



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE – FACE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

FRANCISCA GALVÃO MARQUES

**PROGRESSO TECNOLÓGICO NO SETOR ESPACIAL BRASILEIRO NO
PERÍODO DE 2012 A 2021**

Brasília – DF

2023

FRANCISCA GALVÃO MARQUES

**PROGRESSO TECNOLÓGICO NO SETOR ESPACIAL BRASILEIRO NO
PERÍODO DE 2012 A 2021**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Gestão Econômica de Inovação Tecnológica.

Professora Orientadora: Doutora Andrea Felipe Cabello

Brasília – DF

2023

FRANCISCA GALVÃO MARQUES

**PROGRESSO TECNOLÓGICO NO SETOR ESPACIAL BRASILEIRO NO
PERÍODO DE 2012 A 2021**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia. Área de concentração: Gestão Econômica de Inovação Tecnológica.

Brasília, __ de _____ de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr^a. Andrea Felipe Cabello
Professora Orientadora

Prof. Dr^a. Amélia Naomi Onohara
Professor-Examinador-Externo

Prof. Dr^a. Michele Cristina Silva Melo
Professor-Examinador-Interno – FACE/UnB

Ao Precioso e Amado filho, Rafael Marques, porque tudo é por você e para você.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente ao Senhor Deus que por graça me proporcionou no contexto terreno, contemplar mais uma conquista no âmbito acadêmico. Aos meus Pais pelo dom da vida e a vocação familiar na condução do compromisso e responsabilidade social de nos incentivar e impulsionar escrever nossas histórias, reforçando que somente o estudo modifica a história de todo indivíduo. Obrigada por abdicarem de suas escolhas e sonhos, para nos priorizar e fornecer diante de suas possibilidades, a mim e a minhas irmãs os meios necessários para que seguíssemos persistindo e colecionando vitórias, tão minha quanto de vocês! Agradeço ainda, especialmente, a minha irmã e primeira Amiga no mundo, Luzia Galvão Marques, minha maior incentivadora e primeira confidente. Aos avós do Rafael, Eva Maria e Armando de Jesus, que por amor incondicional e cuidado ao meu filho Rafael, me proporcionaram um suporte indescritível, para que eu conseguisse concluir essa etapa.

À minha Orientadora Dra. Andrea Felipe Cabello, extraordinária e sempre tão solícita, generosa e paciente. Me proporcionou segurança e autonomia na condução dos estudos ao longo dessa jornada, possibilitando explorar o universo acadêmico e expandir a fronteira do conhecimento. Eternamente grata por tudo, desde o início.

Aos meus amigos de vida e confidências: Renor Monteiro, Aparecida Alves, pelo essencial incentivo e apoio, sempre tão presentes em momentos importantes e decisórios. Ao Jerônimo Costa da Silva, pelas aulas extras e maior compreensão de disciplinas relevantes, seu apoio foi indescritível e impagável. À Adriana Santos por suas orações, desde o processo seletivo e submissão do pré-projeto, sei que parte do fechamento desse ciclo tem sua participação na intercessão junto à Deus para que eu obtivesse êxito. À Michele Almeida pela sua gentileza e cumplicidade em momentos diversos nessa jornada, e Alexandra Borges pelo incentivo e compreensão, ser um afago com sua gentileza e presença. Vocês são demais e sou imensamente agradecida e feliz por tê-los em minha vida.

Às minhas amigadas constituídas e fortalecidas na turma, especialmente Wallérya Santos, Bruna Araújo, Thaís Araújo, Ediléia Gregolin, Joana Darc. Vocês foram essenciais! Dividir com vocês essa experiência fez com que os percalços fossem mais suaves, sendo possível superar os desafios com maior resiliência e flexibilidade.

À Equipe da Procuradoria Federal junto à AEB: a chefia imediata; Dr. Henrique Tróccoli Júnior e Dr. Ian Grosner, pela flexibilidade em permitir conciliar as atividades laborais com as acadêmicas. À Sofia Mello, pela gentileza, parceria e genialidade em dividir comigo as atribuições do setor e suporte diversos. Bem como, as servidoras Rose Maria do Nascimento pelo apoio frequente desde o incentivo a participar do processo seletivo do programa de mestrado quanto a celebração de cada disciplina finalizada, sempre tão gentil e sábia. A Priscila Hardman sempre compreensiva e generosa durante o período que estive no Gabinete. Pessoas fabulosas com as quais pude contar integralmente para conciliar os estudos em paralelo com as atividades de trabalho, vocês foram fundamentais.

Além das riquíssimas contribuições que proporcionaram *insights* e maior compreensão do tema proposto para a consolidação dessa dissertação. Meu imensurável agradecimento, aos servidores efetivos do quadro institucional da AEB, os Coordenadores Henrique Nascimento Fernandes, Amélia Naomi, da Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios. Alexandre Macêdo de Oliveira, da Unidade Regional de São Jose dos Campos e Nádia Bandeira Sacenco Kornijezuk, analista em C&T lotada na Assessoria Internacional, e ao Dr. Petrônio Noronha de Souza, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

E por fim, à Agência Espacial Brasileira por promover a qualificação profissional aos servidores e colaboradores da AEB, bem como à Universidade de Brasília em contemplar a participação à comunidade externa.

RESUMO

Foi considerado o crescente aumento das atividades espaciais de forma globalizada e o progresso técnico no campo das aplicações promovido pelo avanço da tecnologia disponível à sociedade. Este estudo se propõe apresentar o progresso tecnológico em torno do contexto espacial brasileiro que perpassa pela atuação da indústria nacional e a sua capacidade e domínio e experiência no desenvolvimento tecnológico com vistas a compreender a expertise das empresas que participaram dos programas CBERS 04A, SGDC e Amazônia 1, elencados no portfólio PNAE 2012-2021 executados nos anos de 2017, 2019 e 2021. O estudo proporcionou compreender atuação da indústria no âmbito dos programas executados sob a coordenação da Agência Espacial Brasileira, além de observar as dificuldades existentes, apesar de todo progresso técnico em torno da consolidação das entregas para o Programa Espacial Brasileiro. Entretanto, a incipiente autonomia da indústria nacional aparenta ser um empecilho dentro da complexidade de inúmeras tratativas a serem estabelecidas na composição de um arranjo institucional, que contemplem uma demanda mais consistente de encomendas governamentais à indústria nacional que priorize o fortalecimento da capacidade tecnológica no setor espacial. Contudo, o estudo demonstrou que a indústria é agente essencial para o Programa Espacial Brasileiro, além de provocar reflexões sobre os obstáculos acerca da independência e atuação autônoma da indústria nacional diante do avanço tecnológico das atividades espaciais no Brasil e no mundo.

Palavras-chave: Indústria espacial, PNAE, satélite, políticas públicas, Programa Espacial Brasileiro, negócios.

ABSTRACT

It was considered the growing global increase in space activities and the technical progress in the field of applications, promoted by the advancement of technology available to society. This study proposes to show technological progress surrounding the context of Brazilian space that runs through its national industry's performance, and its capacity, dominance, and experience in technological development that seeks to comprehend the expertise of companies that participated in the programs CBERS 04A, SGDC and Amazonia 1, listed in the portfolio PNAE 2012-2021, executed in the years 2017, 2019 and 2021. This study has provided understanding in the industry's performance within the scope of the programs carried out upon Brazilian Space Agency's directions, in addition to observing existing difficulties, in spite of technical progress around materialization of projects for the Brazilian Space Program. Although, the incipient autonomy of the nation's industry appears to be an obstacle within the complexity of numerous negotiations to be established in composing an institutional adjustment that contemplates a more consistent demand of government commissions to the national industry, that prioritizes the strengthening of technological capacity in the space sector. However, this study has demonstrated that the industry is an essential agent for the Brazilian Space Program, besides provoking reflections on obstacles regarding independence and the national industry's involvement before the technological advancement of space activities in Brazil and in the world.

Keywords: Space industry; PNAE; satellite; public policies; Brazilian Space Program; Business.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de ganhos de eficiência e produtividade derivados de investimentos espaciais.....	8
Figura 2 - Estrutura Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE.....	16
Figura 3 - Orçamentos espaciais governamentais do G20 (2020).....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AEB – Agência Espacial Brasileira
- AIAB - Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil
- CBERS - *China Brazil Earth Resource Satellite*
- DCTA - Departamento de Ciência Tecnologia Aeroespacial
- EMBRAPII- Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
- ENCTI - Estratégia Nacional, Ciência, Tecnologia e Inovação
- ETEC – Encomenda Tecnológica
- FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
- FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
- IAE - Instituto de Aeronáutica e Espaço
- MCTI– Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação
- OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
- PEB – Programa Espacial Brasileiro
- PNAE - Programa Nacional de Atividades Espaciais
- PNDAAE – Programa Nacional de Atividades Espaciais
- PD&I - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
- SGDC – Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas
- SINDAAE - Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	INOVAÇÃO E PROGRESSO TÉCNICO.....	14
	2.1 Inovação e trajetórias tecnológicas.....	14
	2.2 Histórico do progresso tecnológico da indústria nacional no contexto espacial brasileiro.....	17
	2.3 O progresso tecnológico e a importância da indústria nacional para o desenvolvimento socioeconômico.....	18
3	O SETOR ESPACIAL NO BRASIL.....	22
	3.1 O setor espacial e sua intensidade tecnológica.....	23
	3.2 O papel do estado no setor espacial.....	24
4	AS RELAÇÕES INSTITUCIONAIS DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO COM A INDÚSTRIA NACIONAL.....	26
	4.1 Orçamento do Programa Espacial Brasileiro.....	28
	4.2 Políticas voltadas às empresas na indústria espacial nacional.....	30
	4.3 Avanço da indústria espacial nos últimos anos - New Space.....	31
	4.4 Análise: Descrição da dinâmica das empresas, principais projetos.....	33
	4.5 Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento econômico da indústria espacial no Brasil.....	35
5	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A contribuição do setor espacial para o mundo tem ganhado expressiva visibilidade nas grandes potências e em países em desenvolvimento. Os domínios das tecnologias oriundas do segmento espacial estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade e possibilitam inúmeras oportunidades, já que a exploração espacial é um setor impactante e importante no desenvolvimento econômico do país (SCHMIDT, 2011).

De acordo Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2019), à medida que as aplicações das tecnologias espaciais se multiplicam, também aumentam os impactos decorrentes delas. Os benefícios mais comumente identificados das atividades espaciais incluem impactos positivos no PIB, por meio de ganhos de emprego e receita, além dos diversos benefícios econômicos – especialmente a redução de custos associada a observações meteorológicas baseadas no espaço, excelência tecnológica e científica, maior segurança alimentar e inovação.

Com empresas comerciais fazendo progressos significativos, a interdependência entre ciência, indústria, política e sociedade aumentou consideravelmente. À medida que mais ativos estão sendo utilizados para atender às necessidades dos setores governamentais, comerciais e militares, o espaço hoje está se tornando cada vez mais congestionado, contestado e competitivo. E a exemplo dessa transição que ocorre no cenário espacial mundial, o Brasil busca manter-se atuante, pois vislumbra a competitividade e a expansão das atividades comerciais. Apesar desses objetivos, o país ainda enfrenta dificuldades orçamentárias, bem como uma insuficiente demanda à indústria brasileira (CABELLO et al., 2022).

De acordo com Rauen (2017), como ocorre na maioria dos países, no Brasil, o estado é o maior comprador de produtos e serviços da economia brasileira. No caso brasileiro, as características do setor espacial local impõem dificuldades ainda maiores quando comparado com outros países: a existência de uma indústria restrita e de pequeno porte; a inexistência de uma classificação específica aos produtos espaciais; e a dificuldade de entrega de produtos por parte da indústria nacional espacial (MELO e FREITAS, 2020).

Portanto, o estudo busca demonstrar o progresso tecnológico da indústria nacional no contexto Espacial Brasileiro no período de 2012 a 2021. No Brasil, também se mantém a visão de que a inovação é um elemento fundamental do desenvolvimento econômico e de que a indústria é o lugar privilegiado de sua materialização (Cruz, 2003), embora os recursos para investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) sejam escassos, principalmente nos

últimos quatro anos. Nessa perspectiva, o estudo demonstrará o progresso tecnológico no setor, além de apontar a capacidade nacional na ampliação do mercado a fim de compreender o retorno para sociedade.

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa ocorre a partir da perspectiva de analisar o progresso tecnológico estabelecido ao longo dos anos na indústria nacional espacial, com base nas principais demandas no PNAE 2012-2021 e entregas realizadas sob a coordenação da Agência Espacial Brasileira e dos órgãos do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE).

Desse modo, busca-se compreender a estrutura institucional que impulsiona a indústria espacial, proporciona reflexões sobre as lacunas existentes no curso do progresso tecnológico no setor espacial brasileiro, além de averiguar os estímulos e as limitações; e eventuais projeções de oportunidades no setor. Dessa forma, a dissertação, além da Introdução e Conclusão, dispõe no Capítulo 2, o referencial teórico que visa demonstrar o progresso tecnológico da indústria com a contextualização histórica nacional no contexto espacial; em seguida o Capítulo 3, analisa as características do setor espacial no Brasil; e por fim, no Capítulo 4, atuação e oportunidades para o Programa Espacial Brasileiro.

A metodologia selecionada para a pesquisa foi exploratória e qualitativa. Constituída em diferentes fontes, por meio de publicações acadêmicas e relatórios institucionais. Este estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória e descritiva, baseada na revisão bibliográfica de artigos acadêmicos referenciados na política espacial e aeroespacial estabelecido na literatura nacional e internacional, com destaque aos três grandes programas coordenados pela AEB e executados nos últimos anos, a saber, CBERS 04A, SGDC e Amazônia-1. A escolha de tais projetos busca demonstrar o progresso tecnológico que as empresas desempenharam no curso do seu desenvolvimento, analisando a dinâmica de inserção dessas empresas e a consolidação das demandas sob sua responsabilidade.

A escolha do período a ser analisado está relacionada ao prazo do Programa Nacional de Atividades Espaciais 2012-2021, no qual são listados os principais projetos para a área espacial. Nesse período analisado, por conta de diversos cortes orçamentários, diversos projetos não foram concluídos ou, ainda, tiveram que ser cancelados. Entre os projetos que foram concluídos no período, destacam-se o CBERS 04A, SGDC e Amazonia-1, que serão analisados nesse trabalho.

Para descrição do referido estudo foram realizadas consultas, ao PNAE 2012-2021, e ao site governamental da AEB, que proporcionou uma maior compreensão da ficha técnica dos principais programas, além de outros documentos sobre o setor espacial disponíveis de forma

pública. E também consultas informais a servidores da carreira de C&T do quadro efetivo do primeiro concurso, lotados na Assessoria de Cooperação Internacional (ACI), na Diretoria de Inteligência Estratégicas e Novos Negócios (DIEN), na antiga Diretoria de Política Espacial e Investimentos Estratégicos (DPEI) e servidores do quadro do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

2 INOVAÇÃO E PROGRESSO TÉCNICO

Schumpeter (1942) aponta que o crescimento econômico é impulsionado pelas inovações por meio de um processo dinâmico denominado como destruição criativa. De acordo com o autor, esse processo consiste na substituição de antigas tecnologias por novas, ou seja, a reformulação de uma ideia composta de uma nova versão, presente em produtos, processo, e novas formas de organizações ou modelos de negócios.

2.1 Inovação e trajetórias tecnológicas

Segundo Schumpeter (1982) e Salles-Filho, Beatriz; Bonacelli (2010), a inovação é o que institui a realidade capitalista, pela “concorrência de novas mercadorias, novas técnicas, novas fontes de suprimento, novo tipo de organização”, geradas pela nova combinação de recursos. Segundo o autor as novas combinações podem ocorrer de forma contínua, como ajustes, ou de forma descontinuada, que é a consolidação do desenvolvimento.

Dessa forma, essas novas combinações, ou transformações e iniciativas, o que no âmbito do setor espacial, se dão pelo surgimento de novas empresas de caráter privado, de pequeno à médio porte; a aplicação de novos negócios; bem como, companhias de tecnologia da informação que buscam explorar o mercado em diversas modalidades, caracterizando soluções disruptivas/criadoras.

Para Schumpeter (1982), a mudança econômica é iniciada através do produto, ao considerar que esse mesmo produto é submetido a novas combinações do meio de produção. Ou seja, a invenção, novo produto, fonte de matéria-prima ou fonte de produção.

Para Schumpeter (1982), a inovação é descrita como destruição criadora, por consistir no processo de destruição do antigo e criação do novo, além de ser a inovação o motor das mudanças estruturais do capitalismo, variável endógena ao sistema econômico. Consistindo na destruição de estruturas vigentes substituídas por novas, forças intrínsecas a ser desestabilizada de tempos em tempos implicando a melhoria do bem-estar coletivo.

O autor ainda destaca que “este processo de destruição criadora é básico para se entender o capitalismo”. Segundo o autor, é por meio do processo de destruição criadora que se constitui o capitalismo e toda firma que deseja se manter no mercado deve em algum momento, passar pelo contínuo processo de destruição para se adaptar e modificar-se e por fim se estabelecer de forma reformulada. Assim, o que o processo de destruição criadora proporciona é evitar que a empresa capitalista se afunde diante de uma eventual turbulência.

Desse modo a empresa/firma capitalista não deve ficar inerte a inovação, visto que o processo da destruição criadora tido como a essência do capitalismo, favorece condições propícias de oportunidades a serem aproveitadas.

De acordo com Schumpeter (1982), a inovação tecnológica é propulsora do desenvolvimento econômico, tendo em vista que tecnologia vigente dita como “moderna e /ou atual”, torna-se defasada, sendo substituída por uma outra inovadora. Por sua vez, o mercado está inserido no sistema econômico capitalista, que beneficia a mudança e o processo tecnológico decorrente da criação de novos bens de consumo, métodos de produção e mercados, razão pela qual a inovação tem importância na ascensão do sistema econômico.

Dessa forma, não é necessariamente a concorrência de preços que determina a dinâmica do mercado competitivo; mas é a concorrência por novas mercadorias, técnicas, suprimentos e formas de organização que assegura ganhos competitivos em relação ao custo e à qualidade, ao levar não apenas lucro, justamente por tornar bens mais atrativos aos consumidores e com menores custos as empresas, proporcionando-lhe ganhos de produtividade reaplicados ao sistema vigente. Dessa forma, (Schumpeter, 1982; Salles-Filho, Beatriz; Bonacelli, 2010) descreve o desenvolvimento em cinco etapas:

-1) pela realização de novas combinações, que contemplam a Introdução de um novo bem — ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados — ou de uma nova qualidade de um bem.

2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria.

3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não.

4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada.

5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, pela trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio.

Desse modo, para o autor qualquer um dos itens citados acima, inseridos ao setor produtivo deveriam provocar ondas de transformações, espontânea e descontínua com ruptura no mercado promovendo a alteração e instabilidade do estado (pré-estabelecido), tonando-se um novo normal.

De forma, segundo Schumpeter (1982) e Salles-Filho, Beatriz; Bonacelli (2010) a figura do empresário inovador é o responsável por novos produtos, novos processos industriais por meio de combinações mais eficientes dos fatores de produção.

Para Dosi (1982), a trajetória tecnológica é constituída pelo padrão de atividades de solução de problemas, baseado em um paradigma tecnológico, e pela importância da inovação que impulsiona o processo precedente a cada inovação radical, estabelecida pela inserção de um produto ou um processo novo, capaz de estimular a descontinuidade do desenvolvimento tecnológico promovendo o progresso técnico a ser desenvolvido ao longo de trajetórias tecnológicas, interrompidas pela emergência de novos paradigmas tecnológicos. De acordo com o autor, essas trajetórias são caracterizadas por diferentes graus de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade, que condicionam o processo de aprendizado, um aspecto central dessas trajetórias.

Dosi (1982), define o paradigma tecnológico como um modelo e um padrão de soluções de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados das ciências naturais e sobre tecnologias materiais selecionados.

Para o autor, a validação do progresso tecnológico permite explorar as trajetórias tecnológicas e a ocorrência de mudanças paradigmáticas. O paradigma é um pacote de procedimentos que direcionam a observação sobre um problema tecnológico, definindo o contexto, os objetivos a serem alcançados e os recursos a serem utilizados.

Para Dosi (1982), a trajetória tecnológica pode ser definida como fragmentos próprios no interior de um paradigma tecnológico, correspondendo, em geral, às respostas as compensações estabelecidas entre as variáveis tecnológicas. Dessa forma, esses paradigmas tecnológicos constituem-se das modificações que venham sofrer, por meio das inovações radicais que estão na origem de um novo paradigma decorrentes de novas oportunidades abertas por descobertas científicas ou por obstáculos encontrados no desenvolvimento de determinadas trajetórias tecnológicas. Por fim, para Dosi (1982), a seleção do mecanismo provenientes das gerações de mutações, sendo estas; a escolha da direção de mutações e depois o selecionar do paradigma tecnológico, que na ótica de Schumpeter, consiste na exploração de novas tecnologias, na qual o mercado funciona como um sistema de recompensa e penalidades, verificando e selecionando entre diversas alternativas. Ou seja, identificar as oportunidades no explorar de novas tecnologias, sendo esta a sobreposição do obsoleto ao novo em diferentes circunstâncias.

2.2 Histórico do progresso tecnológico da indústria nacional no contexto espacial brasileiro.

De acordo com Rosenberg (1982), as sociedades industriais ocidentais hoje desfrutam de um nível mais alto de bem-estar material não apenas porque consomem maiores quantidades per capita dos bens disponíveis. Em vez disso, eles têm disponíveis formas inteiramente novas de transporte rápido, comunicação instantânea, poderosas fontes de energia e uma gama desconcertante de bens inteiramente novos que eram inimagináveis 150 ou 200 anos atrás.

Percebe-se que o processo da evolução das coisas na história da sociedade é algo contínuo. Ao observar a reflexão do autor, constata-se que o progresso tecnológico está em tudo que contempla a globalização em diferentes cadeias e momentos distintos da sociedade. O progresso tecnológico está condicionado a fatores que refletem no conhecimento, métodos, procedimentos, experiência de casos de sucesso ou insucesso além dos dispositivos e equipamentos (DOSI, 1984).

De acordo com Antunes (2017), o Brasil foi o primeiro país sul-americano a lançar e operar seus próprios satélites no começo da década de 1990, e vinte anos antes já possuía um centro mundialmente reconhecido de pesquisa espacial e operações de aplicações no espaço.

Para Vellasco e Nascimento (2020), os programas espaciais são muito valorizados mundo afora, pois os poucos países que conseguem acessar o espaço são dotados de status e poder. Para os autores, as possibilidades de acesso ao espaço, proporcionam reconhecimento, pois o domínio das atividades espaciais foi aprimorado para maior eficiência e bem-estar da civilização. A literatura demonstra que a economia espacial é vasta na otimização das aplicações inseridas no dia a dia da sociedade.

Esse processo de criação de novas tecnologias espaciais envolve todos os atores públicos e privados envolvidos no desenvolvimento, fornecimento e uso de produtos e serviços relacionados ao espaço, passando por pesquisa e desenvolvimento, fabricação e uso de infraestrutura espacial (estações terrestres, veículos lançadores e satélites) até aplicações habilitadas para o espaço, tais como equipamentos de navegação, telefones via satélite, serviços meteorológicos etc., além do próprio conhecimento científico gerado por tais atividades. A economia espacial vai muito além do próprio setor espacial, uma vez que também compreende os impactos cada vez mais difundidos e em constante mudança (quantitativos e qualitativos) de produtos, serviços e conhecimentos derivados do espaço na economia e na sociedade (OCDE, 2012).

Para se ter uma ideia, a economia espacial, em 2022, foi avaliada em US\$ 464 bilhões de dólares. Somente a parte de aplicações espaciais é responsável por US\$ 364 bilhões de dólares, ou seja, 78% da economia espacial (Euroconsult, 2023). Isso demonstra o impacto e transversalidade das tecnologias espaciais para a sociedade.

2.3 O progresso tecnológico e a importância da indústria nacional para o desenvolvimento socioeconômico

A OCDE (2019) define como os setores beneficiários do setor espacial aqueles setores econômicos que se beneficiam dos efeitos estimulados pelas atividades espaciais. Como parte das categorias selecionadas, incluem agricultura; saúde; transportes e urbanismo; educação; gestão ambiental; monitoramento climático e meteorologia; energia; telecomunicações; gestão de desastres; finanças e seguros; manufatura, mineração e construção; indústrias de alta tecnologia; defesa e segurança; turismo e lazer; pesquisa e desenvolvimento e ciência; análise de dados e serviços baseados em localização; e outros serviços genéricos.

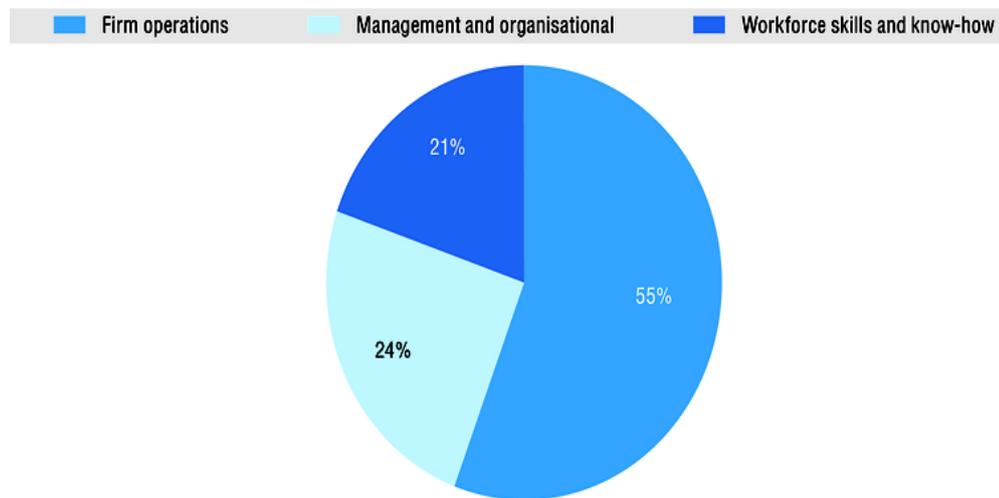
De acordo com Schmidt (2011), o estudo de uma indústria e de suas relações com a economia nacional pressupõe um entendimento comum de quem é essa indústria: as firmas que a constituem e que características são importantes para a compreensão de sua estrutura. Segundo a autora, essa identificação não é simples dada a amplitude dos setores e atividades econômicas abrangidas no contexto das atividades espaciais.

Cabello et al. (2022) fazem uma descrição desse setor, chamando a atenção para a existência de empresas típicas do setor espacial e de outras que atuam nesse setor de forma eventual, mostrando que as relações desse setor com outros da economia são bastante complexas. Ainda mais para o caso do Brasil, onde as empresas que compõem o setor são pequenas e dependentes de projetos do governo. Também é importante destacar que poucas empresas são essencialmente espaciais, sendo que, na maioria das vezes, as empresas pertencem a outro setor e realizam atividades marginais na área espacial.

Assim, a implementação das atividades espaciais possibilita novos fluxos de lucro além do próprio setor espacial, com destaque para as receitas advindas das atividades comerciais e de desenvolvimento de aplicações para diversos segmentos, além de efeitos sobre a geração de emprego. Os ganhos de produtividade e eficiência representam outra categoria fundamental de benefícios. De acordo com OCDE (2019), mais da metade desses benefícios (55%) envolve a melhoria e eficiência de processos e operações de produção, que podem ser

convertidos em lucros, aliados aos ganhos de produtividade da mão de obra, que resultam das melhorias na formação de competências e no know-how da mão-de-obra. A Figura 1 (OCDE, 2019), mostra os tipos de ganhos de eficiência e produtividade derivados de investimentos espaciais.

Figura 1 - Tipos de ganhos de eficiência e produtividade derivados de investimentos espaciais.



Fonte: OCDE (2019).

Há evidências crescentes do papel que as tecnologias satelitais podem desempenhar no apoio aos objetivos de desenvolvimento socioeconômico. A área de Observação da Terra (informação geoespacial, imagens de satélite, teledetecção), a área de telecomunicações por satélite e banda larga, bem como tecnologias de posicionamento e navegação globais (GPS, Glonass) encontram muitas aplicações especificamente direcionadas para o desenvolvimento econômico. Aplicações de Observação da Terra podem ser utilizadas para o monitoramento da produção agropecuária e monitoramento de desastres ambientais; as aplicações de telecomunicações são essenciais para a tele-educação e telessaúde, principalmente em áreas remotas; e as tecnologias de geolocalização permitem o desenvolvimento de aplicativos de rastreamento de frotas, transporte urbano e entregas municipais.

O investimento em infraestrutura espacial também tem a capacidade de apoiar na criação de outras infraestruturas, como por exemplo, na rede de distribuição de água, construção de estradas, monitoramento e criação da rede de transportes, e na infraestrutura de solo para captação e disseminação das redes de telecomunicações. Particularmente, nas regiões em desenvolvimento caracterizadas pela escassa densidade populacional e pela complexa dinâmica

da urbanização, os dados satelitais podem melhorar a execução de uma vasta gama de políticas de desenvolvimento a nível local, regional e nacional. Ou seja, funcionam como alternativas que abrangem planejamento estratégico para as políticas públicas no fornecimento de prestação de serviços públicos, expressos como já dito antes em vários segmentos (OCDE 2019).

De acordo com a Euroconsult (2021), o mercado espacial global estava avaliado em US\$ 337 bilhões em 2021, um aumento de 6% em relação a 2020. Importante destacar que o setor espacial, por sua resiliência foi capaz de manter sua receita mesmo durante a pandemia de Covid-19. Isso demonstra que as aplicações espaciais são essenciais para o desenvolvimento das atividades comerciais e industriais de qualquer país. Soma-se a isso, a necessidade gerada pela pandemia de soluções digitais para comunicações, saúde e educação, que foram obrigadas a buscarem novas formas de serem colocadas em prática. A telessaúde e a tele-educação são exemplos, de como a pandemia forçou a adoção de novas tecnologias e métodos para garantir o acesso à saúde e educação, principalmente em áreas remotas. Também foi possível perceber a utilização das ferramentas de comunicação para garantir o funcionamento de empresas e indústrias no momento de isolamento social. Plataformas que permitiam acesso online a documentos e reuniões tiveram um crescimento exponencial durante os anos de 2020 a 2022.

Por conta das características do setor espacial, em especial, do setor de aplicações, a economia espacial tem atraído diversos investidores nos últimos anos. Contudo, esses investidores têm focado não somente na área de aplicações, mas também no segmento *upstream*, ao compreender que o segmento de aplicações somente existe graças as infraestruturas satelitais e de lançamento.

Segundo Orlova, Nogueira e Chimenti (2020), o setor espacial tem fortes externalidades positivas, e a estrutura do investimento governamental vem sendo modificada à medida que empresas comerciais criam novos mercados e produtos espaciais. Inicia-se o período conhecido como New Space, onde o setor privado não apenas passa a ser responsável por grande parte dos investimentos, mas também o Governo muda sua forma de atuação, exigindo somente os requisitos macro dos projetos, cabendo ao setor privado a definição das tecnologias para atender às solicitações governamentais. Um exemplo é o projeto Artemis, da Nasa, que colocou como desafio o desenvolvimento de uma cápsula capaz de pousar na Lua. Diversas empresas participaram do edital da agência espacial para o desenvolvimento de tipos diferentes de soluções, que ao final, uma será escolhida para participar da missão lunar.

Para Orlova, Nogueira e Chimenti (2020), neste século, foram fundadas mais de 220 empresas espaciais, apoiadas por anjos e capital de risco, atraindo investimentos de mais de US\$ 21,8 bilhões. Dois terços de tais empresas foram abertas nos últimos 6 anos,

principalmente por causa do aumento do interesse dos fundos de capital de risco na área espacial. O investimento de capital de risco em *start-ups* espaciais totaliza US\$ 8,4 bilhões durante o período 2000-2020, com 85% investidos nos últimos 4 anos. Em 2018, o investimento de capital de risco atingiu US\$ 2 bilhões pela primeira vez, tornando-se um ano recorde na história do empreendedorismo espacial. As novas empresas espaciais aspiram aproveitar as vastas oportunidades comerciais que o espaço pode oferecer para modelos de negócios elegíveis baseados em avanços tecnológicos e eficiência operacional.

Assim, as revoluções no modo de atuação dos agentes governamentais, a atração de investimentos para o setor espacial, na expansão da participação de empresas privadas e a criação de mercados e novos produtos espaciais comerciais são responsáveis por alterar o cenário e a dinâmica do setor espacial global. Desse modo, Orlova, Nogueira e Chimenti (2020), apontam que a tendência predominante é a crescente importância do setor privado no ecossistema espacial superando a defesa/segurança e as agências espaciais tanto em investimentos quanto em receitas. Um dos principais impulsionadores parece ser a demanda por comunicações de alta velocidade e baixa latência com o aumento da base de usuários da Internet e o advento de dispositivos conectados, Internet das Coisas (IoT) e comunicações máquina a máquina.

3 O SETOR ESPACIAL NO BRASIL

De acordo com Cabello et al. (2022), as primeiras ações do Brasil na área espacial tiveram início na década de 1960. Entretanto, a Agência Espacial Brasileira foi criada apenas em 1994. A AEB realiza a coordenação central do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE, composto pela AEB como coordenação central, com INPE e IAE como órgãos executores, além da academia e a indústria.

De acordo com o PNAE (2012), a atividade espacial no Brasil conta com a participação de vários atores. De acordo Cabello et al. (2022), apesar da demora em seguir uma tendência mundial, as empresas privadas existentes no Brasil fornecem bens e serviços valiosos para o setor espacial além de exportar alguns desses produtos. Entretanto, a atuação dessas empresas não se limita apenas ao contexto espacial tendo em vista a demanda não ser recorrente, condicionando-as a atuar em outros campos, até mesmo em nichos relacionados a atividades espaciais, mas não discriminadamente do setor espacial, ao considerar a demanda insuficiente para que haja uma atuação regular da indústria nacional.

No PNAE (2012) está claro que os programas espaciais dependem de alavancagem por projetos estruturantes. Assim, a literatura demonstra o papel que o governo teve para viabilizar muitos dos avanços do setor espacial, como, por exemplo, por meio de relações institucionais que possibilitassem os arranjos necessários, em princípio pelas compras públicas. Uma de suas iniciativas para fomentar o setor foi a publicação, pela AEB, de dois catálogos: O catálogo da Indústria Espacial Brasileira e o catálogo de Fornecedores do Centro de Alcântara, disponíveis no site da Agência Espacial Brasileira.

De acordo com Cabello et al. (2022), o primeiro é um portfólio de apresentação para o mundo buscando a prospecção de oportunidade de negócios, enquanto o segundo é composto das empresas fornecedoras do Centro de Lançamento de Alcântara. Juntas, as empresas presentes nos dois catálogos compõem 138 empresas, sendo que nem todas atuam de forma específica no setor espacial.

Tendo em vista a complexidade do setor, o presente estudo será norteado com base nos seguintes projetos, realizados recentemente pelo setor espacial: CBERS 04A, SGDC e Amazonia-1, do portfólio de missões PNAE 2012-2021 da Agência Espacial Brasileira, por empresas brasileiras integrantes da Associação de Indústrias Aeroespaciais Brasileiras – AIAB, em São José dos Campos/São Paulo - SP.

3.1 O setor espacial e sua intensidade tecnológica

Segundo Hatzichronoglou et al. (2005), a intensidade tecnológica pode ser apontada como consequência da utilização das tecnologias inovativas, as quais são geradas no interior das empresas, já que a tecnologia é fator chave para o crescimento e a competitividade dos negócios. Empresas que são intensivas em tecnologia inovam mais, conquistam novos mercados e utilizam os recursos disponíveis de uma forma mais produtiva, geralmente oferecendo melhor remuneração para quem nelas atuam.

Ainda de acordo com Hatzichronoglou et al. (2005), pode-se afirmar que a atividade espacial é um setor intensivo de alta tecnologia, tendo em vista que ele concentra em seu grupo, uma porção de atividades em produtos voltadas para a produção de bens de capital e de bens de consumo duráveis, acentuado pelos serviços de aplicações provenientes dos satélites.

Indústrias de alta intensidade tecnológica são aquelas que se expandem de forma robusta no mercado internacional e o seu dinamismo impacta na performance da indústria devido à presença de efeitos de *spillover* (Furtado e Carvalho, 2005).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) revisou e atualizou a sua classificação de intensidade tecnológica para incluir os setores de serviços e os demais setores não manufatureiros, suprimindo uma deficiência da classificação anterior que captava apenas a manufatura (MORCEIRO, 2019).

Embora a classificação da OCDE de setores por sua intensidade de tecnologia tenha sido atualizada, ela não incluiu e tão pouco contempla a atividade espacial brasileira de forma individualizada. Isso dificulta classificar a intensidade tecnológica do Brasil no contexto espacial nacional, deduzindo que seja alta pela característica das tecnologias críticas desenvolvidas nos projetos. Em contrapartida, de acordo com dados da PINTEC essa classificação é tida como alta por contemplar o setor aeroespacial como um todo, em múltiplas atividades de cunho civil e militar. Entretanto, essas atividades são predominantemente do tipo aeronáutico e de serviços relacionados a aviação, utilizadas no contexto aeroespacial e espacial, em componentes eletrônico em hardware ou software, fornecidos em peças ou soluções desenvolvidas para o segmento das aplicações (IBGE, 2017).

De acordo com Dewes et al. (2015), estimular o desenvolvimento de novas tecnologias é hoje um dos principais objetivos das políticas públicas em países desenvolvidos e emergentes. No entanto, certos setores de alta tecnologia são impulsionados principalmente por compras governamentais, aumentando o papel ativo do governo em investimentos e pesquisa. Segundo os autores, a alta intensidade tecnológica aplicada ao setor espacial e desenvolvida

pela indústria é caracterizada dessa forma pelo desenvolvimento de produtos diferenciados, de alto valor agregado e intensivos em tecnologia, voltados à solução de problemas complexos, e que apresentam risco econômico constante para as empresas demandadas pelo governo.

Ainda do ponto de vista de Dewes et al. (2015), essa alta intensidade é condicionada a produtos diferenciados, entre eles, satélites, veículos lançadores e outros equipamentos relacionados. Os projetos são caracterizados por serem de longo prazo, o que eleva a complexidade do mesmo, assim como o risco que as empresas assumem quando do início do desenvolvimento.

Para os mesmos autores, há diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em termos de gestão de P&D, inovação e sistemas setoriais. Nos países desenvolvidos, normalmente existe uma estrutura nacional de inovação; as relações universidade-indústria são descritas pela universidade realizando pesquisa básica, deixando para as empresas o papel de desenvolvimento de aplicações tecnológicas. Isso é facilmente visualizado no caso dos Estados Unidos, principal país da exploração espacial, que possui uma elevada infraestrutura disponível para a execução de projetos de P&D espaciais.

Percebe-se, dessa forma, que o crescimento do país, otimizado pela inovação, depende, no caso da atividade espacial, em um primeiro momento das demandas do estado. Esse cenário tem mudado com o advento do New Space e a entrada de empresas privadas no setor. Os grandes projetos ainda continuam sendo financiados pelo Estado, com a execução e definição da trajetória tecnológica a ser seguida, sendo realizadas pelas empresas privadas. Por outro lado, as empresas privadas também atuam criando novos mercados, como por exemplo, o de turismo espacial e o de mineração espacial.

3.2 O papel do estado no setor espacial

De acordo com Bourdieu (2005) e Antunes, (2017), o estado é o maior agente na pesquisa espacial, visto que sua atuação se estabelece por meio do incentivo ao desenvolvimento científico com a participação dos autores do ecossistema espacial, no caso do Brasil, constituído pelos órgãos do SINDAE.

Isso converge com afirmação de Ruttan (2006) e de Mazzucato (2014), que o investimento governamental de longo prazo é o motor por trás de quase todas as criações, sejam esses projetos ou produtos de interesse do governo, como os sinalizados no referido estudo. Ruttan (2006) analisou o desenvolvimento de seis complexos de tecnologia diferentes, quais

sejam, o sistema de “produção em massa” americano; tecnologias de aviação; tecnologias espaciais; tecnologia da informação; tecnologia da internet; e energia nuclear; e concluiu que os investimentos governamentais foram importantes para a criação dessas técnicas.

Já para Mazzucato (2014), o estado tem em sua incumbência direcionar recursos para áreas e orientações específicas; trata-se de abrir novas janelas de oportunidades; intermediar as interações ente os agentes públicos e privados envolvidos no desenvolvimento tecnológico, incluindo aqueles entre o capital de risco público e privado; e facilitar a comercialização de produtos e serviços (BLOCK, 2008; FUCHS, 2010).

De acordo com Shabbir et al. (2021), o aumento das atividades espaciais impactou significativamente os mercados locais, regionais e globais, juntamente com uma crescente interação entre governos, setor privado, sociedade e política; relações essas permeadas pelo progresso tecnológico que há em torno do ecossistema espacial.

Para Laplane (2015), a combinação de riscos tecnológicos e de mercado e o alto volume de recursos financeiros envolvidos na exploração de novos mercados inevitavelmente resultam no fato do setor público ser chamado a participar ativamente, suportando o risco e o custo do desenvolvimento tecnológico nas áreas fronteiriças, o que justificaria o estado brasileiro a exemplo dos outros países ser o principal investidor em todos os projetos.

4 AS RELAÇÕES INSTITUCIONAIS DO PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO COM A INDÚSTRIA NACIONAL

De acordo com Vellasco (2019), em 1994, ano de criação da AEB, também foi publicado o Decreto n. 1.332, de 1994, que aprovou a atualização da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE). Já nas considerações iniciais do texto, é reconhecido que os avanços do Brasil no setor espacial precisam ser consolidados e ampliados, com participação tanto do setor governamental quanto do privado e, em especial, do parque industrial brasileiro. Desse modo, a composição do Programa Espacial Brasileiro não se consolida de forma individual e sim a partir da sinergia desses atores, o que notadamente observa-se desde a inserção do país na história do programa espacial, assim como em diversos projetos individuais, como CBERS 04A, SGDC e o Amazonia-1. A Figura 2 mostra a estrutura do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – SINDAE.

De acordo com Cabello et al. (2022), a AEB foi definida como o corpo central do SINDAE. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE passou a ser responsável pelos projetos de satélites, enquanto o Ministério da Defesa, nas pessoas institucionais do Departamento de Ciência Tecnologia Aeroespacial – DCTA e o Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE, tratam dos projetos relacionados a lançadores. No entanto, essa ainda é uma estrutura organizacional incipiente.

A Figura 2 descreve como se estabelecem as relações institucionais no Programa Espacial Brasileiro. Entretanto, esse tem tido uma atuação fragmentada dos atores, em que a AEB tem relação perene e contínua com os principais agentes envolvidos: com o INPE, para os temas relacionados a satélites, educação e aplicações espaciais; e com o DCTA, quando a temática se refere a lançadores, centros de lançamento, atividades espaciais de uso dual (civil e militar) (VELLASCO, 2019).

Figura 2 - Estrutura Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE.



Fonte: Agência Espacial Brasileira, 2023.

De acordo com Vellasco (2019), cabe destacar que, dentro da estrutura do DCTA, está o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), para o qual a AEB destina recursos para pesquisas e desenvolvimento de lançadores e de propulsores. Um ponto importante a ser considerado é que, apesar de haver essa relação estabelecida entre a AEB e essas instituições setoriais, a relação, historicamente, não tem sido de coordenação pela AEB. A fraca atuação da AEB se deve em parte por falta de capacidade técnica, afinal, embora tenha sido criada em 1994, seu primeiro concurso foi realizado somente em 2014.

É por meio da dinâmica de descentralização de recursos que essa divisão do sistema se concretiza no Programa Espacial Brasileiro, ou seja; o governo estabelece o programa, e o seu desenvolvimento é transferido, com recursos, para os institutos de pesquisa, INPE para satélites e IAE para veículos lançadores. Os institutos podem terceirizar parte do desenvolvimento para a indústria nacional. Assim, foram realizados os projetos alvo desse trabalho: os satélites CBERS 04A; Amazonia-1 e o SGDC. Importante destacar que o satélite CBERS 04A foi fruto de uma parceria entre Brasil e China, e parte do seu desenvolvimento foi realizado pela indústria nacional; o satélite SGDC foi uma aquisição realizada pelo governo

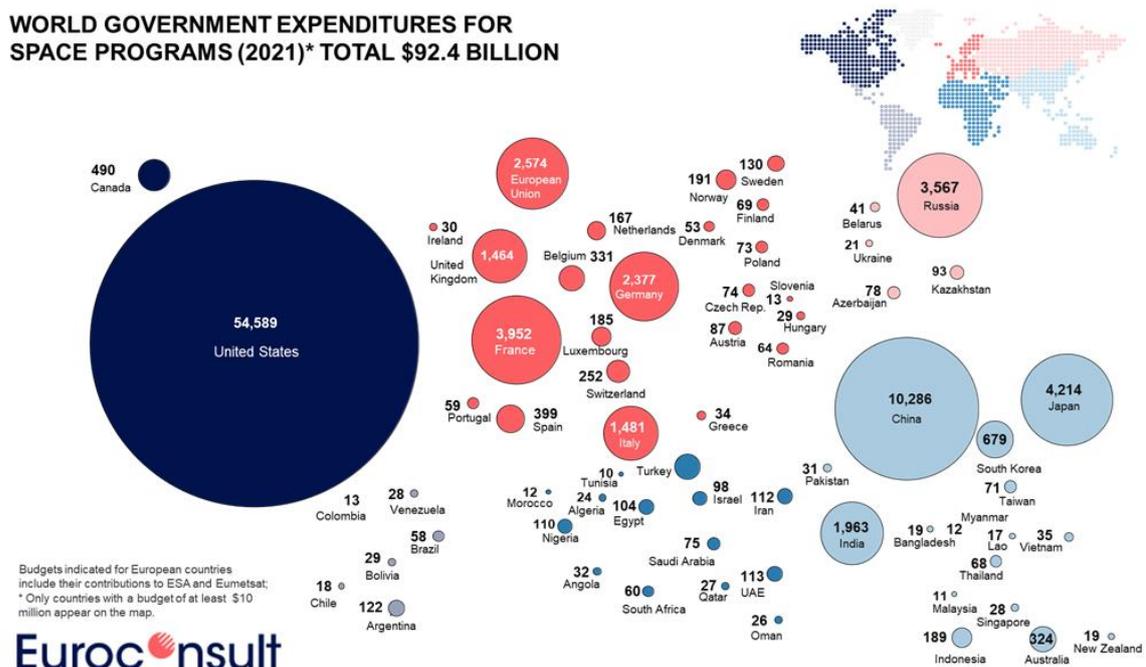
brasileiro junto à empresa francesa Thales Alenia, com requisitos de capacitação técnica e transferência de tecnologia para empresas nacionais; e por fim o satélite Amazonia-1 foi completamente integrado no Brasil, também com participação da indústria nacional.

4.1 Orçamento do Programa Espacial Brasileiro

De acordo com a OCDE (2021), o importante papel dos investimentos governamentais no desenvolvimento das atividades espaciais é uma tendência que deve continuar na próxima década, apesar da maior participação do setor privado. Nas economias do G20, os atores governamentais desempenham um papel fundamental na economia espacial como investidores, desenvolvedores, proprietários, operadores, reguladores e clientes. Os governos também são cada vez mais parceiros do setor privado, para o desenvolvimento conjunto de produtos e serviços espaciais.

Nesse sentido, é o governo predominantemente o centralizador orçamentário, visto que a maior parte desse investimento provém da atividade espacial, concentrada na ciência espacial, fabricação de artefatos espaciais e lançamento espacial. A Figura 3 mostra os orçamentos governamentais dos principais países em 2021.

Figura 3 - Orçamentos espaciais governamentais do G20 (2020).



Como pôde se observar, os Estados Unidos são líderes no investimento governamental espacial, com US\$ 54 bilhões de dólares investidos no ano de 2021. Em seguida temos China, Japão, França e Rússia, com orçamentos muito inferiores ao norte-americano. O Brasil teve um orçamento, nesse ano, estimado em US\$ 58 milhões de dólares, valor inferior ao orçamento da Argentina, por exemplo.

Embora seja crescente o progresso das atividades espaciais no contexto global, no Brasil, em razão da pouca prioridade e das inúmeras dificuldades financeiras, entre elas o orçamento disponibilizado ao PEB, ainda é insuficiente ao se considerar as características dos produtos espaciais.

De acordo com Majumdar (2015), tecnologias transformadoras, especialmente de alta intensidade como é o caso dos produtos espaciais e atividade espacial, são desenvolvidas em projetos duradouros que ultrapassam o período de 10 a 20 anos. Dessa forma, o processo orçamentário anual do governo usado hoje é incompatível com esse financiamento devido a todos os altos e baixos dos ciclos econômicos. O orçamento é bastante suscetível à volatilidade orçamentária. Conforme aponta Cabello et al. (2022), o orçamento espacial brasileiro apresentou, nas últimas duas décadas, uma variação considerável como fração do PIB e apesar do orçamento público dessas atividades mostrar um claro aumento orçamentário entre 2008 e 2014, foi seguido por uma queda acentuada. Essas variações estão relacionadas às condições macroeconômicas que permitiram ao governo aumentar o financiamento em 2008 e 2014 e, em seguida, forçaram uma restrição, que converge com a exposição de Majumdar (2015), na qual aponta que os investimentos governamentais de longo prazo são impactados pela política econômica.

Contudo, de acordo com Cabello et al. (2022), apesar da prioridade da política espacial brasileira ter sido modificada ao longo dos anos, o investimento das atividades de Observação da Terra foi mais estável, oscilando entre cerca de 20% do orçamento espacial no período de 2000 a 2010 a um pico de 50,6% em 2017, com uma média de 32,2% do orçamento destinado ao setor espacial pela AEB para todo o período.

O período entre 2008 e 2014 passou por um crescimento acelerado e aumento da renda para o Brasil. No entanto, desde 2015, o país entrou em uma crise fiscal da qual ainda não se recuperou. Desse modo percebe-se um reflexo negativo, haja vista que a ausência de um orçamento robusto tende a comprometer o progresso técnico do Programa Especial Brasileiro, considerando que a redução dos investimentos afeta o quadro de profissionais, exportações da indústria, provoca o fechamento de empresas tradicionalmente estabelecidas no mercado e que

já dominam a tecnologia, atraso no cronograma de entrega dos projetos e atraso irrecuperável da maturidade tecnológica das empresas.

4.2 Políticas voltadas às empresas na indústria espacial nacional

De acordo com a OCDE (2022), as políticas espaciais estão firmemente fundamentadas em estruturas nacionais de inovação, onde diferentes atores, políticas e instituições governamentais constituem um sistema multicamada e interdependente. Em consonância com Shabbir et al. (2021), a política espacial nacional estabelece direções para a conduta governamental em relação ao programa espacial, traçando prioridades para o futuro e orientando as atividades dos departamentos governamentais e comerciais. A política espacial deve ser orientada pelo propósito nacional, interesses, objetivos ou diretrizes políticas emitidas pelo governo e deve incorporar as razões para investir no espaço.

Entretanto, Cabello et al. (2022), apontam que o setor público tem estado sob uma política fiscal errática, na qual mesmo prioridades claras são deixadas de lado. Isso significa que é muito difícil para novos projetos obterem tração, e isso leva a restrições extraordinariamente fortes à capacidade das empresas privadas de crescer e se expandir. Contudo, o governo busca dentro da composição de políticas públicas, no nicho das atividades espaciais formas de estimular essas empresas, que proporcione oportunidade que subsidiam os projetos na área espacial.

O Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação – MCTI com a Lei n.º 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como “Lei do Bem”, em seu Capítulo III, regulamentado pelo Decreto nº 5.798, de 7 de junho de 2006, criou benefícios fiscais à inovação. Dentre os incentivos no contexto de PD&I foram instituídos para estimular investimentos privados em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, quer na concepção de novos produtos, como no processo de fabricação, bem como na agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique em melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou de produtividade, resultando em maior competitividade no mercado. Os benefícios visam estimular a fase de maior incerteza quanto à obtenção de resultados econômicos e financeiros pelas empresas no processo de criação e testes de novos produtos, processos ou aperfeiçoamento dos mesmos (risco tecnológico) (BRASIL, 2005).

O recém-criado Fundo de Investimento em Participações (FIP) Aeroespacial (GOÉS, 2014), com participações do BNDES, da Finep, da Embraer e da Desenvolve SP (dotação inicial

de R\$ 131,3 milhões), também contribui para aproximar o país da melhor prática internacional. Ele aumenta o investimento em empresas de pequeno porte que operam na fronteira tecnológica e impõe regras de governança e transparência que são críticas para empreendimento desse tipo. Além da Lei Complementar 177/2021, que impede o contingenciamento de recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) moderniza a gestão do recurso e preserva contra tentativas de bloqueios da administração pública, é, portanto, uma grande conquista para os atores, especialmente aqueles que se beneficiam da ciência, tecnologia e inovação no país.

4.3 Avanço da indústria espacial nos últimos anos - New Space.

De acordo com Gil et al. (2020), o New Space é frequentemente considerado como uma tendência autônoma ou como uma revolução ou disrupção que provavelmente substituirá as práticas anteriores adotadas pelo setor espacial. A visão em preto e branco esconde uma realidade mais complexa, incluindo também evoluções suaves e interações entre todos os atores envolvidos nas atividades espaciais.

Para os autores a novidade é o crescente número de novos atores privados tentando romper a atual cadeia de suprimentos com novas abordagens: satélites menores, novas órbitas, uso de COTS (comercial off the shelf ou produto de prateleira), etc. A proposição de novos modelos de negócios ou abordagens comerciais, incluindo a maior integração vertical, sinaliza uma transição constante, principalmente em termos de transferência de responsabilidade do público para o privado no processo de desenvolvimento.

A literatura demonstra que há uma extensa transformação em curso, e não se trata apenas da redução dos custos de lançamento e acessibilidade ao espaço. A partir da entrada de entes privados no setor, há a expectativa de lucros, retorno e prestígio. Atividades como de turismo espacial ou mineração espacial já são dominadas completamente por empresas privadas. No caso da mineração espacial, embora ainda não existam tecnologias suficientes para o exercício da atividade, diversas empresas já adentraram nesse segmento, visualizando os retornos que poderão ser obtidos no futuro.

Contudo, como dito anteriormente, a principal mudança do New Space é a mudança de mentalidade do setor. O governo exercia um papel predominante nos projetos espaciais, identificando os requisitos macro e micro e tendo controle total do processo de desenvolvimento. Atualmente, com a maior participação do setor privado, o governo é

responsável somente pela definição dos requisitos macro, sendo as empresas as responsáveis por todo o processo de identificação e desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de atender aos problemas colocados pelo governo. Um exemplo é o programa Artemis, da Nasa, onde a agência espacial norte americana definiu os requisitos de um produto capaz de viajar e pousar na Lua. Empresas como SpaceX, Blue Origin e Lockheed Martin disputaram o processo seletivo, e cada uma investiu milhares de dólares no desenvolvimento de tecnologias e produtos que fossem capazes de atender à solicitação da Nasa.

Dessa forma, para os autores, o principal pressuposto do New Space é que existe um potencial inexplorado nas atividades do espaço comercial. A chamada “democratização do espaço” implica que os interesses comerciais desempenhem um papel preponderante ou, pelo menos, que os recursos dos governos e das empresas comerciais sejam combinados para uma melhor eficiência. Os principais impulsionadores do novo apetite por atividades espaciais são as novas necessidades: conectividade global, transformação digital da sociedade, IoT (Internet of Things ou internet das coisas) e M2M (Machine to Machine), etc.

Nessa nova era espacial existem quatro tendências principais:

- Miniaturização e padronização: o exemplo mais representativo é o desenvolvimento de cubesats com armazéns de componentes COTS e lojas online;
- O surgimento de novos fornecedores especializados, visando a redução de custos por meio da produção em massa. Um exemplo típico é a propulsão elétrica para pequenos satélites (por exemplo, *Thrust Me*) ou módulos de rádio definidos por software para cargas úteis de comunicações (por exemplo, Cesium Astro);
- Integração vertical, garantindo o controle da cadeia de suprimentos (ex. SpaceX) e, às vezes, contornando processos pesados de contratação e aquisição. Uma integração total é a fusão entre operação de serviço e fabricação de satélites (por exemplo, Planet com os satélites Dove ou Maxar com Digital Globe);
- Novas técnicas de fabricação, como manufatura aditiva (por exemplo, motor Rutherford do foguete *Electron*).

No caso do Brasil, a transição para o New Space ainda não se concretizou de forma completa. As empresas já estabelecidas continuam dependentes de projetos governamentais. Contudo, nota-se a criação de diversas startups, tanto na área de satélites e veículos lançadores, quanto no segmento de aplicações.

4.4 Análise: Descrição da dinâmica das empresas, principais projetos.

De acordo com Melo e Freitas (2021), o Satélite CBERS 04A é o sexto satélite da cooperação entre China e Brasil e foi lançado em 20 de dezembro de 2019, a partir do Centro de Lançamento de Satélites de Taiyuan, na China. É um satélite de sensoriamento remoto de média resolução, dotado de cargas úteis ópticas com resoluções na faixa de 2 a 60 metros. A configuração do satélite é próxima dos satélites anteriores da série CBERS, exceto com relação à câmera imageadora, que possui qualidade superior às anteriores (INPE, 2020).

Sendo um projeto conjunto Brasil – China, a divisão de responsabilidades permaneceu em 50% para cada país, assim como a responsabilidade no fornecimento dos subsistemas e equipamentos. Nesse programa, de acordo com o PNAE 2012-2021 (AEB,) participaram as empresas brasileiras da indústria nacional a saber: Aeroeletrônica, Cenic, Equatorial, Fibraforte, Funcate, Mectron, Omnisys, Opto Eletrônica, Orbital e Neuron. As empresas brasileiras forneceram diversos equipamentos, como os de geração e condicionamento de energia a bordo do satélite (painéis solares, unidade de condicionamento e baterias), a estrutura do satélite, o sistema de comunicação e respectivas antenas, o computador de bordo e as câmeras MUX e WFI, além de equipamentos de teste e de suporte, como os contêineres para o transporte do satélite (INPE, 2022).

Cabe destacar que de acordo com Ferreira (2016), as empresas Mectron, Equatorial e Omnisys foram uma espécie de *spin-off*, visto que sua iniciação nas atividades espaciais surgiu a partir da inserção dos servidores advindos de órgãos, como o INPE e o DCTA.

Segundo Oliveira (2014) e Vellasco (2019), esse aumento da participação da indústria brasileira nas últimas gerações do CBERS em relação aos CBERS-1&2 deveu-se ao aumento de maturidade do INPE e das empresas do setor. Enquanto no caso dos primeiros satélites, as contratações industriais contemplavam tão somente a fabricação, ficando toda a concepção a cargo do INPE e da Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), no caso dos satélites CBERS 3&4. A autoria de projeto da maior parte dos subsistemas e equipamentos ficou integralmente a cargo da indústria. No caso do CBERS-4A também se notou a divisão de tarefas entre Brasil e China, com o Brasil sendo fornecedor de componentes para o satélite, o que auxiliou na manutenção e criação de competências por parte da indústria nacional.

O Amazonia-1 é o primeiro satélite de Observação da Terra totalmente desenvolvido, testado, operado e integrado em solo brasileiro (INPE, 2022). Tem o objetivo de monitorar o desmatamento da região que leva seu nome, além de encaminhar dados de agricultura nacional. O artefato pesa aproximadamente 700 kg e teve investimento de mais de US\$ 300 milhões

(AEB, 2022). O referido lançamento ocorreu em 28 de fevereiro de 2021, no Centro de Lançamento Satish Dhawan, em Sriharikota, Índia. O foguete PSLV-51 foi desenvolvido pela empresa estatal NewSpace India Limited em parceria com a Organização de Pesquisa Espacial Indiana (ISRO) e corresponde a uma série de lançadores de órbita polar (NSIL, 2021). O Amazonia-1 foi a principal carga do PSLV-51 que lançou mais de 18 satélites conjuntamente (INPE, 2021). Da mesma forma compuseram esse projeto as empresas brasileiras da indústria nacional de acordo (PNAE 2012-2021, p. 22): Atech, Cenic, Fibraforte, Mectron, Omnisys e Opto Eletrônica.

Cabe salientar que, de acordo Ferreira (2016), a Mectron pertence ao grupo Odebrechet, um dos maiores e mais diversificados conglomerados empresariais brasileiros, que trabalha em setores de engenharia, infraestrutura, indústria, energia, transportes e meio ambiente. A elevada dimensão — internacional e/ou setorial — dos grupos controladores permite que essas empresas possuam fontes de capitalização em tempos de menor demanda do setor espacial, principalmente por parte da inconstância dos programas espaciais brasileiros.

E por fim, o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) lançado no dia 4 de maio de 2017, no foguete Ariane V, de um centro espacial na Guiana Francesa, é o primeiro totalmente operado e controlado pela administração federal, em parceria entre a Telebrás, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e o Ministério da Defesa (MD). Com 5,8 toneladas, 5 metros de altura e 58 Gbps de capacidade, o equipamento está posicionado a uma distância de 36 mil quilômetros da superfície da Terra.

Como forma de gerenciar o projeto, foi definida a empresa Visiona. De acordo com Ferreira (2016), a Visiona foi constituída como uma *joint venture* entre a Embraer (grupo brasileiro líder nos setores aeroespacial e de defesa, que detém 51% do capital da nova empresa) e a Telebrás - empresa estatal de economia mista do setor de telecomunicações, com 49% do capital (VISIONA, 2016). A empresa atuou como a principal contratante do (SGDC), realizou uma seleção internacional e contratou a empresa franco-italiana Thales Alenia Space e a europeia Arianespace, para fornecerem, respectivamente o satélite e seu lançamento à órbita.

No contrato com a Thales Alenia Space (TAS), estava prevista a transferência de tecnologia. As competências buscadas por este programa foram concentradas principalmente em engenharia de sistemas, gerenciamento de projetos, gestão de riscos, especificação e gestão de requisitos, cujo objetivo final é garantir a consolidação da Visiona como a empresa integradora da indústria espacial nacional.

O SGDC contou com um investimento total de R\$ 2,7 bilhões, com financiamento da FINEP e executado pela empresa brasileira Visiona, conforme (PNAE 2012-2021, p. 24).

Cumpra ressaltar que essa e as demais empresas mencionadas nos programas acima descritos, compõem o grupo de empresas associadas à Associação de Indústria Aeroespacial Brasileira - AIAB, concentrado no parque tecnológico em São José dos Campos. No SGDC, o reflexo do progresso técnico acentuou-se pela transferência de tecnologia.

A título de comparação, de acordo com Vellasco (2019), os satélites SCD-1 e SCD-2 foram integralmente projetados, desenvolvidos, qualificados, integrados e testados pelo INPE. A participação da indústria nacional nestes projetos ficou em torno de 10% no SCD-1 e 20% no SCD-2, segundo Costa Filho (2000) e Noronha (2010).

4.5 Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento econômico da indústria espacial no Brasil.

Em entrevista à Revista Tecnologia & Defesa - Ano 39 - Nº 167, em setembro de 2022, o Presidente da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil - AIAB, afirmou que os setores aeronáutico e espacial enfrentam desafios diferentes pelo fato de estarem em estágios distintos de maturidade. Para ele, um dos principais desafios para o Brasil é de construir uma política industrial adequada, que respeite as especificidades de cada segmento. Isso porque no Brasil há dois tipos de indústria no segmento, a aeroespacial e espacial que tem orçamento e política distintos.

Para a AIAB, o país avançou em relação ao fomento e à inovação tecnológica com o apoio de instituições como FINEP, FAPESP e EMBRAPPII. Entretanto, não é célere o suficiente, o que pode vir a impedir ou comprometer a competitividade da indústria.

Em relação à legislação, o Presidente da AIAB, ressalta que metas importantes previstas na Estratégia Nacional, Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) que destina 2% do PIB para P&D, precisariam ser executadas na prática. Instrumentos como a ETEC, do “novo” marco legal da inovação, regulamentado em 2018, precisam ser colocados em prática, para que os prejuízos ao ecossistema de inovação brasileiro ocasionado pela Lei de Licitações sejam contidos. A aplicação irrestrita da Lei de Licitações afeta consideravelmente o setor espacial, que possui características diferentes das demais compras do setor público. Os projetos espaciais são de longo prazo, de alto custo e de alto risco, situações que não estavam definidamente contempladas na Lei de Licitações. O novo Marco Legal de Ciência e Tecnologia traz ferramentas que buscam exatamente superar tais limitações.

Em contrapartida ao que se refere as oportunidades, no contexto econômico para a indústria nacional, a FINEP e a AEB tornaram públicos os editais com recursos de subvenção econômica à inovação, para apoio a três áreas: (a) desenvolvimento de veículos de pequeno porte para lançamento de nano e/ou microssatélites; (b) Foguetes de Treinamento e (c) satélite de pequeno porte para Observação da Terra de alta resolução (FINEP 2022). Os editais buscam contemplar a participação das empresas nacionais, afinal os editais são voltados completamente para a indústria.

Dessa forma, essa oportunidade proporciona o fortalecimento da indústria nacional, além de enaltecer a capacidade tecnológica das empresas nacionais, que possuem experiência e domínio de sistemas complexos relacionados ao desenvolvimento de satélites, considerando a trajetória tecnológica de programas entregues como o deste estudo.

No Brasil, desde o início das atividades espaciais, constam como principais desafios: o orçamento, com seus contingenciamentos e restrições; problemas de governança, pois diversos órgãos que compõem o sistema espacial estão vinculados a órgãos diferentes dentro da estrutura dos ministérios; e, por fim, a mão de obra especializada que não é resposta a contento, com um grande número de aposentadorias previstas para o próximo ano.

Ainda é necessária uma convergência quanto a reavaliação de temas importantes ao Programa Espacial Brasileiro - PEB, uma vez que o programa não acontece sozinho, sendo importante ações para garantir a sinergia entre os agentes do SINDAE.

Outro ponto a avaliar é a necessidade de definição de projetos estratégicos, haja vista a restrição orçamentária ao programa espacial. Há a necessidade de uma demanda contínua de projetos que ampliem a participação e movimentação da indústria nacional, já que habitualmente após a finalização dos projetos, esse fluxo se encerra. Tal movimento garantiria, um primeiro momento, a manutenção do parque industrial brasileiro. Contudo, é importante mencionar que é necessária a mudança de comportamento, pois tais empresas ainda estão atuando na lógica do “Old Space”, ou seja, totalmente dependente de ações governamentais. É importante ainda que, as ações governamentais estimulem as empresas nacionais, no sentido de prepará-las para adentrar na cadeia global de valor, sendo fornecedoras internacionais, contribuindo para a geração de empregos e para as exportações do país.

De acordo com Dewes, Dalmarco e Padula (2015), iniciativas educacionais no setor espacial também podem ser consideradas um dos gargalos do cenário espacial brasileiro. Os cursos de graduação em engenharia espacial só foram implantados em 2010, com pouca mão de obra qualificada. Além das atividades de pesquisa básica e aplicada serem conduzidas de forma independente por laboratórios acadêmicos e centros de pesquisa públicos, sem um

alinhamento adequado. Mas aqui cabe uma ressalva, pois a capacitação da mão de obra está condicionada à existência de um mercado atrativo para a mão de obra.

A esse respeito, cumpre dizer que a fim de diminuir as lacunas relacionadas à mão de obra qualificada, as empresas nacionais, especialmente os startups, impulsionadas pelo mercado, buscam inserção com base na interação com estudantes, seja no ambiente escolar do ensino básico à universidade. Eventos como o Latin Space Challenge e a Olimpíada Brasileira de Satélites, cuja abrangência contempla o ensino fundamental, médio técnico e superior, são importantes para atrair e familiarizar o público com o conteúdo espacial.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho abordou o progresso técnico nos três principais e grandes projetos realizados sob a coordenação da Agência Espacial Brasileira, com a participação de órgãos do SINDAE com foco nos programas executados com a participação da indústria nacional brasileira, além de discutir oportunidades e dificuldades da área espacial.

Apesar das iniciativas da Agência Espacial Brasileira, apesar de suas inúmeras limitações orçamentárias, realizou entregas importantes à sociedade, desde à agricultura ao meio ambiente e monitoramento da Amazônia. Entretanto, é notório o consenso na literatura de que o orçamento reservado ao país para o desenvolvimento das atividades espaciais ao longo dos anos ainda é insuficiente, dado a especificidade dos produtos envolvendo altas tecnologias, sobretudo a longo prazo, distintos dos demais produtos comercializados no mercado.

Os programas SGDC, CBERS 04A e Amazonia-1, previstos no portfólio PNAE 2012-2021, foram entregues nos anos de 2017, 2019 e 2021, respectivamente, apesar de atrasos no cronograma, reflexos dos cortes orçamentários ao longo de seu desenvolvimento. Além da ausência de contratos periódicos que possibilitem maior autonomia da indústria nacional espacial, tendo em vista que a indústria ainda é dependente de compras públicas realizadas pelo governo. Tal fato acaba por tornar difícil a manutenção dessas empresas, em termos de infraestrutura, retenção das equipes e migração dos profissionais para outros segmentos. Além do comprometimento da competitividade nacional, há, portanto, falência de empresas ou a redução de seu quadro, com perda de mão de obra que domina a expertise tecnológica espacial.

Contudo, apesar das dificuldades na captura de novas demandas das atividades espaciais, pode-se constatar, na literatura da área, que as empresas nacionais brasileiras expandiram a capacidade tecnológica na forma de negócio, não se limitando a fabricação de satélites ou veículos lançadores. A participação nos projetos permitiu a ampliação do domínio técnico em áreas específicas.

Por outro lado, impulsionado pelos cursos de engenharia espacial, e ainda de forma tímida, percebe-se a abertura de startups, que passam a atuar na lógica do New Space, buscando atuar sem a dependência de projetos governamentais.

Contudo, em termos de progresso técnico, toda a expertise e domínio das tecnologias desenvolvidas no âmbito dos programas acima referenciados, buscam fortalecer o Programa Espacial Brasileiro por meio de suas aplicações com oportunidades que contribuam para o desenvolvimento do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEB. Agência Espacial Brasileira. (2011). Programa Nacional de Atividades Espaciais 2012-2021. AEB.

AEB. Agência Espacial Brasileira. (2023). Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/politica-organizacoes-programa-e-projetos/sistema-nacional-de-desenvolvimento-das-atividades-espaciais-sindae>

ANTUNES, Júlio César Guedes. (2017). O impacto social do programa espacial Brasileiro. Paco Editorial.

AIAB. Associação das Indústrias Aeroespaciais. (2023). Disponível em: <http://www.aiab.org.br/associadas.asp>. Acesso em 27/11/2023

BRASIL. (2005). Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005 - Lei do Bem - Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111196.htm Acesso em 24.10.2022

CABELLO, Andrea; FREITAS, Lúcia Helena Michels; MELO, Michele Cristina Silva. (2022). Brazilian Space Sector: Historical Analysis of the Public Budget. **Space Policy**, p. 101502, 2022.

DE FREITAS DEWES, Mariana; DALMARCO, Gustavo; PADULA, Antônio Domingos. (2015). Innovation policies in Brazilian and Dutch aerospace industries: how sectors driven by national procurement are influenced by its S&T environment. **Space Policy**, v. 34, p. 32-38, 2015.

DENIS, Gil; ALARY, Didier; PASCO, Xavier; PISOT, Nathalie; TEXIER, Delphine; TOULZA, Sandrine. (2020). From new space to big space: How commercial space dream is becoming a reality. **Acta Astronautica**, v. 166, p. 431-443, 2020.

DOSI, Giovanni. (1984). Mudança técnica e transformação industrial. Campinas: UNICAMP, 1984.

EUROCONSULT. (2022). Government space budgets driven by space exploration and militarization hit record \$92 billion investment in 2021 despite covid, with \$1 trillion forecast over the decade. 2022. Disponível em: <https://www.euroconsult-ec.com/press-release/government-space-budgets-driven-by-space-exploration-and-militarization-hit-record-92-billion-investment-in-2021-despite-covid-with-1-trillion-forecast-over-the-decade/>

FERREIRA, Marcos José Barbieri; NERIS JR, Celso. (2016). O Setor Espacial Brasileiro à Luz das Recentes Mudanças dos Arranjos Organizacionais. 1º Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (ENEI), v. 3, n. 4, 2016.

FINEP. Financiadora de Estudos e Projetos. (2022). Edital da Finep/MCTI e AEB destina R\$ 190 milhões para o desenvolvimento de veículo lançador de satélites. 2022. Disponível em <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/6489-edital-da-finep-mcti-e-aeb-destina-r-190-milhoes-para-o-desenvolvimento-de-veiculo-lancador-de-satelites> acesso em 24.10.2022

FREITAS, Lúcia Helena Michels; MELO, Michele Cristina Silva. (2021). Uma tentativa de mensurar o retorno do investimento público no setor espacial brasileiro. Caderno de Finanças Públicas, Brasília, v. 21, n. 2, p. 1-33, sep. 2021.

FURTADO, André Tosi; CARVALHO, Ruy de Quadros Carvalho. (2005). Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. São Paulo Em Perspectiva, 19(1), 70–84. doi:10.1590/s0102-88392005000100006

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Pesquisa de Inovação – Notas Técnicas. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101706_notas_tecnicas.pdf . Acesso 01.10.2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2022). SATÉLITE AMAZONIA 1 Disponível em - http://www.inpe.br/amazonia1/sobre_satelite/. Acesso em 25.10.2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (2022). Perguntas Frequentes - participação da indústria. Disponível em <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=17> Acesso em 24.10.2022

JONES, Charles. (2000). Introdução à teoria do crescimento econômico. 4ª triagem. Rio de Janeiro: Campus, Editora Elsevier.

KISHI, Naoko. (2017). Management analysis for the space industry. **Space Policy**, v. 39, p. 1-6, 2017.

MAZZUCATO, Mariana; PENNA, Caetano. (2015). Introduction: Mission-oriented finance for innovation. Mission-oriented finance for innovation, p. 63 -, 2015.

NAGENDRA, Narayan Prasad; BASU, Prateep. (2016). Demystifying space business in India and issues for the development of a globally competitive private space industry. **Space Policy**, v. 36, p. 1-11, 2016. Acessado em 22.10.2022

NOGUEIRA, Leilyanne Viana; ARRAES, Ronaldo de Albuquerque. (2015). Função de produção de ideias e crescimento no Brasil e suas regiões. *Economia Aplicada*, 19(4), 641-678. <https://doi.org/10.11606/1413-8050/ea135751> Acesso 18.11.2022

OCDE. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2019). *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c5996201-en> Acesso em 11.11.2022

OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. (2022). *OECD Handbook on Measuring the Space Economy, 2nd Edition*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8bfef437-en>

ORLOVA, Alina; NOGUEIRA, Roberto; CHIMENTI, Paula. (2020). O presente e o futuro do setor espacial: uma abordagem de ecossistema de negócios. *Política Espacial*, v. 52, p. 101374, 2020.

PANUCCI-FILHO, Laurindo; TOMELIN, Jurema; HEIN, Nelson. (2017). Intensidade tecnológica e volume de exportação: uma análise das empresas exportadoras brasileiras. Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe) – ISSN 2177-4153 – Vol. 15 n.4 – Outubro/Dezembro 2017.

RAUEN, André Tortato (Org.). (2017). Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. 2017, p 21.

REVISTA TECNOLOGIA & DEFESA. (2022). Fomento ao desenvolvimento tecnológico do setor aeroespacial - Entrevista publicada pela Revista Tecnologia & Defesa - Ano 39 - Nº 167 - Setembro de 2022

ROSENBERG, Nathan; NATHAN, Rosenberg. (1982). Inside the black box: technology and economics. cambridge university press, 1982.

SALLES-FILHO, Sérgio; BEATRIZ, Maria; BONACELLI, Machado. (2010). Tendências na organização de organizações públicas de pesquisa: lições do caso brasileiro. **Ciência e Políticas Públicas** , v. 37, n. 3, pág. 193-204, 2010.

SCHUMPETER, J.A. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: abril Cultura, 1982.

SCHUMPETER, J. A. Capitalismo, socialismo e democracia. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

WADOVSKI, Rodolfo Castelo Branco. (2020). Modelos de negócios no setor espacial: o caso da Rocket Lab. Revista da UNIFA, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.17-30, jul/dez, 2020.