoriamento Remoto (NRSC) e Instituto Indiano de Sensoriamento Remoto (IIRS) e também para vários Projetos de Aplicação Espacial realizados pelo Departamento composto pelo Sistema Nacional de Gestão de Recursos Naturais (NNRMS), Missão de Aplicações de Observação da Terra (EOAM) e Apoio à Gestão de Desastres (DMS).” (INDIA, 2021, p. 328).

⁹⁴ “Foram incluídas as despesas dos Programas de Ciência Espacial realizados pela ISRO, que incluem Pesquisa Patrocinada (RESPOND), Programa de Desenvolvimento de Carga Útil do Sensor/Programa de Ciência Planetária, Programa Climático e Atmosférico, Pequeno Satélite para Estudos Atmosféricos e Astronomia, Promoção de Ciência Espacial, Aditya-L1, *Indian Lunar Mission* (Chandrayaan-III), *X-Ray Polarimeter Mission* (XpoSat) e *Space Docking Experiment Mission*” (INDIA, 2021, p.328).

⁹⁵ Os países que fazem parte do CSSTE-AP são: Índia, Bangladesh, Indonésia, Irã, Cazaquistão, Quirguistão, Malásia, Mongólia, Myanmar, Nauru, Nepal, Países Baixos, Filipinas, Coreia do Sul, Coreia do Norte, Sri Lanka, Tailândia e Uzbequistão (CSSTEAP, 2022).

Gráfico 9 – Orçamento Espacial Indiano (2010-2021)⁹⁶

Fonte: Space Report, 2021b.

O crescimento dos investimentos indianos em tecnologia espacial se move em consonância aos debates internos, a uma tendência em elaborar novas políticas espaciais nacionais e, como observa Paracha (2013, p. 157), à manifestação de uma postura com uma ênfase militar maior para a região espacial. E que tem expandido, nas últimas décadas, suas atividades militares para esta região. Ademais, segundo a autora, o PEI estaria dividido em três tipos de tecnologias:

- a. os que possuem implicação militar direta, e que influenciam na análise sobre a militarização da região espacial pela Índia – como, por exemplo, BMD, ASAT ou mísseis balísticos;
- b. a tecnologia dual na aplicação de satélites – como nos casos dos ativos de navegação, telecomunicação e observação terrestre;
- c. e programas científicos que apresentam um perfil aberto, demonstrando uma mudança na política sobre a potencial utilização militar.

Com isso, mostram-se os possíveis catalisadores da militarização do programa espacial de Nova Delhi: a cooperação internacional, a tecnologia estrangeira, e o desvio militar da tecnologia civil e colaboração civil-militar. De acordo com Goswami (2022)

⁹⁶ Dados contabilizados em bilhões de rúpias.

Dentro deste orçamento estão alocados gastos para sistemas espaciais como aquisição de satélites para a Força Aérea, sem que sejam alocados valores específicos. A Organização de Pesquisa e Desenvolvimento de Defesa da Índia (DRDO) esteve na vanguarda da defesa de veículos de lançamento hipersônicos, pequenos mísseis balísticos intercontinentais e capacidade ASAT com potencial para atingir, tanto LEO, quanto a órbita geossíncrona (GEO). Desde 2000, a Índia investiu em sua capacidade espacial militar, especialmente investindo no desenvolvimento de *satélites de alta resolução para operações militares táticas e para gerar ISR* (GOSWAMI, 2022, p. 15, tradução nossa⁹⁷, grifo nosso).

O primeiro satélite com aplicação militar indiano foi lançado em 22 de outubro de 2001, o Satélite de Experimento de Tecnologia (TES, sigla em inglês), pesando 1.108 kg e colocado em uma órbita síncrona. Dentre todas as cargas presentes, o TES carregava uma câmera pancromática para sensoriamento remoto. A Organização Nacional de Pesquisa Técnica (NTRO, sigla em inglês) foi criada em 2004 com o intuito de monitorar ISR (inteligência, vigilância e reconhecimento) e os veículos aéreos não tripulados (ISRO, 2022x; GOSWAMI, 2022).

A contabilização total de satélites com fins militares da Índia atuais diverge entre diferentes fontes, logo, o quadro 8 ilustra as diferenças entre a base de dados da UCS (2021) e do IISS (2022). Os satélites G-SAT 7 (INSAT 4F), por exemplo, são dedicados à Força Aérea Indiana e também compartilhados pelo Exército. Além disso, a nação indiana está desenvolvendo capacidades em SIGINT, Inteligência de Comunicação (COMINT, sigla em inglês), e ELINT (GOSWAMI, 2022).

Quadro 8 – Satélites com fins militares da Índia (2012-2021)

	Ano	Total de Satélites	Nome do Objeto Espacial
UCS	2021	9	Cartosat 2A/ Emisat/ EOS-1 (Risat 2BR2)/ Risat 1/ Risat 2/ Risat 2B/ Risat 2BR1/ GSAT 7/ GSAT-7A
IISS	2021	21	IRNSS (7)/ GSAT-7/ GSAT-7A/ CARTOSAT (8)/ RISAT (3)/ EMISAT (1)

Fonte: Elaborado pela autora, com base em UCS (2021) e IISS (2022).

⁹⁷ **No original:** “Within this budget is allocated expenditure for space systems like satellite procurement for the Air Force, without specific amounts being allocated. India’s Defence Research and Development Organisation (DRDO) had been at the forefront of advocating for hypersonic launch vehicle, small Inter Continental Ballistic Missiles, and ASAT capability with capacity to strike both LEO and Geosynchronous Orbit (GEO). Since 2000, India has invested in its military space capacity especially investing in developing high resolution satellites for tactical military operations and to generate ISR” (GOSWAMI, 2022, p. 15).

O conjunto desses satélites apontam para uma maior inclinação da Índia em aperfeiçoar as seis principais funções dos satélites de uso militar elencados na seção anterior (p. 98-99). Torna-se fundamental a “contribuição dos satélites para a Consciência Situacional Espacial (SSA, sigla em inglês)⁹⁸, ISR e C2”. Esse entendimento influenciou na criação, em 2010, do Grupo de Coordenação de Segurança Espacial (SSCG, sigla em inglês), e da Célula Espacial Integrada (ISC, sigla em inglês)⁹⁹; e mais recentemente da Agência Espacial de Defesa (DSA, sigla em inglês), em 2019 (SPACE FOUNDATION, 2021; GOSWAMI, 2022).

O Grupo de Coordenação de Segurança Espacial “é presidido pelo Conselheiro de Segurança Nacional e tem membros da Força Aérea, da Organização de P&D de Defesa e da Organização Nacional de Pesquisa Técnica”. Já a Célula Espacial Integrada está sob os Serviços de Defesa Integrados (IDS, sigla em inglês), e tem um papel coordenador entre as forças armadas, o DoS e o Ministério da Defesa, para uma maior integração da tecnologia espacial e ativos nas operações militares (HAYS et al, 2015, p. 466, tradução nossa¹⁰⁰; PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017).

A DSA, com sede em Bengaluru, e operacional desde novembro de 2019, é uma agência de três serviços das Forças Armadas indianas encarregadas de operar os ativos militares de guerra espacial da Índia. Ou seja, o objetivo da DSA é proteger os interesses indianos na região espacial e, caso necessário, lidar com possíveis guerras no espaço sideral. Ademais, está sob responsabilidade da DSA, a elaboração de uma estratégia de guerra no espaço. Além disso, o Centro de Análise e Processamento de Imagens de Defesa (*Defense Imagery Processing and Analysis Centre*) em Delhi e o Centro de Controle de Satélites de Defesa (*Defense Satellite Control Centre*) em Bhopal foram integrados pela DSA (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017).

No mesmo ano também foi criada a Agência de Pesquisa Espacial de Defesa (DSRA, sigla em inglês), sob a DSA, e tem como função principal o desenvolvimento de tecnologia e sistemas de guerra espacial. As pesquisas desenvolvidas pelo DSRA ocorrem em coordenação com a IDS. Tendo como exemplo os diferentes tipos de sistemas ASAT que vêm sendo produzidos nas últimas décadas, em 27 de março de 2019, na sequência do teste falho um mês antes, do “*Dr. APJ Abdul Kalam Missile Complex*” – centro de pesquisa de mísseis militares em Hyderabad –, o governo indiano realizou com sucesso seu primeiro teste ASAT (*Mission*

⁹⁸ “A Consciência Situacional Espacial (SSA), refere-se a manter o controle dos objetos em órbita e prever onde eles estarão a qualquer momento” (SPACE FOUNDATION, 2021, § 2-3, tradução nossa).

⁹⁹ A Célula Espacial Integrada está sob os Serviços de Defesa Integrados (IDS, sigla em inglês), e tem um papel coordenador entre as forças armadas, o DoS e o Ministério da Defesa, para uma maior integração da tecnologia espacial e ativos nas operações militares (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 97).

¹⁰⁰ **No original:** “is chaired by the National Security Adviser and has members drawn from the Air Force, Defense R&D Organization, and National Technical Research Organization” (HAYS et al, 2015, p. 466).

Shakti)¹⁰¹, demonstrando sua capacidade de interceptar satélites na região espacial, a partir de tecnologia nacional completa (INDIA TODAY, 2019). O míssil de ascensão direta tinha como alvo um satélite indiano localizado a cerca de 300 km, na órbita LEO. Nova Delhi teria adaptado o interceptor de defesa antimísseis, o *Prithvi*¹⁰² *Defense Vehicle Mark-II*, em uma arma ASAT, tornando-se o terceiro país a demonstrar tal capacidade (SET, 2019).

O ex-chefe do DRDO, V.K. Saraswat (2009-2013), relatou em 2012 que a intenção indiana não era armar o espaço sideral, mas sim desenvolver tecnologia ASAT para que se caso fossem necessárias, o governo indiano as tivesse. E mesmo sendo necessários alguns possíveis ajustes, o teste *real* não seria conduzido por conta de o risco *real* dos detritos espaciais afetarem a vida útil dos ativos espaciais já em órbita. Além disso, o programa de defesa antimísseis antibalísticos (ABM), conforme sugeriu Saraswat, poderia ser utilizado como uma arma ASAT, através da série de mísseis Agni (VASANI, 2016; VARADARAJAN, 2019).

De acordo com Vasani (2016, § 23-25, tradução nossa¹⁰³), em 2013 a China conduziu outro teste ASAT (*Dong Neng-2* ou DN-2), no qual se sugere que esse lançamento tenha sido um “teste do componente do foguete de um novo sistema de armas ASAT de ascensão direta derivado de um míssil balístico rodoviário móvel”. A mudança de liderança interna levou a uma mudança acerca da demonstração das capacidades antissatélites da nação em menos de uma década.

Com relação aos satélites com fins militares, o GSAT-7, lançado em 2013, para a Marinha indiana; e o GSAT-6, lançado em 2015 para as forças armadas, demonstram a crescente infraestrutura espacial dedicada a suprir as necessidades de segurança espacial de Nova Delhi. A criação da DSA abre margem, também, para a expansão de um papel mais ativo do ISC, no que tange a utilização da região espacial dentro das forças armadas.

Ademais, muito além de reconhecer e adicionar o espaço sideral como mais um domínio para guerra, “trata-se de desenvolver uma abordagem multidimensional para usar o espaço sideral para fins estratégicos”. Tendo em mente esse entendimento, o quadro 9 busca sintetizar as tecnologias básicas necessárias para ter-se uma base efetiva na integração entre as capacidades espaciais nas mais diversas funções militares (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 97, tradução nossa¹⁰⁴).

¹⁰¹ A nível de curiosidade, “*Shakti*” em sânscrito (língua e dialeto indo-árico antigo do norte da Índia), significa “poder”, ou seja, essa foi a “Missão Poder”.

¹⁰² Prithvi são mísseis balísticos táticos, superfície-superfície, de curto alcance desenvolvidos pela DRDO.

¹⁰³ **No original:** “test of the rocket component of a new direct ascent ASAT weapons system derived from a road-mobile ballistic missile” (VASANI, 2016, § 23-25).

¹⁰⁴ **No original:** “It is about developing a multi-dimensional approach to using outer space for strategic purposes.” (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 97).

Quadro 9 – Interesses de Capacidade Tecnológica da Agência Espacial de Defesa

Capacidades	Uso operacional de perspectiva estratégica
Clima Espacial	O rastreamento do clima na região espacial torna-se importante cada vez mais visto que o número de satélites cresce exponencialmente e o não monitoramento podem degradar ou interromper o funcionamento dos ativos espaciais, e isso pode ocorrer por conta de adversas condições, como uma tempestade solar, por exemplo. É uma parte integrante da SSA, por auxiliar em missões de navegação e comunicação, etc. Não a possuir resulta em não poder controlar ou rastrear os satélites (sob a ótica C2 espacial); como também a imprecisão de dados, má resolução de imagens ou mesmo degradação de sistemas (da perspectiva ISR).
Satélites Pequenos & Veículo de Lançamento Responsivo para Observação Terrestre	A órbita LEO é uma das mais cobiçadas pelas nações que desejam marcar presença no espaço sideral, especialmente construir pequenas constelações de satélites (< 150 kg) com períodos de revisita mais rápidos, iniciativa liderada por startups comerciais. Essa tendência se torna atrativa ao setor militar por fornecer acesso sem precedentes aos dados coletados por esses ativos. Tais constelações podem ser lançadas através de adaptações no Agni-5 com recursos de lançamento móvel, ou seja, um programa que permita uma capacidade de lançamento responsivo. Isso significa o lançamento de uma rede de 6 a 8 satélites em um foguete com o intuito de fornecer uma cobertura de faixa melhor.
ASAT	A tecnologia ASAT pode atuar como um impedimento à ameaça a todos seus ativos espaciais devido aos testes que podem ser realizados por outros Estados, como o teste chinês de 2007, por exemplo. Os testes ASAT em órbita LEO são majoritariamente escolhidos pelas nações e os ativos nessa órbita são mais dispensáveis (observação terrestre e sensoriamento remoto), porém, a capacidade de realizar testes ASAT nas órbitas MEO e GEO, atualmente, é o que mais gera preocupações visto que essas órbitas fornecem recursos de navegação e comunicação. Bloquear ou impedir essas capacidades afetaria fortemente as operações militares.
Inteligência de Sinal (SIGINT)	A importância em investir em Inteligência de Sinal (SIGINT) baseada em satélites surge a partir de limitações presentes nos equipamentos terrestres. Essa área engloba Inteligência de Comunicações (COMINT), focado em interceptação e descryptografia de comunicações estratégicas e militares; além de Inteligência Eletrônica (ELINT), que busca desenvolver tecnologia para interceptar e descryptografar sinais de rádio (e podem localizar com precisão os sistemas de defesa aérea).
Integração de Plataforma Cruzada GIS (Sistema de Informação Geográfica)	O Sistema de Informação Geográfica (GIS) representa uma ferramenta importante na combinação de várias fontes de dados espaciais, espectrais e outras, para gerar discernimento relevantes para as partes dedicadas à segurança. Em decorrência ao avanço computacional e o crescente número de sensores à disposição, usufruir do GIS em conflitos/batalhas específicas e sistemas tradicionais de campo de batalha (tanques, submarinos, aeronaves, etc.), irá fornecer uma vantagem sobre o adversário.
Navegação	A constelação de satélites do Sistema Regional de Navegação por Satélite Indiano (IRNSS) fornece dados sobre posições precisas da Índia e da região até 1.500 km do limite do país. Esse sistema auxilia na navegação das missões aéreas, marítimas e terrestres; além de ser importante para a guerra centrada em rede. Aprimorá-los nos próximos anos torna-se essencial para a autossuficiência em tecnologia de defesa.
Consciência Situacional Espacial (SSA)	Devido à importância dos satélites e sua vulnerabilidade a desastres naturais e/ou ataques intencionais, clima espacial, ataque cibernético, ataques ASAT, colisões com outros satélites e detritos espaciais; se faz necessário fortalecer as capacidades militares de Consciência Situacional Espacial, para rastrear objetos no espaço e mapear as capacidades de inúmeros outros sistemas espaciais e suas possíveis consequências a segurança nacional.
Comunicação	Explorar as plataformas em órbita GEO para serviços de retransmissão de dados para UAV ou outras plataformas aéreas surge como uma necessidade para melhor explorar as capacidades de comunicação. As observações resultantes das plataformas aéreas podem ser enviadas para um satélite de retransmissão de dados em órbita GEO através de um link óptico. A retransmissão desses dados seria realizada através de laser de alta velocidade, que substituiriam as redes de estações terrestres que são necessárias para receber os dados dos satélites em órbita LEO. Outra opção seria explorar os links entre os satélites em GEO para compartilhar recursos e/ou direcionar o tráfego em torno de uma rede de satélites.

Fonte: Elaborado pela autora (2022), com base em Prasad & Rajagopalan (2017, p. 98-104).

A busca por criar, ou mesmo fortalecer, as capacidades tecnológicas espaciais na tentativa de igualar-se ao mesmo nível de potências mais avançadas torna-se necessária na atualidade, e acaba sendo expressa na Perspectiva Tecnológica e Roteiro de Capacidade (TPCR, sigla em inglês) do IDS, que aponta para quais recursos baseados no espaço serão necessários para suprir as questões de segurança espacial da Índia. As oito capacidades exploradas no quadro 9 (acima) apontam para requisitos tecnológicos que “devem ter uma infinidade de efeitos na velocidade, exatidão e precisão da coleta de informações, planejamento estratégico e tomada de decisões, integração de tecnologia para obter superioridade no campo de batalha entre as diferentes forças e plataformas” (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 98, tradução nossa¹⁰⁵).

Os pequenos satélites, por exemplo, possibilitam novas maneiras para deixar os recursos espaciais nacionais mais robustos, e servem de complementos aos satélites maiores, como o *CartoSat*, que proporciona resoluções semelhantes, mas a cobertura que fornecem é maior. O *CartoSat 2C*, por exemplo, fornece recursos de mapeamento que chegam a < 1m de resolução, contudo, esses ativos espaciais são mais caros para se desenvolver e apenas um é lançado por vez. Desenvolver a capacidade de lançar ao espaço uma constelação de pequenos satélites com < 1m de resolução e com < 150 kg resultaria em um complemento às capacidades já em órbita – e a cobertura de 10 km por satélite, caso venha a se tornar uma realidade essa ideia, seria em uma faixa combinada de 80 km (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017; SAIC, 2021).

Ademais, planejar a colocação de constelações em diferentes órbitas (SSO e GEO, por exemplo) tornaria a sondagem ao redor das fronteiras mais fácil. No que tange a Inteligência de Sinal, os esforços indianos deveriam buscar o fortalecimento de capacidades ISR que resultem em acompanhar as atividades no Mar da China Meridional e, também, no Oceano Índico. Sendo assim:

O uso de uma matriz de sensores baseados no espaço, juntamente com outros sensores usando padrões comuns e protocolos de comunicação para transmitir informações automaticamente por meio de interfaces máquina-máquina, são importantes. Eles se tornam úteis no contexto de direcionamento de mísseis, bem como no estabelecimento de links de dados em um cenário de múltiplas plataformas/comando e controle (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 102, tradução nossa¹⁰⁶).

¹⁰⁵ **No original:** “shall have a multitude of effects on speed, accuracy & precision of information collection, strategic planning & decision making, integration of technology to gain battleground superiority across the different forces and platforms.” (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 98).

¹⁰⁶ **No original:** “Use of an array of space-based sensors, along with other sensors using common standards and communication protocols for transmitting information automatically through machine-to-machine interfaces, are important. These become useful in the context of missile targeting as well as establishing data links in a multiple platform/command & control scenario.” (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017, p. 102).

Conforme a Índia implementa a modernização do seu aparato de defesa, os sistemas de navegação representam outro ponto a ser aprimorado pelo governo indiano e que, com o tempo, pode vir a resultar em autossuficiência tecnológica no setor de defesa. E um último ponto a ser destacado sobre o quadro 9, diz respeito ao SSA. Por mais que essas capacidades sejam limitadas com relação à consciência situacional, a Índia possui o Radar de Rastreamento de Objetos Múltiplos (MOTR, sigla em inglês), que rastreia detritos espaciais (PRASAD, RAJAGOPALAN, 2017).

Até o final de 2022 estima-se que a Índia irá assinar um acordo bilateral com os EUA sobre SSA no quarto “*U.S.-India 2+2 Ministerial Dialogue*” – evento que busca fortalecer a parceria estratégica indo-estadunidense –, apontando a visão compartilhada de ambas nações acerca do papel fundamental da cooperação internacional espacial. Essa parceria auxiliará a Índia a rastrear detritos espaciais e, conseqüentemente, proteger a vida útil de seus ativos espaciais. Além disso, buscando contrapor a China e sua expansão, a Índia tem adquirido plataformas de defesa de Washington, entrelaçando mais as bases industriais de defesa de ambas nações, e ampliar o alcance operacional militar em toda a extensão do Indo-Pacífico (SINGH, 2022; PTI, 2022).

A partir desse breve panorama é necessário reforçar que a Índia “com suas reformas no setor espacial, visa amadurecer sua inovação espacial e ecossistemas industriais para atender às demandas da [atual] Era Espacial”. Esse cenário, somado ao crescente papel do setor privado nos últimos anos no setor espacial, resulta em uma nação que ainda carece de uma legislação robusta sobre o espaço sideral (GIRI, 2022, p. 9, tradução nossa¹⁰⁷; SHARMA, 2021). Atualmente o governo indiano adere a inúmeras convenções multilaterais sobre o acesso e uso do espaço sideral, ou participa de debates sobre a elaboração dos mesmos, sendo eles:

- a. Tratado do Espaço Sideral (1967);
- b. Acordo de Resgate (1968);
- c. Convenção de Responsabilidade (1972);
- d. Convenção de Registro (1975);
- e. Comitê de Coordenação de Detritos Espaciais Interagências (IADC) e adere às Diretrizes de Mitigação de Detritos (2008);
- f. Resolução 68/29 da Assembleia Geral das Nações Unidas (UNGA, sigla em inglês) sobre a Prevenção de uma Corrida Armamentista no Espaço Exterior (PAROS);

¹⁰⁷ **No original:** “(...) with its space sector reforms, is aiming to mature its space innovation and industrial ecosystems to match to the demands of the [current] Space Age” (GIRI, 2022, p. 9).

g. E participa do debate em conjunto com a União Europeia para a criação de um Código Internacional de Conduta (ICoC) temporário até a elaboração de um tratado espacial internacional juridicamente vinculativo (LELE, 2016).

Contudo, apesar de fazer parte de todos esses regimes internacionais espaciais, a Índia possui apenas algumas regulamentações voltadas às aplicações espaciais. A primeira delas, aprovada em janeiro de 2000, trata sobre os serviços de comunicação via satélites (SATCOM). Dá destaque a uma maior participação do setor privado para o fortalecimento desses serviços, no qual enquadram-se em três categorias: (i) utilização de capacidade INSAT por agências não governamentais; (ii) utilização de satélites estrangeiros para SATCOM; e, (iii) estabelecimento de sistemas de satélites indianos (ISRO, 2014).

A Política de Dados de Sensoriamento Remoto (RSDP, sigla em inglês), sendo a mais recente de 2011, visa regular o sensoriamento remoto, podendo o governo impor restrições de distribuições de dados, sendo uma das diretrizes, com o intuito de salvaguardar os interesses de segurança nacional da Índia, visto que “todos os dados de resolução superior a 1 m serão examinados e liberados pela agência competente antes da distribuição”. É previsto que a RSDP seja revisada de tempos em tempos (NRSC, 2022, § 5-7, tradução nossa¹⁰⁸). Contudo, no trimestre final de 2020 a ISRO divulgou três projetos para consulta pública:

a. **Política Indiana de Sensoriamento Remoto Baseado no Espaço** (*SpaceRS Policy 2020*): “visa incentivar várias partes interessadas no país a participar ativamente de atividades de sensoriamento remoto baseadas no espaço para melhorar a comercialização de tecnologia espacial” (BHAVAN, 2020b, p. 3, tradução nossa¹⁰⁹);

b. **Normas, Diretrizes e Procedimentos para Implementação da Política SpaceRS 2020** (*SpaceRS NGP 2020*): os pontos elencados ao longo desse projeto (*draft*) resumem-se na base necessária para autorização e operação de sensoriamento remoto com base na região espacial pela Índia;

c. **Política Indiana de Comunicação Baseada no Espaço** (*SpaceCom Policy 2020*): “visa atender às crescentes demandas de requisitos de comunicação baseada no espaço da nação

¹⁰⁸ **No original**: “all data of better than 1 m resolution shall be screened and cleared by the appropriate agency prior to distribution” (NRSC, 2022, § 5-7).

¹⁰⁹ **No original**: “aims at encouraging various stakeholders in the country to actively participate in space based remote sensing activities to enhance commercialization of space technology.” (BHAVAN, 2020b, p. 3).

e avanços nas tecnologias relevantes para autossustentação nas áreas de comunicações comerciais, seguras e sociais” (BHAVAN, 2020a, p. 3-4, tradução nossa¹¹⁰).

A análise aprofundada desses três rascunhos de políticas espaciais não será contemplada neste trabalho. Todavia, é importante notar que a Índia carece de uma regulamentação que cubra todos os aspectos das mais variadas atividades espaciais, mas que, essa realidade tem mudado gradualmente, seja a partir desses três projetos de 2020, como também a criação da DSA e da DSRA em 2019 – apesar de uma legislação abrangente nunca ter sido necessária até o momento, uma vez que o responsável por administrar o setor espacial do país sempre foi o governo indiano. Apesar disso, o fortalecimento das empresas privadas no setor espacial e a criação do INSPACE indicam a necessidade de uma política espacial indiana que seja clara e abrangente (SHARMA, 2021).

Para o futuro do setor espacial na Índia, com o incentivo dado ao setor privado – também nomeadas como Entidades Privadas Não Governamentais (NGPEs) –, é de se esperar que esse movimento “resulte no desenvolvimento de tecnologias de ponta, novas aplicações e serviços”, além de estimular a permanência da mão de obra capacitada no país para que promovam o crescimento e fortalecimento da Índia como um ator espacial robusto. Atualmente a ISRO foi procurada por quase 30 empresas e *startups* para orientação para as atividades espaciais (SHARMA, 2021, § 68-69, tradução nossa¹¹¹). A gama de atividades que podem ser realizadas pelas NGPEs são:

- a. Produção de componentes e subsistemas de um veículo de lançamento, lançamento de integração de veículos e testes que são destinados ao lançamento espacial;
- b. Produção de componentes de uma espaçonave, integração de naves espaciais e testes para fins de lançamento espacial;
- c. Lançamento espacial de naves espaciais a bordo de um veículo de lançamento e estabelecimento/operação de infraestrutura de lançamento;
- d. Fornecimento de serviços espaciais, incluindo operação, controle e manutenção de estações de naves espaciais, estabelecimento e operação de segmentos/estações terrestres;

¹¹⁰ **No original:** “aims at meeting the growing demands of space-based communication requirements of the nation and advancements in the relevant technologies for self-sustenance in areas of commercial, secured and societal communications.” (BHAVAN, 2020a, p. 3-4).

¹¹¹ **No original:** “to result in development of cutting-edge Technologies, new applications & services.” (SHARMA, 2021, § 68-69).

- e. Desenvolvimento de aplicações espaciais usando dados de satélites e implantação de serviços comerciais (ISRO, 2022v, § 2-10, tradução nossa¹¹²).

Estima-se que até junho de 2021, o número total de empresas privadas indianas no setor espacial totalizou mais de 360, tornando-se o quinto país com a maior participação de empresas privadas nesse setor – atrás de EUA, Reino Unido, Canadá e Alemanha. O número de propostas dessas empresas para a ISRO teve um aumento de 30% em 2021 em comparação ao ano anterior. O PM indiano, em outubro de 2021 criou a Associação Espacial Indiana (ISpA, sigla em inglês), no intuito de auxiliar os atores privados a realizar atividades espaciais de forma independente, facilitando os serviços e a utilização da tecnologia da ISRO pelo setor privado. Essa associação apoia a visão do “*Make in India*” e o “*Self-reliant India*”, empenhando-se em se tornar o líder da indústria espacial (IBEF, 2021).

A iniciativa “*Make in India*” foi criada em 2014 como uma forma de tentar contornar a crise econômica de 2013, que resultou no menor nível de crescimento econômico em dez anos e que acabou transformando Nova Delhi, aos olhos dos investidores globais, como uma das “cinco potências frágeis”, juntamente com as outras nações do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). O objetivo, então, dessa iniciativa do governo indiano é incentivar os investimentos voltados à fabricação e a própria produção na Índia, sejam de empresas locais ou estrangeiras – dando ênfase a mais de 20 setores econômicos (aviação, TI, eletrônicos, energia renovável, entre outros) (CHOUDHURY, 2014; MAKE IN INDIA, 2022).

Em 2020, o PM Modi lança a missão “*Self-reliant India*” (*Atmanirbhar Bharat Abhiyan*), com o intuito de “promover bens indianos nos mercados globais da cadeia de suprimentos e ajudar o país a alcançar a autoconfiança” (IBEF, 2022, § 2-3, tradução nossa¹¹³). Os fundos orçamentários dessa missão equivalem a cerca de 10% do PIB da Índia, US \$268 bilhões de dólares (20 lakh crore), para estimular a recuperação econômica. Dentre todos os objetivos, destaca-se também a determinação em adequar os diferentes setores – infraestrutura, agricultura, defesa, etc. – a atingir a autossuficiência com ajuda orçamentária do ano fiscal 2022. Além disso, em relação ao setor de defesa, o “*Self-reliant India*” “aumentou o limite do FDI [investimento estrangeiro direto] para 74% na fabricação de defesa, colocou “embargo de

¹¹² **No original:** “(a) Production of components and subsystems of a launch vehicle, launch vehicle integration and testing which is meant for space launch; (b) Production of components of a spacecraft, spacecraft Integration and testing for the purpose of space launch; (c) Space launch of spacecraft on board a launch vehicle and establishment/operation of launch infrastructure; (d) Providing space based services including operation, control and station keeping of spacecraft by establishing and operation of ground segment/ stations; (e) Development of space based applications using satellite data and rolling out of commercial services” (ISRO, 2022v, § 2-10).

¹¹³ **No original:** “to promote Indian goods in the global supply chain markets and help the country achieve self-reliance.” (IBEF, 2022, § 2-3).

importação" em 101 itens militares e introduziu a Política de Promoção da Produção e Exportação de Defesa 2020". Por fim, tem como meta até 2025 exportar bens e serviços aeroespaciais e de defesa (IBEF, 2022, § 81-83, tradução nossa¹¹⁴).

Em síntese, no caso de algum problema específico relacionado ao setor espacial e que não possa ser resolvido por conta da ausência de leis e uma política espacial nacionais, o que deve ser seguido é o direito internacional espacial. A título de exemplo, atualmente, caso uma empresa privada indiana faça o lançamento de um satélite e, por alguma razão, ocorra algum acidente, o responsável será o governo indiano. Isso se dá porque para o direito internacional espacial, as atividades realizadas na região espacial são realizadas por Estados, não fazendo distinção entre agência espacial ou empresa privada (SHARMA, 2021).

Em 2017, o governo indiano passou a desenvolver o Projeto de Lei de Atividades Espaciais, e que, segundo o presidente da ISRO, K. Sivan (2018-2022), tanto esse projeto de lei, quanto a política espacial estão em fase final de desenvolvimento, na busca por um setor espacial que seja inclusivo e aberto. Até o momento do desenvolvimento deste trabalho este projeto de lei não havia sido aprovado pelo Gabinete indiano, como também não se encontra em domínio público para acesso (PTI, 2020; SHARMA, 2021). Em julho de 2019 a Índia realizou o primeiro exercício simulado de guerra espacial, o "*IndSpaceEx*", que contou com a participação de militares e pesquisadores científicos. O objetivo era compreender os desafios contemporâneos e emergentes para a segurança espacial. Em certa medida a realização de simulações como esta reforça a sinergia atual entre o espaço sideral e o setor militar (RAJAGOPALAN, 2019).

De acordo com Goswami (2020, p. 43, tradução nossa¹¹⁵), "é importante entender que a grande estratégia da Índia informa seu comportamento espacial", ou seja, todos os elementos abordados ao longo deste trabalho apontam para uma maior demanda militar do PEI e uma convergência dos aspectos civis e militares. Para o PM Modi, o investimento em capacidades espaciais militares é essencial para a sobrevivência da nação indiana, assim como de seus ativos em órbita. E o teste ASAT de 2019 consolidou ainda mais a Índia como uma potência espacial.

Apesar da importância presente em SSA, C2 e no ISR baseado no espaço para apoiar o setor militar indiano, ainda assim é uma estrutura limitada, e que seria necessário a Índia "desenvolver capacidade para substituir rapidamente seus satélites no caso de destruição

¹¹⁴ **No original:** "increased FDI limit to 74% in defence manufacturing, placed 'import embargo' on 101 military items and introduced the Defence Production and Export Promotion Policy 2020" (IBEF, 2022, § 81-83).

¹¹⁵ **No original:** "It is important to understand that India's grand strategy informs its space behavior" (GOSWAMI, 2020, p. 43).

adversária, interferência ou desativação de qualquer um de seus sistemas de suporte de satélite”. Está previsto para 2022 que a Marinha indiana possua seu próprio satélite de comunicação (GSAT-7R), no qual permitirá a telecomunicação entre os navios de guerra, aeronaves, drones e unidades terrestres (GOSWAMI, 2022, p. 15-16, tradução nossa¹¹⁶).

À vista disso, percebe-se que a competição securitária e política presente entre as nações do SI estão sendo ajustadas para o espaço sideral e que, apesar de existirem leis internacionais espaciais que visam regular a competição espacial, nacionalmente a Índia carece de um aparato normativo que não seja ambíguo. Em especial, a competição asiática – especialmente as ações da China e do Paquistão – impulsionou o PEI a adotar características militares, distanciando-se da posição tradicional focada apenas no avanço socioeconômico do país.

Diante disso, a reorientação que o Primeiro Ministro Modi tem dado ao programa espacial da Índia é uma indicação clara – conforme os elementos abordados ao longo dos capítulos deste trabalho – da mudança na orientação geoestratégica da nação. Nota-se tal mudança especialmente após o início do segundo mandato de Modi, em 2019. O linear do PEI era em consonância ao que as agências governamentais optavam e conseguiam desenvolver. Todavia, a intenção para o curto e médio prazo é que a crescente demanda por serviços comerciais baseados no espaço fomente a expansão das capacidades indianas (espacial, militar e possivelmente nuclear) (MOHAN, 2021).

Faz parte dessa mudança, também, fortalecer a cooperação com outras nações espaciais, como por exemplo, com as que participam do Diálogo de Segurança Quadrilátero (QUAD, sigla em inglês) – Austrália, Estados Unidos, Índia e Japão. Nesta parceria destacam-se as áreas de gerenciamento de desastres, monitoramento de mudanças climáticas e mapeamento de recursos naturais espaciais; além de estabelecer novas normas para lidar com a competição comercial e militar no espaço sideral. Conforme enfatiza Mohan (2021):

Na reunião do Quad, que ocorreu no mesmo dia da cúpula de Modi-Biden, os quatro líderes concordaram em “consultar regras, normas, diretrizes e princípios para garantir o uso sustentável do espaço sideral”. A cooperação estreita com Washington e o Quad no espaço é uma mudança significativa na orientação da Índia, pois sua inclinação tradicional tem sido abordar questões espaciais por meio das Nações Unidas e da perspectiva do sul global (MOHAN, 2021, § 136-141, tradução nossa¹¹⁷).

¹¹⁶ **No original:** “to develop capacity to rapidly replace its satellites in the event of adversarial destruction, jamming or disabling of any of its satellite support system.” (GOSWAMI, 2022, p. 15-16).

¹¹⁷ **No original:** “At the Quad meeting that took place on the same day as the Modi-Biden summit, the four leaders agreed to “consult on rules, norms, guidelines and principles for ensuring the sustainable use of outer space.” Cooperating closely with Washington and the Quad on space is a significant shift in India’s orientation as its traditional inclination has been to address space issues through the United Nations and from the perspective of the global south.” (MOHAN, 2021, § 136-141).

Independentemente de o PM Modi ter enfrentado resistência internamente política e dos burocratas, sobre os planos iniciais de reformar a economia estatal em 2014, segundo a análise de Mohan (2021), percebe-se que ao longo do período deste segundo mandato tais obstáculos não estão tão fortes, visto que em 2021 houve a reprivatização da *Air India* – após 68 anos desta empresa ter sido nacionalizada – pelo Grupo Tata, um conglomerado multinacional indiano. Não obstante, embora uma parte dos analistas advoguem a favor da privatização do setor espacial e partilhem da empolgação do PM Modi, é necessário ressaltar, todavia, que o processo das ideias políticas para ações leve mais tempo que o previsto, e que justamente a “transição de um monopólio governamental para uma participação significativa do setor privado enfrente muitos obstáculos”, e que a pouca coordenação entre as diversas agências governamentais, por exemplo, também venha a transformar-se em um obstáculo (MOHAN, 2021, § 110-111, tradução nossa¹¹⁸).

Em síntese, o progresso feito pela Índia no domínio da tecnologia espacial é considerável, especialmente no uso de tecnologia espacial para fins militares, sejam eles dedicados ou duais, desempenhando um papel central em operações militares. Além do papel onipresente em fornecimento de dados de navegação, meteorológicos, comunicações, etc. Operacional desde 2007, os sistemas de vigilância e reconhecimento militar da Índia crescem e isso torna-se visível nos satélites que são lançados em órbita desde então. Ademais, o aviso antecipado transmitido por satélites militares é de importância crítica para Nova Delhi, seja para lidar com crises fronteiriças com a China ou Paquistão, por exemplo.

4.3 CONCLUSÕES PARCIAIS

As tensões geopolíticas regionais, desde a década de 1990, influenciaram na rápida transformação das capacidades espaciais dos Estados, tanto que, mesmo aqueles que não possuíam o *know-how* para sair da base da pirâmide tecnológica espacial na atualidade, buscam meios alternativos para não ficar para trás. Seja através de acordos multilaterais, ou bilaterais, com potências espaciais mais avançadas, ou ainda, buscando maior proximidade com empresas privadas, que possam entregar os mesmos produtos que são desenvolvidos pelas agências espaciais, mas com menor custo.

¹¹⁸ **No original:** “Transitioning from a government monopoly to significant private sector participation will face many obstacles” (MOHAN, 2021, § 110-111).

Em resposta a esse quadro, diversos novos atores voltaram-se ao espaço sideral, como uma fonte de apoio para amparar seus territórios de ameaças à sua segurança, panorama característico especialmente na região do Oriente Médio e da Ásia. As atividades conduzidas até o presente momento, que envolvem a utilização desta região de forma pacífica para fins militares, têm sido internacionalmente aceitas, visto que o Tratado do Espaço Exterior de 1967 proíbe instalações militares ou mesmo a colocação em órbita de quaisquer objetos que carreguem armas nucleares ou outros tipos de armas de destruição em massa.

Como até o momento não houve nenhuma ação agressiva no espaço sideral, espera-se que os arranjos e das leis internacionais possam regulamentar a utilização dessa região, por mais que na ordem internacional contemporânea surjam novas dinâmicas e questões que afetam a segurança espacial. O debate sobre elaborar uma definição globalmente aceita sobre o que seria uma “arma espacial” mostra-se essencial a fim de melhor categorizar os ativos espaciais com fins militares e seus efeitos, além de contribuir com o avanço das pesquisas sobre a segurança espacial.

Ademais, o avanço da tecnologia espacial tornou possível acontecimentos importantes e que vieram a afetar a forma como a Índia viria a respondê-los – como os testes nucleares da China e do Paquistão da década de 1990, e como o teste ASAT chinês na primeira década dos anos 2000. Nota-se uma reação em cadeia geopolítica dissuasória envolvendo EUA-China-Índia: as ações dos EUA irão afetar na postura da China, assim como o inverso; já as ações da China afetarão na postura da Índia, que por consequência influenciará as ações do Paquistão, mas não no setor espacial, visto que o programa espacial de Islamabad ainda está na base da escada tecnológica espacial.

A questão de tornar-se uma potência espacial com maior independência estratégica na região espacial, – em conjunto com o desenvolvimento socioeconômico de seu território nacional –, formaram os pilares do programa espacial indiano ao longo desses últimos 60 anos. Em maior ou menor grau, o efeito de transbordamento de conflitos e guerras travadas por Nova Delhi forçou a nação a ampliar o PEI a ponto de incluir capacidades militares dedicadas.

Observa-se ainda, que a COVID-19 afetou o orçamento destinado ao setor espacial indiano, impactando também no cronograma estabelecido pela ISRO referente às suas missões e programas. Apesar desses obstáculos, o governo indiano nos últimos dez anos tem buscado organizar-se, tanto com relação a uma política espacial, como também na criação de uma estratégia de guerra no espaço.

5 CONCLUSÃO

A República da Índia desenvolveu seu programa espacial ao longo das últimas cinco décadas – em 2022 o PEI completa 53 anos. Pautado, inicialmente, na visão do físico e astrônomo indiano, Vikram Sarabhai, de utilizar as vantagens oriundas do espaço sideral para o desenvolvimento socioeconômico da Índia, além de contribuir com a capacidade de projeção de poder de Nova Delhi.

O problema de pesquisa que buscou-se responder neste trabalho foi: “*como se deu o aumento do papel militar no programa espacial indiano?*”. Portanto, a partir do que fora exposto ao longo dos três capítulos, é possível levantar algumas conclusões sobre a hipótese levantada para esta dissertação. Conforme observado pelo breve histórico apresentado do PEI, este é essencial para o controle das capacidades espaciais, militares e até nucleares indianas.

A partir do momento em que emerge uma maior demanda militar do programa espacial, é lógico compreender o desejo de um maior protagonismo dos militares. Assim como no caso da privatização do setor espacial na Índia, busca-se um maior incentivo para o desenvolvimento das capacidades, mas que as forças armadas não conquistem tal protagonismo. Apesar disso, um aspecto que fora notado ao longo do trabalho, mas não aprofundado, diz respeito a inexistência de um diálogo claro entre os civis e militares indianos, fato esse que impacta diretamente a política interna do país e, conseqüentemente, no programa espacial de Nova Delhi.

Com relação à percepção dos limites militares sob os aspectos econômicos, conclui-se que, apesar das crises socioeconômicas vividas pela Índia nas últimas décadas, esses limites possam vir a ser adaptados através da cooperação estratégica com outros Estados, como a relação bilateral Índia-EUA, por exemplo. Ao mesmo tempo em que a Índia se beneficia dessa parceria estratégica usufruindo da tecnologia espacial estadunidense, a nação indiana pode acabar tendo que agir na sombra dos EUA, perdendo a autonomia espacial que vinha buscando adquirir há tempos. Mesmo que ainda hoje Nova Delhi dependa de certos sistemas de satélites estadunidenses, como é o caso do GPS ou do ELINT, por exemplo. Todavia, pode ser que esse posicionamento o beneficie tal qual a postura de não alinhamento durante a Guerra Fria.

A rivalidade regional com a China e o Paquistão, duas potências nucleares, tem afetado o rumo dado ao programa espacial de Nova Delhi. Fato este demonstrado através das transformações das capacidades espaciais indianas, podendo ser resumida em três fases: (i) inicial (1960-1970); (ii) experimental (1980-1990); e (iii) operacional (2000-2021). Consolidar dois sistemas de satélites como os maiores do mundo (IRS e INSAT), tornar-se autossuficiente

em tecnologia de lançamento de satélites, realizar missões para exploração científica e, mais recentemente, possíveis planos para a criação de uma estação espacial indiana acabam sendo partes de uma resposta ao problema de pesquisa mencionado anteriormente. Outro ponto que também influencia o rumo do programa espacial pode ser observada nas pressões estruturais que surgiram em resposta ao amadurecimento do PEI, como o constrangimento estadunidense que impediu a obtenção indiana de tecnologia criogênica – que acabou resultando no desenvolvimento nacional desta tecnologia –, ou mesmo certos regimes internacionais, como o caso do MTCR e o TNP.

Ao longo do período analisado (1957-2021), nota-se a crescente importância do espaço sideral para as relações internacionais, especialmente para aqueles Estados que buscam alcançar seus objetivos econômicos, políticos, securitários e defensivos. Para conseguir responder o problema de pesquisa deste trabalho, se fez necessário compreender a evolução das dinâmicas espaciais desde o lançamento do primeiro satélite artificial, o *Sputnik-1*. Ademais, dividiu-se esse período em três Eras Espaciais, além de determinar a evolução dos programas espaciais a partir da pirâmide tecnológica espacial.

Desde o início das pesquisas e desenvolvimentos do programa espacial nacional indiano, a postura de não alinhamento adotada pelo governo indiano acabou beneficiando extremamente o setor espacial, tanto em questão de cooperação internacional, quanto em transferência de tecnologia estrangeira através de *know-how* espacial. Entretanto, a ambição da ISRO em desenvolver veículos lançadores e, conseqüentemente, estabelecer certa autonomia espacial, gerou uma reação negativa por parte da comunidade internacional – e em especial do governo estadunidense –, por conta da dualidade presente nesses veículos, como também da aproximação indo-soviética que fora priorizada pela PM Indira Gandhi, no começo da década de 1980.

Apesar disso, a visão de mundo pacifista de Nehru, incorporada no modo de condução do PEI se faz irreal na conjuntura geopolítica contemporânea da região, especialmente no Sul da Ásia, por conta da forte rivalidade entre a Índia e duas outras potências nucleares: China e Paquistão. Logo, como resposta a essa realidade, as capacidades espaciais indianas se transformaram, tornando a República da Índia uma das potências espaciais mais robustas da Ásia, fortalecendo o papel indiano na economia espacial global.

Percebe-se também a transição das capacidades espaciais indianas de mais básicas para mais avançadas, não mais limitadas *apenas* a satélites de comunicação e navegação – todas estas representadas nos anexos A e B deste trabalho. Essa transformação, somada a localização dos sítios de lançamento e o baixo custo presente nos lançamentos dos foguetes da Índia, a torna

uma alternativa atrativa para outras potências espaciais, sejam elas mais robustas ou não, para realizarem os lançamentos de satélites estrangeiros ou um exemplo a ser seguido.

As lições aprendidas pelo governo indiano no desenrolar de conflitos/guerras desde a sua independência – como a Guerra de Kargil em 1999, por exemplo – levaram ao país investir em tecnologia espacial com fins militares. A militarização do PEI se fortaleceu devido ao desenvolvimento de certos tipos de satélites, conforme apontado ao longo do capítulo 4, que incluem os satélites de sensoriamento remoto (IRS), comunicação (INSAT), navegação (IRNSS/NavIC, com foco regional; GAGAN, com foco local) e satélites pequenos (série IMS).

As modernizações que ocorreram na Índia nas últimas décadas estão presentes nas tecnologias de defesa, nas capacidades espaciais, mas também no setor militar. Conforme ilustrado ao longo do trabalho, irá impactar nos níveis estratégico, tático e operacional da guerra ao propiciar níveis melhores de precisão de alvos, C2, ISR e SSA, por exemplo (BOWEN, 2020).

Apesar do investimento da Índia como nação espacial não ser o mesmo de outras potências espaciais, como a China e os EUA, o governo indiano, a partir da segunda década do século XXI, busca meios para alterar essa realidade, dada a mudança no cenário estratégico internacional, em que a competição e o conflito se tornam obscurecidos quando se trata da região espacial. No âmbito interno, a criação da DSA e da DSRA emergem a partir da necessidade de possuir uma estratégia de guerra no espaço, como também de desenvolver tecnologias e sistemas de guerra espacial.

Constata-se, assim, que a região espacial é militarizada desde a Primeira Era Espacial, e não há evidências de que esse quadro mude. Para o caso indiano, as principais tecnologias duais ou puramente militares que a Índia vem desenvolvendo são: (i) ASAT; (ii) lançadores espaciais; (iii) satélites de comunicação e sensoriamento remoto; e, (iv) mísseis balísticos (PARACHA, 2013).

Torna-se importante compreender que “o paradoxo que a estabilidade que a tecnologia espacial militar pode proporcionar [...] geram um dilema de segurança pelo qual os Estados buscam a tecnologia espacial militar ativa” com o intuito de diminuir a assimetria com as potências espaciais mais robustas. Desse modo, os regimes espaciais internacionais surgem como uma solução para esse problema, conforme exposto no quadro 2 (SARIAK, 2017, p. 61, tradução nossa¹¹⁹).

¹¹⁹ **No original:** “The paradox is that the stability military space technology can provide, [...] engenders a security dilemma whereby states pursue active military space technology [...]” (SARIAK, 2017, p. 61).

Apesar disso, a Índia não possui ainda um corpo de leis espaciais claras sobre a utilização do espaço, para além de satélites de comunicação e sensoriamento remoto, e que englobe a participação das empresas privadas. Dito isso, no que tange ao crescente incentivo à participação do setor privado no setor espacial nacional desde 2020, destaca-se o papel do INSPACe como regulador das atividades espaciais no território indiano por NGPEs, uma agência nodal independente sob o DoS. A criação do ISpA, em 2021, também facilita a utilização das tecnologias espaciais e de propriedades do DoS por parte das indústrias privadas (IBEF, 2021).

Atualizar as capacidades espaciais é um processo lento porque as atividades espaciais exigem uma infraestrutura e instalações que possam suportar diferentes níveis, que vão desde P&D, testes, lançamento espacial, operações com satélites ou até mesmo a própria implantação dos serviços espaciais. O orçamento para efetuar todos os projetos e missões torna-se caro e a quantidade de vezes que o país poderá realizar os lançamentos às diferentes órbitas será limitado. Atrair a participação de NGPEs mostra-se um movimento arriscado por parte do governo indiano, uma vez que as leis nacionais não foram elaboradas para atender essa tendência global de uma maior participação do setor privado no espaço sideral.

Complementarmente, a ideia de privatizar o setor espacial quando o país não dispõe de uma política espacial tem desvantagens, como a supracitada, mas também certas vantagens, servindo como um meio para melhor sobreviver as dinâmicas securitárias da região. É necessário investir massivamente em ativos espaciais para atualizar ou mesmo aprimorar a consciência situacional (SSA) e os sistemas de inteligência, reconhecimento e vigilância (ISR); mas também outras capacidades que foram exploradas ao longo do capítulo 4, como o clima espacial, satélites pequenos e veículos de lançamento responsivos, tecnologia ASAT, inteligência de sinal (SIGINT), navegação e sistema de informação geográfica (GIS) (PRASAD & RAJAGOPALAN, 2017).

Um último ponto a se levantar para essa reflexão diz respeito ao fato dessas empresas privadas não precisarem lidar com questões geopolíticas e geoestratégicas como os Estados, ou seja, por conseguirem ultrapassar rivalidades, e com isso, acredita-se que estes estejam se tornando os atores principais dessa nova corrida espacial – e da Terceira Era Espacial. E é por conta da pressão do setor privado que a Índia tem realizado reformas graduais no setor espacial.

É necessário observar os possíveis perigos de depender exclusivamente dos ativos espaciais, e por isso, a questão do comando do espaço passa a se fazer uma parte cada vez mais presente na estratégia espacial indiana. A partir da análise realizada neste trabalho, conclui-se

que dos três níveis de comando do espaço que foram examinados, Nova Delhi tende a encaixar-se (atualmente) na busca pelo comando local e temporário (KLEIN, 2006).

Ou seja, a busca pelo status de comando do espaço surge como uma forma de barrar a ascensão da China e dissuadir o Paquistão. Da mesma forma que essa conquista, por parte da Índia, resultaria em maior apoio político doméstico para o desenvolvimento e investimento do setor espacial nacional, em conjunto com o “*Make in India*” e o “*Self-reliant India*”, mitigando a visão negativa que de que os altos gastos em tecnologia espacial seriam um investimento ruim para a nação. Tais reflexões trazidas ao longo deste trabalho abrem margem para uma agenda de pesquisa futura que busque responder ponderações que foram surgindo ao longo desta pesquisa, como quais seriam as implicações teóricas do caso indiano, ou mesmo uma própria teoria espacial, mesmo após 65 anos do primeiro lançamento do *Sputnik-1*.

Ademais, aponta para a necessidade de investigar e aprofundar os poucos estudos sobre a Índia, como também sobre a tríade de poder do Sul da Ásia (China, Paquistão e Índia) e como cada uma dessas nações afetam o cálculo securitário da outra, além de buscar analisar se a dissuasão existente se concentra apenas nas capacidades nucleares e espaciais. Por fim, para conseguir responder como o papel militar aumentou no PEI, foi deixado de fora do domínio desta pesquisa *com que eficácia* a Índia utiliza seu poderio militar. Conclui-se, portanto, que houve uma reorientação do programa espacial de Nova Delhi, e que os eventos geopolíticos analisados ao longo de 1957-2021 serviram como catalisadores para uma maior militarização do programa espacial indiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADNAL, Madhuri. Explained: Why ISRO chose Thoothukudi in Tamil Nadu as the second spaceport. **One India**, 2020. Disponível em: <https://www.oneindia.com/india/explained-why-isro-chose-thoothukudi-in-tamil-nadu-as-the-second-spaceport-3006974.html>. Acesso em: 27 fev. 2022.
- AEROSPACE TECHNOLOGY. **Wideband Global SATCOM (WGS) satellites**. 2021. Disponível em: <https://www.aerospace-technology.com/projects/wgs-satellite/>. Acesso em: 31 mar. 2022.
- AHMED, R.; ARIF, M.; MALIK, M. Emerging trends of space weaponization: India's quest for space weapons and implications for security in South Asia. **Astropolitics**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 158-169, 2020.
- ALIBERTI, Marco. India in space: between utility and geopolitics. Vienna: Springer, 2018.
- ANSON, Peter; CUMMINGS, Dennis. The first space war: the contribution of satellites to the gulf war. **The RUSI Journal**, v. 136, n. 4, p. 45-53, out., 1991.
- ARAVAMUDAN, R.; ARAVAMUDAN, G. **ISRO: a personal history**. New Delhi: HarperCollins, 2017.
- BEHERA, Laxman. **Bigger, not necessarily better: India's defense budget (2022-23)**. New Delhi: Observer Research Foundation (ORF), Issue 523, p. 1-24, fev. 2022.
- BEHERA, Laxman Kumar. **Bigger, not necessarily better: India's Defense Budget 2022-23. Observer Research Foundation**, 2022. Disponível em: <https://www.orfonline.org/research/bigger-not-necessarily-better/>. Acesso em: 04 abr. 2022.
- BEIDOU. **Systems**. 2021. Disponível em: <http://en.beidou.gov.cn/SYSTEMS/System/>. Acesso em: 22 set. 2021.
- BHARGAVA, Pushpa; CHAKRABARTI, Chandana. **The saga of Indian science since independence: in a nutshell**. Hyderabad: Universities Press, p. 39-42, 2003.
- BHAVAN, Antariksh. Spacecom Policy – 2020 and Spacecom NGP-2020. **ISRO**, 2020a. Disponível em: https://www.isro.gov.in/sites/default/files/draft_spacecom_policy_2020.pdf. Acesso em: 14 abr. 2022.
- BHAVAN, Antariksh. SpaceRS Policy-2020 and SpaceRS NGP-2020. **ISRO**, 2020b. Disponível em: https://www.isro.gov.in/sites/default/files/spacers_policy_ngp_2020_draft.pdf#:~:text=The%20E2%80%98Space%20Remote%20Sensing%20Policy%20-%202020%20E2%80%99%20%28SpaceRS,sensing%20activities%20to%20enhance%20commercialization%20of%20space%20technology. Acesso em: 14 abr. 2022.
- BUREAU OF INDUSTRY AND SECURITY – BIS. **Dual use export licenses**. 2020. Disponível em: <https://www.bis.doc.gov/index.php/all-articles/2-uncategorized/91-dual-use-export-licenses>. Acesso em: 21 mar. 2022.

BOMMAKANTI, Kartik. Indian space launch stations: the start of an expansion in 2020. **Observer Research Foundation**, 2020. Disponível em: <https://www.orfonline.org/expert-speak/indian-space-launch-stations-the-start-of-an-expansion-in-2020-59926/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BOWEN, Bleddyn. **War in space: strategy, spacepower, geopolitics**. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2020.

BRICS. **The 1st meeting of the BRICS Joint Committee on Space Cooperation Successfully Held**. 2022. Disponível em: http://brics2022.mfa.gov.cn/eng/dtxw/202205/t20220527_10693358.html. Acesso em: 18 jun. 2022.

BURNS, Richard; SIRACUSA, Joseph. **A global history of the nuclear arms race: weapons, strategy, and politics**. California: Praeger, 2013.

CENTRE FOR SPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION IN ASIA AND THE PACIFIC – CSSTEAP. **Background**. 2022. Disponível em: <https://www.cssteap.org/background>. Acesso em: 12 abr. 2022.

CEPIK, M. (Org.). **Espaço e relações internacionais**. 2015. Disponível em: http://professor.ufrgs.br/marcocepik/files/cepik_et_al_-_2015_-_curso_espaço_ri_caderno_estudos.pdf. Acesso em: 28 abr. 2020.

CEPIK, Marco; AVILA, Fabrício; MARTINS, José Miguel. Armas estratégicas e poder no sistema internacional: o advento das armas de energia direta e seu impacto potencial sobre a guerra e a distribuição multipolar de capacidades. **Revista Contexto Internacional**, Rio de Janeiro, v.31, n.1, p. 49-83, 2009.

CEPIK, Marco; MACHADO, Felipe. O Comando do espaço na grande estratégia chinesa: implicações para a ordem internacional contemporânea. **Carta Internacional**, v. 6, n. 2, p. 112-131, jul.-dez. 2011.

CEPIK, Marco. Segurança Internacional: da ordem internacional aos desafios para a América do Sul e para a CELAC. In: ECHANDI; SORIA. **Desafios estratégicos del regionalismo contemporáneo CELAC e Iberoamérica**. San José, C.R.: FLACSO, p.307-324, 2013.

CHANDRASHEKAR, S. Space, war, and deterrence: a strategy for India. **Astropolitics**, v. 14, n. 2-3, p. 135-157, dez., 2016.

CHEATHAM, Amelia; FELTER, Claire; LAUB, Zachary. China's anti-satellite test. **Council on Foreign Relations (CFR)**, 2007. Disponível em: <https://www.cfr.org/backgrounder/chinas-anti-satellite-test>. Acesso em: 13 out. 2021.

CHOUDHURY, Gaurav. Look East, link West, says PM modi at make in India launch. **Hindustan Times**, 2014. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20141010072711/https://www.hindustantimes.com/business-news/live-coverage-launch-of-modi-s-make-in-india-campaign/article1-1268119.aspx>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CIRINCIONE, Joseph. **What is the difference between producing nuclear energy and producing nuclear weapons?** [S. l.: s. n.], 2006. 1 vídeo (1 min 54 seg). Disponível em: <https://www.choices.edu/video/what-is-the-difference-between-producing-nuclear-energy-and-producing-nuclear-weapons/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

COZZENS, Tracy. Qualcomm launches 3 dual-frequency + NavIC smartphone modules. **GPS World**, 2020. Disponível em: <https://www.gpsworld.com/qualcomm-launches-3-dual-frequency-navic-smartphone-modules/>. Acesso em: 15 jun. 2022.

DAVENPORT, Kelsey. Indian ASAT Test Raises Space Risks. **Arms control association**, 2019. Disponível em: <https://www.armscontrol.org/act/2019-05/news/indian-asat-test-raises-space-risks>. Acesso em: 21 out. 2021.

DETERMANN, Jörg. **Space science and the Arab World: astronauts, observatories and nationalism in the Middle East**. New York: I. B. Tauris, 2018.

DOLMAN, Everett. **Astropolitik: classical geopolitics in the space age**. London: Frank Cass Publishers, 2002.

DUTT, Anonna. PM meets space industry leaders; spaceport in Tuticorin, fund for startups on agenda. **The Hindu Times**, 2020. Disponível em: <https://www.hindustantimes.com/india-news/pm-meets-space-industry-leaders-spaceport-in-tuticorin-fund-for-startups-on-agenda/story-GVRGNGaYXrZCAbiLpUa4WK.html>. Acesso em: 27 fev. 2022.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ESA. **Types of orbits**. 2020. Disponível em: https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits. Acesso em: 14 set. 2021.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ESA. **What are Lagrange points?** 2017. Disponível em: https://www.esa.int/Enabling_Support/Operations/What_are_Lagrange_points. Acesso em: 15 set. 2021.

FLOLLETT, Andrew. Private firms are the key to space exploration. **National Review**, 2021. Disponível em: <https://www.nationalreview.com/2021/08/private-firms-are-the-key-to-space-exploration/>. Acesso em: 31 mar. 2022.

FROEHLICH, Annette. **A fresh view on the outer space treaty**. Vienna: Springer, 2018.

FROEHLICH, Annette et al. **Space supporting Latin America: Latin America's Emerging Space Middle Powers**. Cham: Springer, 2020.

GALILEO GNSS. **About Galileo**. 2021. Disponível em: <https://galileognss.eu/about-galileo-gnss/>. Acesso em: 22 set. 2021.

GARCIA, Jaíne; OLIVEIRA RODRIGUES, Marianna; OLIVEIRA, Pedro Henrique. O paradigma da nuclearização frente à estabilidade regional: uma análise comparada entre Coreia do Norte e Irã sob a luz da dissuasão. **Revista Eletrônica de Ciência Política**, Paraná, v. 11, n. 2, p. 74-96, 2020.

- GEOLOGY. **India map and satellite image**. 2020. Disponível em: <https://geology.com/world/india-satellite-image.shtml>. Acesso em: 02 ago. 2020.
- GERALDO, Michelly. **Dinâmicas regionais da não proliferação nuclear**: os impactos nas decisões nucleares dos estados intermediários. Curitiba: Appris, 2020.
- GERBIS, Nicholas. 10 major players in the private sector space race. **HowStuffWorks**, 2020. Disponível em: <https://science.howstuffworks.com/astronaut.htm>. Acesso em: 01 abr. 2022.
- GIRI, Chaitanya. **India in the second space age of interplanetary connectivity**. New York: Routledge, 2022.
- GLONASS. **About GLONASS**. 2021. Disponível em: https://www.glonass-iac.ru/en/about_glonass/. Acesso em: 21 set. 2021.
- GOPALASWAMY, Bharath. **Final Frontier**: India and Space Security. Chennai: Westland Publications, 2019.
- GOSWAMI, Namrata. India's space program, ambitions, and activities. **Asia Policy**, v. 15, n. 2, p. 43-49, April 2020.
- GOSWAMI, Namrata. **Indian space program and its drivers**: possible implications for the global space market. Paris: French Institute of International Relations (IFRI), 2022, p. 1-26.
- GPS. **GPS overview**. 2021. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/>. Acesso em: 21 set. 2021.
- GREGO, Laura. Satellite database update: more than 3,300 active satellites orbiting the Earth. **UCS**, 2021. Disponível em: <https://allthingsnuclear.org/lgrego/satellite-database-update-more-than-3300-active-satellites-orbiting-the-earth/>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- HANDBERG, Roger. Dual-use as unintended policy driver: the american bubble. In: DICK, Steven; LAUNIUS, Roger. **Societal Impact of Spaceflight**. Washington: NASA, p. 353-368, 2007.
- HARDING, Robert. **Space policy in developing countries**: the search for security and development on the final frontier. New York: Routledge, 2013.
- HARRISON, Todd. **International perspectives on space weapons**. Washington: Center for Strategic & International Studies (CSIS), 2020.
- HARVEY, Brian; SMID, Henk; PIRARD, Théo. **Emerging space powers**: the new space programs of Asia, the Middle East, and South America. Chichester: Praxis Publishing, 2010.
- INDIA BRAND EQUITY FOUNDATION – IBEF. **Enhancing private sector participation in India's commercial space sector**. 2021. Disponível em: <https://www.ibef.org/blogs/enhancing-private-sector-participation-in-india-s-commercial-space-sector>. Acesso em: 19 abr. 2022.
- INDIA BRAND EQUITY FOUNDATION – IBEF. **Self-reliant India (Atmanirbhar Bharat Abhiyaan)**. 2022. Disponível em: <https://www.ibef.org/government-schemes/self->

reliant-india-aatm-nirbhar-bharat-abhiyan?msclkid=34f73baac0b211ecb9320fa36595697a>. Acesso em: 20 abr. 2022.

INDIA. **Union Budget (2021-22)**. Department of space. in: open budgets India, [online], fev/2021. Disponível em: <https://openbudgetsindia.org/dataset/department-of-space-2021-22-budget>. Acesso em: 18 fev. 2022.

INDIA BRAND EQUITY FOUNDATION – IBEF. **Major reforms transforming Indian space sector**. 2021. Disponível em: <https://www.ibef.org/blogs/major-reforms-transforming-indian-space-sector>. Acesso em: 15 abr. 2022.

INDIA NETZONE. **Kheda communication project, satellite television in India**. 2014. Disponível em: https://www.indianetzone.com/42/kheda_communication_project.htm. Acesso em: 17 fev. 2022.

INDIA TODAY. **China's Shenzhou-13 mission to liftoff today with country's first female astronaut**. 2021a. Disponível em: <https://www.indiatoday.in/science/story/china-shenzhou-13-mission-launch-space-station-taikonauts-cnsa-xi-jinping-1865065-2021-10-15>. Acesso em: 18 out. 2021.

INDIA TODAY. **Defence space research agency: Modi govt approves new body to develop space warfare weapon systems**. 2019. Disponível em: <https://www.indiatoday.in/india/story/defence-space-research-agency-modi-govt-approves-new-body-to-develop-space-warfare-weapon-systems-1546951-2019-06-11>. Acesso em: 10 abr. 2022.

INDIA TODAY. **Jawaharlal Nehru death anniversary 2021: 20 inspiring quotes for Whatsapp, Instagram, Facebook and Twitter**. 2021b. Disponível em: <https://www.indiatoday.in/information/story/jawaharlal-nehru-death-anniversary-2021-20-inspiring-quotes-for-whatsapp-instagram-facebook-and-twitter-1807645-2021-05-27>. Acesso em: 19 abr. 2022.

INFOESPACIAL. **Brasil, Índia y África del Sur retoman el proyecto de satélite IBAS**. 2012. Disponível em: <<https://www.infoespacial.com/texto-diario/mostrar/3571974/brasil-india-africa-sur-retoman-proyecto-satelite-ibas>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2011.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2012.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2013.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2014.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2015.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2016.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2017.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2018.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2019.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2020.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2021.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance**. London: Routledge, 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Aryabhata**. 2022a. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/Spacecraft/aryabhata-1>. Acesso em: 8 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **ASLV**. 2022b. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/aslv>. Acesso em: 17 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Bhaskara-I**. 2022c. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/Spacecraft/bhaskara-i>. Acesso em: 16 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Chandrayaan 2: Indian ambitions, universal aspirations**. 2022d. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/chandrayaan2-mission>. Acesso em: 24 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Department of space and ISRO HQ**. 2022e. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/department-of-space-and-isro-hq>. Acesso em: 10 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Dr. Vikram Ambalal Sarabhai (1963-1971)**. 2022f. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/dr-vikram-ambalal-sarabhai-1963-1971>. Acesso em: 10 jan. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Genesis**. 2022g. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/genesis>. Acesso em: 8 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Geosynchronous Satellite Launch Vehicle (GSLV)**. 2022h. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/gslv>. Acesso em: 19 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **GSLV Mk III**. 2022i. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/gslv-mk-iii>. Acesso em: 24 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Indian Institute of Space Science and Technology (IIST)**. 2022j. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/indian-institute-of-space-science-and-technology-iist>. Acesso em: 09 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Indian National Space Promotion and Authorization Center (IN-SPACe)**. 2022k. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/indian-national-space-promotion-and-authorization-center-space/roles-and-responsibilities>. Acesso em: 10 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **ISRO's scramjet engine technology demonstrator successfully flight tested**. 2022l. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/isro%E2%80%99s-scramjet-engine-technology-demonstrator-successfully-flight-tested>. Acesso em: 24 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Launchers**. 2022m. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers>. Acesso em: 28 jan. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **List of SLV launches**. 2022n. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/list-of-slv-launches>. Acesso em: 19 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **National Atmospheric Research Laboratory (NARL)**. 2022o. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/national-atmospheric-research-laboratory-narl>. Acesso em: 09 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **North Eastern-Space Applications Centre (NE-SAC)**. 2022p. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/north-eastern-space-applications-centre-ne-sac>. Acesso em: 09 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Organisation structure**. 2021. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/organisation-structure>. Acesso em: 30 set. 2021.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Physical Research Laboratory (PRL)**. 2022q. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/physical-research-laboratory-prl>. Acesso em: 09 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Polar satellite launch vehicle**. 2022r. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/pslv>. Acesso em: 21 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Procedures for SatCom policy implementation**. 2014. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/update/08-aug-2014/procedures-satcom-policy-implementation>. Acesso em: 14 abr. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **RLV-TD**. 2016. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launcher/rlv-td>. Acesso em: 24 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Satellite launch vehicle**. 2022s. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launchers/slv>. Acesso em: 8 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Scramjet engine – TD**. 2016a. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/launcher/scramjet-engine-td>. Acesso em: 24 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Semi-Conductor Laboratory (SCL)**. 2022t. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/semi-conductor-laboratory-scl>. Acesso em: 09 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Sounding rockets**. 2022u. Disponível em <https://www.isro.gov.in/launchers/sounding-rockets>. Acesso em: 25 jan. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Space activities by NGPEs**. 2022v. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/unlocking-india%E2%80%99s-potential-space-sector/space-activities-ngpes>. Acesso em: 19 abr. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Spacecraft**. 2022w. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/spacecraft>. Acesso em: 24 fev. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **The Technology Experiment Satellite (TES)**. 2022x. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/Spacecraft/technology-experiment-satellite-tes>. Acesso em: 09 abr. 2022.

INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION – ISRO. **Vision and mission statements**. 2021a. Disponível em: <https://www.isro.gov.in/about-isro/vision-and-mission-statements>. Acesso em: 16 fev. 2022.

JONES, Andrew. China's Tiangong space station. **Space**, 2021. Disponível em: <https://www.space.com/tiangong-space-station>. Acesso em: 18 out. 2021.

JÚNIOR, Edson J. Neves. **A modernização militar da Índia**: as virtudes do modelo híbrido. Tese (Doutorado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

KAHAN, Jerome; LONG, Anne. The Cuban missile crisis: a study of its strategic context. **Political Science Quarterly**, v. 87, n. 4, p. 564-590, dez. 1972.

KAMMILA, Aruna. Militarisation & weaponization of space: where does India stand? **International Journal of Law Management & Humanities**, v. 3, n. 6, p. 13-27, 2020.

KENNEDY, Lesley. **Why Reagan's 'Star Wars' defense plan remained science fiction**. History, 2019. Disponível em: <https://www.history.com/news/reagan-star-wars-sdi-missile-defense>. Acesso em: 30 nov. 2021.

KIM, Doo Hwan. **Global issues surrounding outer space law and policy**. Hershey: IGI Global, 2021.

KIM, Hyun-bin. Private companies spearhead global space race. **The Korea Times**, 2021. Disponível em: <https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2021/08/768_314662.html>. Acesso em: 01 abr. 2022.

KIMBALL, Daryl. START I at a glance. **Arms Control Association**, 2019. Disponível em: <<https://www.armscontrol.org/factsheets/start1>>. Acesso em: 30 nov. 2021.

KIMBALL, Daryl. The Anti-Ballistic Missile (ABM) Treaty at a glance. **Arms Control Association**, 2020. Disponível em: <<https://www.armscontrol.org/factsheets/abmtreaty>>. Acesso em: 17 set. 2021.

KIMBALL, Daryl. The Wassenaar arrangement at a glance. **Arms Control Association**, 2022. Disponível em: <<https://www.armscontrol.org/factsheets/wassenaar>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

KLEIN, John. **Space warfare: strategy, principles and policy**. New York: Routledge, 2006.

KLEIN, John. **Understanding space strategy: the art of war in space**. New York: Routledge, 2019.

KOBLENTZ, Gregory D. Strategic stability in the second nuclear age. **Council Special Report**, [S.L], n. 71, nov. 2014.

LAKDAWALLA, Emily. Indian Space Research Organisation (ISRO) Centres. **Planetary Society**, 2022. Disponível em: <https://www.planetary.org/space-images/isro-centres>. Acesso em: 8 fev. 2022.

LARSON, Caleb. “Rods from God”: the strange super space weapon that wasn’t. **The National Interest**, 2020. Disponível em: <https://nationalinterest.org/blog/reboot/rods-god-strange-super-space-weapon-wasnt-174890>. Acesso em: 24 mar. 2022.

LELE, Ajey. **Disarmament, arms control and arms race**. In: LELE, Ajey. (org.). *Disruptive Technologies for the Militaries and Security*. Singapore: Springer, p. 217-229, 2019.

LELE, Ajey. India's space security policy: a proposal. New Delhi: **Institute for Defence Studies & Analyses**, p. 1-8, 2016.

LEVICK, Laura; SCHULZ, Carsten-Andreas. Soft balancing, binding or bandwagoning? Understanding institutional responses to power disparities in the Americas. **Canadian Journal of Political Science**, v. 53, n. 3, p. 521-539, set. 2020.

MACDONALD, Malcolm; BADESCU, Viorel. **The international handbook of space technology**. Berlin: Springer and Praxis Publishing, 2014.

MACHADO, Felipe. **Estratégia Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais do Brasil: Justificativas, Requisitos e Componentes**. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Política do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 120, 2014.

MACHADO, Felipe. **O Comando do Espaço na Grande Estratégia Chinesa: Teoria, Projetos e Análise de Capacidades Atuais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Relações Internacionais) – Graduação em Relações Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Porto Alegre, p. 105, 2011.

MAKE IN INDIA. **About us**. 2022. Disponível em: <https://www.makeinindia.com/about>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MEARSHEIMER, John. **The tragedy of great powers politics**. New York: Norton & Company, 2001.

MISTY, Dinshaw. India's emerging space program. **Pacific Affairs**, vol. 71, n. 2, p. 151-174, 1998.

MOHAN, Raja. India's space program inches closer to America and the quad. **Foreign Policy**, oct. 2021. Disponível em: <https://foreignpolicy.com/2021/10/13/india-modi-space-program/?msclkid=aaa96dabc4ce11ec8f5f05ea95a01921>. Acesso em: 19 abr. 2022.

MOHANDAS, Pradeep. What the budget tells us about the Indian space programme's plans for 2022. **The Wire**, 2022. Disponível em: <https://science.thewire.in/politics/government/budget-2022-isro-department-of-space-nsil-inspace-space-science/>. Acesso em: 16 fev. 2022.

MOLTZ, James. **Crowded orbits: conflict and cooperation in space**. New York: Columbia University Press, 2014.

MOLTZ, James. The changing dynamics of twenty-first-century space power. **Journal of Strategic Security**, v. 12, n. 1, p. 15-43, 2019.

MOLTZ, James. **The politics of space security: strategic restraint and the pursuit of national interests**. Second Edition. California: Stanford University Press, 2011.

MOLTZ, James C. **Asia's space race: national motivations, regional rivalries, and international risks**. New York: Columbia University Press, 2012.

MORGENTHAU, Hans. **Política entre as nações**. Brasília: Editora UnB, 2003.

NAIR, Arun. Smiling Buddha: all you need to know about India's first nuclear test at Pokhran. **NDTV**, 2020. Disponível em: <https://www.ndtv.com/india-news/smiling-buddha-all-you-need-to-know-about-indias-first-nuclear-test-at-pokhran-2230645>. Acesso em: 08 fev. 2022.

NARDON, Laurence. Cold War space policy and observation satellites. **Astropolitics**, v. 5, n. 1, p. 29-62, jan., 2007.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Apollo 11 mission overview**. 2019. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo11.html. Acesso em: 30 set. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Aryabhata**. 2022. Disponível em: <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/heasarc/missions/aryabhata.html>. Acesso em: 8 fev. 2022.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Explorer 1: overview**. 2017a. Disponível em: https://www.nasa.gov/mission_pages/explorer/explorer-overview.html. Acesso em: 20 set. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Guidance, Navigation, and Control (GN&C): efficient, responsive, and effective**. 2022a. Disponível em: <https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/gnc.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2022.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **Sputnik 1**. 2017b. Disponível em: https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_924.html. Acesso em: 20 set. 2021.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. **What is an asteroid?** 2022b. Disponível em: <https://spaceplace.nasa.gov/asteroid/en/>. Acesso em: 28 fev. 2022.

NATIONAL REMOTE SENSING CENTRE – NRSC. **Remote Sensing Data Policy (RSDP)**. 2022. Disponível em: https://www.nrsc.gov.in/EOP_irsdata_Policy/page_3. Acesso em: 14 abr. 2022.

NTI. **New START treaty**. 2021a. Disponível em: <https://www.nti.org/education-center/treaties-and-regimes/treaty-between-the-united-states-of-america-and-the-russian-federation-on-measures-for-the-further-reduction-and-limitation-of-strategic-offensive-arms/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

NTI. **Strategic Arms Limitation Talks Treaty (SALT I)**. 2021b. Disponível em: <https://www.nti.org/education-center/treaties-and-regimes/strategic-arms-limitation-talks-salt-i-salt-ii/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

NTI. **Strategic Arms Limitation Talks Treaty (SALT II)**. 2021c. Disponível em: <https://www.nti.org/education-center/treaties-and-regimes/strategic-arms-limitation-talks-salt-ii/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. Defining socio-economic impacts from space programmes. In: ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **The Space Economy at a Glance 2011**. Paris: OECD Publishing, p. 78-79, 2011.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Measuring the economic impact of the space sector: key indicators and options to improve data**. Background paper for the G20 Space Economy Leader's Meeting (Space20). Saudi Arabia: [s.n.], p. 1-10, 2020.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **The space economy at a glance 2014**. [S.l.]: OECD Publisher, 2014.

OXFORD. **Taikonaut**. 2021. Disponível em: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authority.20110803101916587>. Acesso em: 13 out. 2021.

PAL, Sanchari. Transported on a bicycle, launched from a church: the amazing story of India's first rocket launch. **The Better India**, 2016. Disponível em: <https://www.thebetterindia.com/74283/first-rocket-india-thumba-vikram-sarabhai-abdul-kalam/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

PARACHA, Sobia. Military dimensions of the Indian space program. **Astropolitics**, vol. 11, n. 3, p. 156-186, 2013.

PARRINGTON, Alan. Mutually Assured Destruction revisited: strategic doctrine in question. **Airpower Journal**, v. 11, ed. 4, p. 4-19, 1997.

PEOPLES, Columba. The securitization of outer space: challenges for arms control. **Contemporary Security Policy**, v. 32, n. 1, p. 79-98, 2011.

PILLAI, Maya. Dual-use satellite technology. **British Pugwash**, 2016. Disponível em: <https://britishpugwash.org/wp-content/uploads/2016/05/21-Maya-Pillai.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2022.

PRASAD, Narayan; RAJAGOPALAN, Rajeswari. Creation of a defence space agency: a new chapter in exploring India's space security. In: SINGH, S.; DAS, P. **Defence Primer 2017: Today's Capabilities, Tomorrow's Conflicts**. 2017, p. 96-107.

PTI. India, US signed bilateral space situational awareness arrangement: Lloyd Austin. **Times of India**, 2022. Disponível em: <https://timesofindia.indiatimes.com/india/india-us-signed-bilateral-space-situational-awareness-arrangement-lloyd-austin/articleshow/90790865.cms?msclkid=2533241bc4a711ecb764e8af2f9c790b>. Acesso em: 25 abr. 2022.

PTI. ISRO sets up PSU to expand its space research and development on satellites launches. **The Print**, 2019. Disponível em: <https://theprint.in/science/isro-sets-up-psu-to-expand-its-space-research-and-development-on-satellites-launches/255573/>. Acesso em: 10 fev. 2022.

PTI. Space activities bill, space policy in final stages: ISRO chief. **Business Today**, 2020. Disponível em: <https://www.businesstoday.in/latest/economy-politics/story/space-activities-bill-space-policy-in-final-stages-isro-chief-263149-2020-07-05>. Acesso em: 15 abr. 2022.

QUALCOMM. **Qualcomm Announces Support for India's NavIC Satellite Navigation System in Commercial Chipset Platforms**. 2019. Disponível em: <https://www.qualcomm.com/news/releases/2019/10/qualcomm-announces-support-indias-navic-satellite-navigation-system>. Acesso em: 15 jun. 2022.

RAGHUVANSHI, Vivek. India to launch a defense-based space research agency. **Defense News**, 2019. Disponível em: <https://www.defensenews.com/space/2019/06/12/india-to-launch-a-defense-based-space-research->

agency/#:~:text=India%20to%20launch%20a%20defense-based%20space%20research%20agency. Acesso em: 12 abr. 2022.

RAJAGOPALAN, Rajeswari. A first: India to launch first simulated space warfare exercise. **The Diplomat**, 2019. Disponível em: <<https://thediplomat.com/2019/06/a-first-india-to-launch-first-simulated-space-warfare-exercise/>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

RAJAGOPALAN, Rajeswari. India's space strategy: geopolitics is the driver. **ISPI**, 2020. Disponível em: <https://www.ispionline.it/en/pubblicazione/indias-space-strategy-geopolitics-driver-28607>. Acesso em: 17 set. 2021.

RAJAGOPALAN, Rajeswari. Russian ASAT test highlights urgent need for space governance negotiations. **The Diplomat**, 2021. Disponível em: <https://thediplomat.com/2021/11/russian-asat-test-highlights-urgent-need-for-space-governance-negotiations/>. Acesso em: 30 nov. 2021.

RAJAIN, Arpit. **Nuclear deterrence in Southern Asia: China, India and Pakistan**. New Delhi: Sage Publications, 2005.

RANA, Ratika. India's Mega Projects: Denied GPS During Kargil War By US, ISRO Developed NavIC. **The Logical Indian**, 2022. Disponível em: <https://thelogicalindian.com/trending/navic-isro-33649>. Acesso em: 08 jun. 2022.

RANJAN, Amit. Conflicts without end: the case of South Asia. **Journal of Asian Security and International Affairs**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 84-97, 2018.

RAO, Manoranjan; SURESH, B.; BALAGANGADHARAN, V. **From fishing Hamlet to red planet: India's space journey**. Uttar Pradesh: HarperCollins Publishers, 2015.

REPORTLINKER. Military satellites global market report 2022. **Yahoo Finance**, 2022. Disponível em: <https://finance.yahoo.com/news/military-satellites-global-market-report-123400819.html?guccounter=1>. Acesso em: 30 mar. 2022.

RIBEIRO, Erik. **A Grande Estratégia da Índia: Ascensão de Uma Nova Grande Potência no Século XXI?**. Tese (Doutorado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Porto Alegre, p. 641, 2019.

RIBEIRO, Erik. **C4ISR**. 2016. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/57761146/Erik_Ribeiro_-_C4ISR-libre.pdf?1542148342=&response-content-disposition=attachment%3B+filename%3DC4ISR.pdf&Expires=1655507068&Signature=WlMS5ReTgrT~8NENRBCkQZUmQvHLTq0i7ihzo3eYxkj4LxyNf5ps60-T-cm-6u-7bGbWSwLdTY2UeonCvcTeK~g-EI0s4a5A3xva-YtSBLK8xZqesPSNwAZ4D01v9JTVBiW3wklrzofS0uKu1H9QTN0JhwlsMvBnBGYyx6Q5Ta3--0P4VHYqkVQ8CtsLn8FqT7wxUrnrX5uZAEJH~mJfVrrwEynhV9pUpjBYLuOaOHKxFgETQdxXzKonPyJpKrUMxiAJAPzaFjS70e2eTuh7da3pCWw~2uI58u8CnduzNMGsrXEETZZgwisjzJpOOmWgGvuK71j~1GT6fi1r4gqA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 17 jun. 2022.

RIBEIRO, Renata; VASCONCELLOS, Rodolpho. Comparative Perspective of the Brazilian and Indian Space Programs. **Astropolitics**, v. 15, n. 3, p. 217-234, 2017.

SAIC. **Smaller satellites present new ways to leverage space resources**. 2021. Disponível em: <https://www.saic.com/features/space/smallsats-present-new-ways-to-leverage-space-resources>. Acesso em: 14 abr. 2022.

SARTI, Josiane. **Aplicações militares do programa espacial da Índia**: as forças armadas e a guerra centrada em rede. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) – Programa de Pós-Graduação da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro, p. 105, 2018.

SCHLOSSER, Eric. **Command and control**: nuclear weapons, the Damascus accident, and the illusion of safety. New York: Penguin, 2013.

SCHWELLER, Randall. Neorealism's status-quo bias: what security dilemma? **Security Studies**, v. 5, n. 3, p. 90-121, 1996.

SET, Shounak. India's Space Power: Revisiting the Anti-Satellite Test. **Carnegie**, 2019. Disponível em: <https://carnegieindia.org/2019/09/06/india-s-space-power-revisiting-anti-satellite-test-pub-79797>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SHARMA, Aaditya. India's new space policy: propelling into the final frontier. **Rgnul Student Research Review (RSRR)**, 2021. Disponível em: rsrr.in/2021/03/01/space-policy-isro-in-space-privatisation/. Acesso em: 15 mar. 2022.

SHEEHAN, Michael. **The international politics of space**. New York: Routledge, 2007.

SINGH, Gurbir. **The Indian space programme**. London: Astrotalkuk Publications, 2017.

SINGH, Surendra. At 2+2, India, US sign new pact for monitoring space objects. **Times of India**, 2022. Disponível em: <https://timesofindia.indiatimes.com/india/at-22-india-us-sign-new-pact-for-monitoring-space-objects/articleshow/90808378.cms?msclkid=0177d67fc4a811ec8d762e62958b0f12>. Acesso em: 25 abr. 2022.

SKINNER, Ben. Military uses of outer space. **Space Security Index**, 2020. Disponível em: <https://spacesecurityindex.org/2020/11/military-uses-of-outer-space/>. Acesso em: 01 set. 2021.

SPACE FORCE. **About space force**. 2021. Disponível em: <https://www.spaceforce.mil/About-Us/About-Space-Force/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

SPACE FOUNDATION. **Space sector investment, commercial space revenue, new space telescopes and more**. Mensagem recebida por <jaine.gsouza95@gmail.com> em 26 out. 2021. Acesso em: 26 out. 2021.

SPACE FOUNDATION. **Space situational awareness**. 2021. Disponível em: https://www.spacefoundation.org/space_brief/space-situational-awareness/#:~:text=Space%20Situational%20Awareness%20%28SSA%29%20refers%20to%20keeping%20track,debris%20in%20Earth%20orbit.%20Credit%3A%20The%20Space%20Foundation. Acesso em: 09 abr. 2022.

SPACE FOUNDATION. **Which 8 nations had a record-setting year for rocket launches?** Mensagem recebida por: jaine.gsouza95@gmail.com em 18 jan. 2022. Acesso em: 20 jan. 2022.

SPACE REPORT. **Global space economy nears \$447B.** 2021a. Disponível em: <https://www.thespacereport.org/uncategorized/global-space-economy-nears-447b/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SPACE REPORT. **The space report 2021 Q1.** Washington: Space Foundation, 2021b.

SPACE REPORT. **The space report 2021 Q2: the authoritative guide to global space activity (Executive Summary).** Washington: Space Foundation, 2021c.

SPACE SECURITY INDEX - SSI. **Military uses of outer space.** 2020. Disponível em: <https://spacesecurityindex.org/2020/11/military-uses-of-outer-space/>. Acesso em: 16 ago. 2021.

SPARROW, Giles. **Spaceflight: the complete story from Sputnik to Shuttle and beyond.** 1 ed. London: Dorling Kindersley, 2007.

SUBRAMANIAM, Arjun. **India's wars: a military history (1947-1971).** Uttar Pradesh: HarperCollins Publishers, 2016.

TANDON, Tulika. What is Cryogenic Technology? All about ISRO's biggest cryogenic propellant tank. **Jagran Josh**, 2021. Disponível em: <https://www.jagranjosh.com/general-knowledge/what-is-cryogenic-technology-know-about-isros-biggest-cryogenic-propellant-tank-from-hal-1606825719-1>. Acesso em: 19 jun. 2022.

THE HINDU. **ISRO spy case: CBI probe into FIR would proceed in accordance with law, says SC.** 2021. Disponível em: <https://www.thehindu.com/news/national/isro-spy-case-cbi-probe-into-fir-would-proceed-in-accordance-with-law-says-sc/article35533812.ece>. Acesso em: 24 fev. 2022.

THE HINDU. **Navy's first satellite GSAT-7 now in space.** 2013. Disponível em: <https://www.thehindu.com/news/national/navys-first-satellite-gsat7-now-in-space/article5074800.ece>. Acesso em: 25 jul. 2021.

THE HINDU. **Who is Nambi Narayanan?** 2018. Disponível em: <https://www.thehindu.com/news/national/who-is-nambi-narayanan/article25016350.ece>. Acesso em: 24 fev. 2022.

THE WIRE. **Land acquisition for ISRO's second spaceport reaches final stage.** 2021. Disponível em: <https://science.thewire.in/spaceflight/land-acquisition-for-isros-second-spaceport-reaches-final-stage/>. Acesso em: 27 fev. 2022.

TRIPATHI, P. Weaponisation and militarisation of space. **CLAWS Journal**, p. 188-200, winter 2013.

UNION OF CONCERNED SCIENTISTS - UCS. **UCS satellite database**. 2021. Disponível em: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>. Acesso em: 29 set. 2021.

UN INSTITUTE FOR DISARMAMENT RESEARCH – UNIDIR. **Dual-use space assets and their impact on space security** (Outer Space Security Conference 2021). [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (1h29min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=v9uqNya5-dA&t=215s>. Acesso em: 01 dez. 2021.

UNITED NATIONS – UN. **Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT)**. Disponível em: <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/npt/>. Acesso em: 17 set. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – UNOOSA. **National space law**. 2021a. Disponível em <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/nationalspacelaw.html>. Acesso em: 27 nov. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – UNOOSA. **Online index of objects launched into outer space**. 2021b. Disponível em: https://www.unoosa.org/oosa/soindex/search-ng.jspx?lf_id=#?c=%7B%22filters%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22en%23object.launch.stateOrganization_s%22,%22value%22:%22India%22%7D%5D,%22sortings%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22object.launch.dateOfLaunch_s1%22,%22dir%22:%22desc%22%7D,%7B%22fieldName%22:%22object.launch.stateOfRegistry_s1%22,%22dir%22:%22asc%22%7D%5D%7D. Acesso em: 13 out. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – UNOOSA. **Online index of objects launched into outer space**. 2022. Disponível em: https://www.unoosa.org/oosa/soindex/search-ng.jspx?lf_id=#?c=%7B%22filters%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22en%23object.launch.stateOrganization_s%22,%22value%22:%22India%22%7D%5D,%22sortings%22:%5B%7B%22fieldName%22:%22object.launch.dateOfLaunch_s1%22,%22dir%22:%22desc%22%7D,%7B%22fieldName%22:%22object.launch.stateOfRegistry_s1%22,%22dir%22:%22asc%22%7D%5D%7D. Acesso em: 11 jan. 2022.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – UNOOSA. **Space debris mitigation guidelines of the committee on the peaceful uses of outer space**. Vienna: United Nations, 2010.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – UNOOSA. **Space law**. 2021c. Disponível em: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/index.html>. Acesso em: 27 nov. 2021.

UNITED NATIONS OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS – UNOOSA. **Space law treaties and principles**. 2021d. Disponível em: <http://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html>. Acesso em: 13 mai. 2021.

URRUTIA, Doris. India's anti-satellite missile test is a big deal. Here's why. **Space**, 2019. Disponível em: <https://www.space.com/india-anti-satellite-test-significance.html>. Acesso em: 30 nov. 2021.

VAHDAT, Amir; GAMBRELL, Jon. Iran guard reveals secret space program in satellite launch. **AP News**, 2020. Disponível em: <https://apnews.com/article/donald-trump-israel-persian-gulf-tensions-tehran-international-news-0b45baa8a846f55e058e98905e290ce5>. Acesso em: 31 mar. 2022.

VARADARAJAN, Siddharth. Former NSA Shivshankar Menon Says DRDO head never sought permission for ASAT test. **The Wire**, 2019. Disponível em: <https://thewire.in/security/former-nsa-shivshankar-menon-says-drdo-head-never-sought-permission-for-asat-test>. Acesso em: 22 abr. 2022.

VASANI, Harsh. India's anti-satellite weapons. **The Diplomat**, 2016. Disponível em: <https://thediplomat.com/2016/06/indias-anti-satellite-weapons/?msclkid=c6f19b32c27e11ec9c88c885c8a7f088>. Acesso em: 22 abr. 2022.

WALTZ, Kenneth. **Theory of international politics**. New York: McGraw-Hill, 1979.

WEEDEN, Brian. **2007 Chinese anti-satellite test**. 2010. Disponível em: https://swfound.org/media/9550/chinese_asat_fact_sheet_updated_2012.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

WOOD, Danielle; WEIGEL, Annalisa. Charting the evolution of satellite programs in developing countries : the space technology ladder. **Space Policy** , [S.L], v. 28, p. 15-24, jan. 2012.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Bringing space down to Earth**. 2015. Disponível em: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Bringing_Space_Down_to_Earth.pdf. Acesso em: 25 out. 2021.

ZAK, Anatoly. The R-7 intercontinental ballistic missile. **Russian Space Web**, 2019. Disponível em: <http://www.russianspaceweb.com/r7.html>. Acesso em: 17 set. 2021.

ZHE, Gong. Space agencies from BRICS countries begin satellite and data sharing. **CGTN**, 2022. Disponível em: <https://news.cgtn.com/news/2022-05-25/Space-agencies-from-BRICS-countries-begin-satellite-and-data-sharing-1akvZCk5evK/index.html>. Acesso em: 18 jun. 2022.

ANEXO A¹²⁰ – Lançamentos Espaciais da República da Índia (1975-2021)

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
ARIABATA	19/04/1975	-	Satélite experimental para tecnologia de satélite e alguns experimentos científicos. Lançado de um cosmódromo na URSS. Esse satélite completou sua missão e deixou de ser operacional em 11/02/1992.
BHASKARA	07/06/1979	-	Satélite experimental para a realização de levantamento de recursos terrestres. Esse satélite deixou de ser operacional em 17/02/1989.
Rohini Satellite (RS-1)	18/07/1980	-	Missão de tecnologia experimental, deixando de ser operacional em 20/05/1981.
Rohini Satellite (D-1)	31/05/1981	-	Primeiro voo de desenvolvimento do veículo de lançamento SLV-3; carregava uma carga útil de rastreador de referência para órbita precisa e determinação de atitude. Deixou de ser operacional em 08/06/1981.
APPLE Satellite	19/06/1981	GEO	Satélite de comunicações experimental
BHASKARA II	20/11/1981	-	Observação terrestre experimental. Esse satélite deixou de ser operacional em 30/11/1991.
INSAT 1A	10/04/1982	GEO	Satélite multiuso operacional para telecomunicações, meteorologia, imagem e retransmissão de dados, distribuição de programas de rádio e televisão e transmissão direta de televisão para recepção comunitária. Esse satélite é uma parceria entre Índia e EUA.
ROHINI D-2	17/04/1983	-	Segundo voo de desenvolvimento do SLV-3, em que carregava uma carga útil de sensor para realizar experimentos de sensoriamento remoto e determinação precisa de órbita e atitude. Deixou de ser operacional em 19/04/1990.

¹²⁰ Anexo elaborado com todos os satélites lançados pela República da Índia através do índice online de objetos lançados ao espaço sideral fornecido pela UNOOSA em 2021.

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
INSAT 1B	30/08/1983	GEO	Satélite multiuso operacional para telecomunicações, imagens meteorológicas e retransmissão de dados, distribuição de programas de rádio e televisão e transmissão direta de televisão para recepção comunitária
Indian Remote Sensing Satellite (IRS 1A)	17/03/1988	em órbita	Satélite em conjunto com a URSS, seu objetivo central era o sensoriamento remoto operacional da Terra para aplicações de gestão de recursos naturais
INSAT 1C	21/07/1988	GEO	Satélite multiuso operacional para telecomunicações, imagens meteorológicas e retransmissão de dados, distribuição de programas de rádio e TV e transmissão direta de TV para recepção comunitária
INSAT 1D	12/06/1990	GEO	Satélite multiuso operacional para telecomunicações, imagens meteorológicas e retransmissão de dados, distribuição de programas de rádio e televisão e transmissão direta de televisão para recepção comunitária
IRS 1B	29/08/1991	em órbita	Satélite operacional de sensoriamento remoto para gestão de recursos naturais
SROSS C	20/05/1992	-	Continha como carga um analisador de potencial de retardo, detectores de estouro de raio gama na faixa de energia de 20 keV a 3.000 keV. Deixou de ser operacional em 14/07/1992.
INSAT 2A	10/07/1992	GEO	Comunicação de longa distância nacional, meteorológico, serviço de coleta de dados, TV direta em áreas rurais e remotas, distribuição de programas de rádio e TV, serviços de busca e resgate auxiliados por satélite
INSAT 2B (SARSAT)	22/07/1993	GEO	Satélite multiuso, fornece telecomunicações domésticas de longa distância; Serviços de observação meteorológica da Terra e coleta de dados

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
SROSS-C2	4/5/1994	-	Possuía duas cargas úteis científicas: <i>Retarding Potential Analyzer</i> (RPA), para medir parâmetros do plasma e investigar a energética da ionosfera equatorial; Gamma Ray Burst (GRB), para estudar explosões de raios gama celestiais. Deixou de ser operacional em 12/07/2001.
IRS P2	15/10/1994	em órbita	Satélite engajado em aplicações práticas de tecnologia espacial para sensoriamento remoto de recursos naturais
INSAT 2C	06/12/1995	GEO	Serviços de comunicações domésticas. Transmissão direta de TV via satélite para a comunidade. Receptores de TV em áreas rurais e remotas. Distribuição de programas de rádio e TV. Serviços móveis via satélite
IRS 1C	28/12/1995	-	Observações da Terra e aplicações relacionadas ao gerenciamento de recursos naturais. Esse satélite deixou de ser operacional em 21/9/2007.
IRS P3	21/03/1996	em órbita	Observações da Terra para aplicações terrestres e oceânicas; e estudos astronômicos de raios-X
INSAT 2D	04/06/1997	GEO	Satélite multiuso, fornece serviços domésticos de telecomunicações; transmissão direta por satélite; distribuição de programas de rádio e TV; serviços móveis por satélite
IRS 1D	29/09/1997	em órbita	Satélite operacional de sensoriamento remoto para gestão de recursos naturais
INSAT 2E	03/04/1999	GEO	Serviços de telecomunicações nacionais e internacionais. Distribuição de programas de rádio e TV. Serviços de satélite meteorológicos
IRS P4 (OCEANSAT 1)	26/05/1999	em órbita	O satélite indiano de sensoriamento remoto (IRS-P4) carrega um <i>Ocean Color Monitor</i> (OCM) e um radiômetro de varredura multifrequencial por micro-ondas (MSMR)
INSAT 3B	22/03/2000	GEO	Satélite de comunicação

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
GSAT 1	18/04/2001	em órbita	Satélite de comunicação experimental no primeiro voo de desenvolvimento do veículo de lançamento GSLV
Technology Experiment Satellite (TES)	22/10/2001	em órbita	Satélite de experimento de tecnologia
INSAT 3C	23/01/2002	GEO	Satélite de comunicação
METSAT	12/09/2002	GEO	Satélite meteorológico
INSAT 3A	09/04/2003	GEO	Satélite multiuso para comunicação e meteorologia
GSAT 2	08/05/2003	GEO	Satélite de comunicações experimental
INSAT 3E	27/09/2003	GEO	Satélite de comunicação
IRS P6	17/10/2003	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto
GSAT 3	20/09/2004	GEO	Satélite de comunicação com transponders na banda-Ku e banda-C estendida para redes educacionais
HAMSAT	05/05/2005	em órbita	Satélite para operadores de rádio amadores
CARTOSAT 1	05/05/2005	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto para aplicações cartográficas
INSAT 4A	21/12/2005	GEO	Satélite para comunicações e transmissões com <i>transponders</i> de 12 Ku-band e 12 C-band
CARTOSAT 2	10/01/2007	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto
INSAT 4B	11/03/2007	GEO	Satélite para comunicações e transmissões com <i>transponders</i> de 12 Ku-band e 12 C-band
AAM/PSLV	23/04/2007	em órbita	Ao contrário dos outros satélites, este não foi registrado nas Nações Unidas. Teste conectado ao quarto estágio do PSLV.
INSAT 4CR	02/09/2007	GEO	Satélite para comunicação e transmissão com <i>transponders</i> de 12 Ku-band para serviço direto para casa
CARTOSAT 2A	28/04/2008	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto
Indian Mini Satellite (IMS) 1	28/04/2008	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
CHANDRAYAAN 1	22/10/2008	Lunar	Exploração científica da Lua para estudar sua origem e evolução
Moon Impact Probe (MIP)	22/10/2008	Lunar	Exploração científica da Lua de perto. Esse satélite deixou de ser operacional em 14/11/2008.
ANUSAT	20/04/2009	-	Demonstração tecnológica construída por uma universidade indiana. Esse satélite deixou de ser operacional em 18/04/2012.
RISAT 2	20/04/2009	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto para aplicações de gestão de desastres.
OCEANSAT 2	23/09/2009	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto para estudo dos parâmetros da superfície do oceano
RUBIN 9.1/9.2/PSLV	23/09/2009	em órbita	Satélite com parceria entre Índia e Alemanha, contudo, não está registrado nas Nações Unidas.
CARTOSAT 2B	12/07/2010	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto para aplicações cartográficas
STUDSAT	12/07/2010	em órbita	Satélite de demonstração de alunos
RESOURCESAT 2	20/04/2011	em órbita	Satélite de observação terrestre
YOUTHSAT	20/04/2011	em órbita	Satélite pequeno experimental
GSAT 8	20/05/2011	GEO	Satélite de comunicações posicionado a 55 graus de longitude leste
GSAT 12	15/07/2011	GEO	Satélite de comunicações posicionado a 83 graus de longitude leste
MEGHA TROPIQUES	12/10/2011	em órbita	Satélite de observação meteorológica
JUNGNU	12/10/2011	em órbita	Nano satélite do Instituto Indiano de Tecnologia, tendo como função sensoriamento remoto
SRMSAT	12/10/2011	em órbita	Nano satélite da Universidade Sri Ramaswamy Memorial para observação da Terra
RISAT 1	26/04/2012	em órbita	Monitoramento agrícola e gerenciamento de desastres naturais

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
GSAT 10	28/09/2012	GEO	Satélite de comunicações posicionado na longitude 83 graus leste
SARAL	25/02/2013	em órbita	Satélite não registrado na ONU
IRNSS 1A	01/07/2013	em órbita	Satélite de navegação regional. É o primeiro satélite no Sistema de Satélite Regional de Navegação da Índia.
INSAT 3D	25/07/2013	GEO	Satélite meteorológico posicionado na longitude 82 graus leste
GSAT 7	29/08/2013	GEO	Satélite de comunicação posicionado na longitude 74 graus leste
MARS ORBITER SPACECRAFT	05/11/2013	areocêntrica	Missão de demonstração tecnológica para exploração interplanetária
GSAT 14	05/01/2014	GEO	Satélite de comunicações colocado a 74 graus de longitude leste
IRNSS 1B	04/04/2014	em órbita	Segundo satélite no Sistema de Satélite Regional de Navegação da Índia
IRNSS 1C	16/10/2014	GEO	Satélite de navegação da série IRNSS
GSAT 16	07/12/2014	GEO	Satélite de comunicação
IRNSS 1D	28/03/2015	GEO	Satélite de navegação da série IRNSS
GSAT 6	27/08/2015	GEO	Satélite não registrado na ONU
ASTROSAT	28/09/2015	em órbita	Missão para observação astronômica
GSAT 15	11/11/2015	GEO	Satélite de comunicação
IRNSS 1E	20/01/2016	GEO	Satélite de navegação da série IRNSS
IRNSS 1F	10/03/2016	GEO	Satélite de navegação da série IRNSS
IRNSS 1G	28/04/2016	GEO	Satélite de navegação da série IRNSS
SWAYAM	22/06/2016	em órbita	Satélite não registrado na ONU
CARTOSAT 2C	22/06/2016	em órbita	Satélite de sensoriamento remoto
SATHYABAMASAT	22/06/2016	em órbita	Satélite não registrado na ONU
INSAT 3DR	08/09/2016	GEO	Satélite não registrado na ONU
PRATHAM	26/09/2016	em órbita	Satélite experimental universitário
SCATSAT 1	26/09/2016	em órbita	Observação terrestre

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
PISAT	26/09/2016	em órbita	Satélite experimental universitário
GSAT 18	06/10/2016	GEO	Satélite de comunicação
RESOURCESAT 2A	07/12/2016	em órbita	Observação terrestre
SÉRIE CARTOSAT 2	15/02/2017	em órbita	Observação terrestre
INS 1A	15/02/2017	em órbita	Nano satélite experimental
INS 1B	15/02/2017	em órbita	Nano satélite experimental
GSAT 9	05/05/2017	GEO	Satélite de comunicação para nações do Sul da Ásia
GSAT 19	05/06/2017	GEO	Satélite de comunicação
NIUSAT	23/06/2017	em órbita	Satélite experimental universitário
CARTOSAT 2E	23/06/2017	em órbita	Observação terrestre
GSAT 17	28/06/2017	GEO	Satélite de comunicação
IRNSS 1H/PSLV	31/08/2017	-	Satélite não registrado na ONU. Este objeto permanece preso ao estágio superior por conta de uma falha na fase de separação do escudo térmico. Deixando de ser operacional em 02/03/2019
MICROSAT TD	12/01/2018	-	Satélite experimental. Deixou de ser operacional em 27/11/2020
CARTOSAT 2F	12/01/2018	em órbita	Observação terrestre
INS 1	12/01/2018	em órbita	Satélite não registrado na ONU
GSAT 6A	29/03/2018	em órbita	Satélite de comunicação. Registro aponta que a conexão com este satélite foi perdida em 01/04/2018
IRNSS 1L	11/04/2018	em órbita	Satélite de comunicação
GSAT 29	14/11/2018	GEO	Satélite de comunicação
Hyper-spectral Imaging Satellite (HYSIS)	29/11/2018	em órbita	Satélite de observação terrestre, com objetivo de estudar a superfície da Terra nas regiões visíveis, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas do espectro eletromagnético

(continua)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
EXSEEDSAT 1	03/12/2018	em órbita	Satélite não registrado na ONU
GSAT 11	05/12/2018	GEO	Satélite de comunicação
GSAT 7A	19/12/2018	GEO	Satélite de comunicação
KALAMSAT V2	24/01/2019	em órbita	PSLV no 4º estágio (PSLV C-44). Objeto permanece anexado ao estágio superior
MICROSAT R	24/01/2019	-	Satélite de imagem experimental. Em 27/03/2019 este satélite foi destruído pela Índia em um teste ASAT.
GSAT 31	06/02/2019	GEO	Satélite de comunicação
EMISAT	01/04/2019	em órbita	Satélite para medição de espectro eletromagnético
Plataforma Orbital PS4 do PSLV-C45, com três cargas experimentais [AIS, APRS, ARPA + PSLV 4º estágio]	01/04/2019	em órbita	As três cargas são: i) Sistema de Identificação Automática (AIS) para aplicação de satélites marítimos; ii) Sistema Automático de Repetição de Pacotes (APRS) para operações de rádio amador; e, iii) Analisador de Potencial de Retardo Avançado para Estudos Ionosféricos (ARIS) para pesquisas estruturais e composicionais da ionosfera
RISAT 2B	22/05/2019	em órbita	Satélite de imagens de radar
CHANDRAYAAN-2	22/07/2019	Lunar	Exploração lunar
VIKRAM LANDER	02/09/2019	-	Módulo de pouso na lua. Não registrado na ONU. A data de lançamento é considerada a partir da separação do Chandrayaan-2
CARTOSAT 3	27/11/2019	em órbita	Cartografia
RISAT 2BR1	27/11/2019	em órbita	Imagens de radar
GSAT 30	16/01/2020	GEO	Telecomunicação
EOS 01 (RISAT 2BR2)	07/11/2020	em órbita	Observação terrestre
CMS 01	17/12/2020	GEO	Comunicação
SDSAT	28/02/2021	em órbita	Satélite estudantil para pesquisas da magnetosfera e radiação ionosférica
SINDHU NETRA	28/02/2021	em órbita	Identificação automática de navios

(conclusão)

Nome do Objeto Espacial	Lançamento	Órbita	Função do Objeto Espacial
UNITYsat/GHRCEsat	28/02/2021	em órbita	Demonstrador de tecnologia de sistemas e subsistemas desenvolvidos nacionalmente para nano e picossatélites
UNITYsat/JITsat	28/02/2021	em órbita	Demonstrador de tecnologia de sistemas e subsistemas desenvolvidos nacionalmente para nano e picossatélites
UNITYsat/SriShakthi Sat	28/02/2021	em órbita	Demonstrador de tecnologia de sistemas e subsistemas desenvolvidos nacionalmente para nano e picossatélites

Fonte: UNOOSA, 2022.

ANEXO B – Missões dos Veículos Lançadores da Índia

(continua)

Título	Tipo de Lançador	Data de Lançamento	Carga Útil	Observações
SLV-3	-	17/04/1983	RS-D2	-
SLV-3D1	-	31/05/1981	RS-D1	-
SLV-3E2	-	18/07/1980	RS-1	-
SLV-3E1	-	10/08/1979	Carga de tecnologia Rohini	Missão sem sucesso
ASLV-D4	-	05/05/1994	SROSS-C2	-
ASLV-D3	-	20/05/1992	SROSS-C	-
ASLV-D2	-	13/07/1988	SROSS-2	Missão sem sucesso
ASLV-D1	-	24/03/1987	SROSS-1	Missão sem sucesso
PSLV-D1	PSLV-G	20/09/1993	-	Missão sem sucesso
PSLV-D2	PSLV-G	15/10/1994	IRS-P2	-
PSLV-D3	PSLV-G	21/03/1996	IRS-P3	-
PSLV-C1	PSLV-G	29/09/1997	IRS-1D	-
PSLV-C2	PSLV-G	26/05/1999	Oceansat (IRS-P4)	-
PSLV-C3	PSLV-G	22/10/2001	Satélite de experimento tecnológico (TES)	-
PSLV-C4	PSLV-G	12/09/2002	KALPANA-1	-
PSLV-C5	PSLV-G	17/10/2003	IRS-P6/RESOURCESAT-1	-
PSLV-C6	PSLV-G	05/05/2005	CARTOSAT-1/HAMSAT	-
PSLV-C7	PSLV-G	10/01/2007	CARTOSAT-2/SRE-1	-
PSLV-C8	PSLV-CA	23/04/2007	-	Colocou em órbita o satélite italiano AGILE
PSLV-C10	PSLV-CA	21/01/2008	-	Colocou em órbita o satélite israelense TecSAR-1
PSLV-C9	PSLV-CA	28/04/2008	CARTOSAT-2A/IMS-1	-

(continua)

Título	Tipo de Lançador	Data de Lançamento	Carga Útil	Observações
PSLV-C11	PSLV-XL	22/10/2008	Chandrayaan-1	-
PSLV-C12	PSLV-CA	20/04/2009	RISAT-2	-
PSLV-C14	PSLV-CA	23/09/2009	Oceansat-2	-
PSLV-C15	PSLV-CA	12/07/2010	Cartosat-2B	-
PSLV-C16	PSLV-G	20/04/2011	RESOURCESAT-2/ YOUTHSAT	-
PSLV-C17	PSLV-XL	15/07/2011	GSAT-12	-
PSLV-C18	PSLV-CA	12/10/2011	Megha-Tropiques	-
PSLV-C19	PSLV-XL	26/04/2012	RISAT-1	-
PSLV-C21	PSLV-CA	09/09/2012	-	Colocou em órbita o satélite francês SPOT 6
PSLV-C20	PSLV-CA	25/02/2013	SARAL	-
PSLV-C22	PSLV-XL	01/07/2013	IRNSS-1A	-
PSLV-C25	PSLV-XL	05/11/2013	Espaçonave da missão <i>Mars Orbiter</i>	-
PSLV-C24	PSLV-XL	04/04/2014	IRNSS-1B	-
PSLV-C23	PSLV-CA	30/06/2014	-	Colocou em órbita o satélite francês SPOT-7; o alemão DLR; o canadense NLS7.1/NLS7.2; e o singapurense VELOX-1
PSLV-C26	PSLV-XL	16/10/2014	IRNSS-1C	-
PSLV-C27	PSLV-XL	28/03/2015	IRNSS-1D	-
PSLV-C28	PSLV-XL	10/07/2015	-	Colocou em órbita três satélites britânicos DMC3
PSLV-C30	PSLV-XL	28/09/2015	Astrosat	-

(continua)

Título	Tipo de Lançador	Data de Lançamento	Carga Útil	Observações
PSLV-C29	PSLV-CA	16/12/2015	-	Colocou em órbita seis satélites de Singapura
PSLV-C31	PSLV-XL	20/01/2016	IRNSS-1E	-
PSLV-C32	PSLV-XL	10/03/2016	IRNSS-1F	-
PSLV-C33	PSLV-XL	28/04/2016	IRNSS-1G	-
PSLV-C34	PSLV-XL	22/06/2016	Série CARTOSAT-2	-
PSLV-C35	PSLV	26/09/2016	SCATSAT-1	-
PSLV-C36	PSLV-XL	07/12/2016	RESOURCESAT-2A	-
PSLV-C37	PSLV-XL	15/02/2017	Série CARTOSAT-2	-
PSLV-C38	PSLV-XL	23/06/2017	Série CARTOSAT-2	-
PSLV-C39	PSLV-XL	31/08/2017	IRNSS-1H	Missão sem sucesso
PSLV-C40	PSLV-XL	12/01/2018	Série CARTOSAT-2	-
PSLV-C41	PSLV-XL	12/04/2018	IRNSS-1I	-
PSLV-C42	PSLV	16/09/2018	-	Colocou em órbita dois satélites britânicos
PSLV-C43	PSLV	29/11/2018	HysIS	-
PSLV-C44	PSLV-DL	24/01/2019	Microsat-R	-
PSLV-C45	PSLV-QL	01/04/2019	EMISAT	-
PSLV-C46	PSLV-CA	22/05/2019	RISAT-2B	-
PSLV-C47	PSLV-XL	27/11/2019	Cartosat-3	-
PSLV-C48	PSLV-QL	11/12/2019	RISAT-2BR1	-
PSLV-C49	PSLV-DL	07/11/2020	EOS-01	-
PSLV-C50	PSLV-XL	17/12/2020	CMS-01	-

(conclusão)

Título	Tipo de Lançador	Data de Lançamento	Carga Útil	Observações
PSLV-C51	PSLV-DL	28/02/2021	-	Colocou em órbita o satélite brasileiro Amazônia-1
PSLV-C52	PSLV-XL	14/02/2022	EOS-04/ INSPIREsat-1/ INS-2TD	-
GSLV-D1	GSLV-MK-II	18/04/2001	GSAT-1	-
GSLV-D2	GSLV-MK-II	08/05/2003	GSAT-2	-
GSLV-F01	GSLV-MK-II	20/09/2004	EDUSAT (GSAT-3)	-
GSLV-F02	GSLV-MK-II	10/07/2006	INSAT-4C	Missão sem sucesso
GSLV-F04	GSLV-MK-II	02/09/2007	INSAT-4CR	-
GSLV-D3	GSLV-MK-II	15/04/2010	GSAT-4	Missão sem sucesso
GSLV-F06	GSLV-MK-II	25/12/2010	GSAT-5P	Missão sem sucesso
GSLV-D5	GSLV-MK-II	05/01/2014	GSAT-14	-
GSLV-D6	GSLV-MK-II	27/08/2015	GSAT-6	-
GSLV-F05	GSLV-MK-II	08/09/2016	INSAT-3DR	-
GSLV-F09	GSLV	05/05/2017	GSAT-9	-
GSLV-F08	GSLV	29/03/2018	GSAT-6A	-
GSLV-F11	GSLV	19/12/2018	GSAT-7A	-
GSLV-F10	GSLV	12/08/2021	EOS-03	Missão sem sucesso
LVM-3	GSLV-MK-III	18/12/2014	Missão CARE	-
GSLV Mk III-D1	GSLV-MK-III	05/06/2017	GSAT-19	-
GSLV Mk III-D2	GSLV-MK-III	14/11/2018	GSAT-29	-
GSLV Mk III-M1	GSLV-MK-III	22/07/2019	Chandrayaan-2	-

Fonte: ISRO, 2022 (b, h, i, n, r).