



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

LUCIANA COUTO NEPOMUCENO

ENSAIOS SOBRE INOVAÇÃO: PERSPECTIVAS TEÓRICAS, HISTÓRICAS E
EMPÍRICAS DO PONTO DE VISTA DA TEORIA DOS SISTEMAS NACIONAIS DE
INOVAÇÃO.

Brasília – DF
2026



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

LUCIANA COUTO NEPOMUCENO

ENSAIOS SOBRE INOVAÇÃO: PERSPECTIVAS TEÓRICAS, HISTÓRICAS E EMPÍRICAS
DO PONTO DE VISTA DA TEORIA DOS SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO.

Tese apresentada como requisito para obtenção do
Título de Doutora no programa de Pós-graduação
em Economia Política, Desenvolvimento e Meio
Ambiente. Linha de Pesquisa: Economia Política,
da Faculdade de Administração, Contabilidade e
Administração, da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof^a Dr^a Andrea Felipe Cabello

Brasília – DF
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

CN441ee Couto Nepomuceno, Luciana
ENSAIOS SOBRE INOVAÇÃO: PERSPECTIVAS TEÓRICAS, HISTÓRICAS
E EMPÍRICAS DO PONTO DE VISTA DA TEORIA DOS SISTEMAS
NACIONAIS DE INOVAÇÃO. / Luciana Couto Nepomuceno;
orientador Andrea Felipe Cabello. Brasília, 2026.
187 p.

Tese(Doutorado em Economia) Universidade de Brasília,
2026.

1. ECONOMIA POLÍTICA. 2. INOVAÇÃO. 3. ECONOMIA ESPACIAL.
4. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO. I. Felipe Cabello,
Andrea, orient. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AUTORA: Luciana Couto Nepomuceno

TÍTULO: Ensaios Sobre Inovação: Perspectivas Teóricas, Históricas E Empíricas Do Ponto De Vista Da Teoria Dos Sistemas Nacionais De Inovação

GRAU: Doutorado

ANO: 2026

CESSÃO DE DIREITOS

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

LUCIANA COUTO NEPOMUCENO

ENSAIOS SOBRE INOVAÇÃO: PERSPECTIVAS TEÓRICAS, HISTÓRICAS E EMPÍRICAS DO PONTO DE VISTA DA TEORIA DOS SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

Tese apresentada como requisito para obtenção do Título de Doutora no programa de Pós- graduação em Economia Política, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Linha de Pesquisa: Economia Política, da Faculdade de Administração, Contabilidade e Administração, da Universidade de Brasília.

Brasília 04, de fevereiro de 2026.

Trabalho submetido à avaliação da banca examinadora:

Profª Drª. Andrea Felipe Cabello
(FACE/UnB) Orientadora

Dr. Danilo Sakay (Agência Espacial
Brasileira - AEB) Examinador Externo

Profª Drª. Patrícia Matos (Universidade da Força Aérea -
UNIFA) Examinadora Externa

Profª Drª. Denise Imbroisi (Universidade de Brasília)

Ao meu pai, por sonhar comigo. Neste plano e no outro...

Agradecimentos

A realização desta tese só foi possível graças ao apoio, à compreensão e ao incentivo de pessoas fundamentais ao longo desse percurso.

Agradeço ao meu marido, pela paciência, parceria e compreensão diante dos inúmeros finais de semana, feriados e períodos de férias dedicados ao estudo e à escrita, sempre respeitando minhas ausências e sustentando, com generosidade, nossa família e as exigências desse processo.

À minha mãe, expresso minha profunda gratidão por todos os sacrifícios realizados ao longo de toda a minha vida para que eu pudesse estudar, construir meu caminho acadêmico e, especialmente, ingressar na Universidade de Brasília. Seu apoio incondicional foi decisivo para que este percurso fosse possível.

À minha orientadora, agradeço pela confiança depositada desde o início, quando sequer eu mesma tinha plena convicção de que este caminho era possível. Sua orientação, apoio, incentivo e crença constante em meu potencial foram essenciais para a construção desta tese e para o meu amadurecimento acadêmico.

À minha filha, minha maior fonte de força e inspiração, agradeço por dar sentido a cada esforço e por me motivar diariamente a buscar conquistas, não apenas acadêmicas, mas humanas.

Dedico, de forma especial, este trabalho à memória do meu pai, falecido em 2020. Foi ele quem sempre sonhou em me ver ingressar no doutorado, quem nunca deixou de me incentivar e que sempre manifestou orgulho por cada etapa da minha trajetória. Sua ausência é profundamente sentida todos os dias, mas seu apoio e sua presença permanecem como manifestação constante e motivadora em cada conquista alcançada.

Resumo

Esta tese investiga o papel da universidade nos sistemas de inovação em países em desenvolvimento, com ênfase no contexto brasileiro e no setor espacial. Parte-se da hipótese de que a universidade não atua apenas como fornecedora de mão de obra qualificada, mas como ator estruturante, capaz de influenciar trajetórias produtivas, tecnológicas e territoriais a partir de suas escolhas institucionais, especialmente no desenho de cursos, currículos e estratégias de formação. O argumento central sustenta que, em sistemas de inovação caracterizados pela centralidade do Estado e pela fragilidade relativa do setor produtivo privado em áreas de alta complexidade tecnológica, como o brasileiro, a universidade ocupa posição estratégica, ainda que limitada por restrições institucionais e pela fragmentação das políticas públicas.

A tese é composta por quatro artigos articulados de forma cumulativa. O primeiro estabelece o arcabouço teórico, ao revisar criticamente a literatura sobre Sistemas Nacionais de Inovação e defender uma abordagem sistêmica, hierárquica e verticalizada, adequada às especificidades do Sul Global, na qual o Estado exerce papel coordenador em interação com universidades e, potencialmente, com o setor produtivo. O segundo artigo analisa a trajetória histórica do ensino superior brasileiro, evidenciando como processos de mercantilização, flexibilização curricular e precarização institucional afetaram a capacidade das universidades de desempenhar suas funções formativa, científica e inovativa. O terceiro artigo examina empiricamente o sistema de inovação espacial brasileiro, com base em dados do CNPq, demonstrando a centralidade das universidades públicas, a forte dependência de atores estatais e a elevada concentração institucional e regional do setor. Por fim, o quarto artigo analisa o surgimento de um cluster espacial em Brasília, mostrando que sua emergência decorre de combinações contingentes entre a criação de um curso universitário estratégico e trajetórias individuais de egressos, e não de uma política pública deliberadamente planejada.

Os resultados indicam que clusters podem emergir a partir da centralidade institucional da universidade, mesmo em territórios sem tradição industrial, mas também revelam que tais arranjos permanecem vulneráveis quando dependem de incentivos difusos e de coordenação estatal instável. A pesquisa demonstra que o problema não reside na presença do Estado, mas na ausência de coordenação estratégica de longo prazo.

Conclui-se que o fortalecimento do SNI brasileiro exige integrar políticas universitárias e políticas de inovação, reconhecendo que Estado e universidade formam o núcleo estruturante do sistema. A principal implicação teórica e normativa da tese consiste em converter a preponderância estatal de fator de vulnerabilidade em instrumento de

coordenação estável e de longo prazo, ao mesmo tempo em que se potencializa o papel das universidades públicas como indutoras de trajetórias setoriais e regionais de desenvolvimento inovador.

Palavras-chave: Sistema Nacional de Inovação, SNI, Sistema Regional de Inovação, SRI, Sistema Setorial de Inovação, Universidade, SSI, Setor Espacial, DF, Inovação.

Abstract

This thesis examines the role of the university in innovation systems in developing countries, with particular emphasis on the Brazilian context and the space sector. It starts from the hypothesis that the university does not act merely as a provider of skilled labor, but as a structuring actor capable of influencing productive, technological, and territorial trajectories through its institutional choices, especially in the design of programs, curricula, and training strategies. The central argument holds that in innovation systems characterized by the centrality of the State and the relative fragility of the private sector in high-technology fields, such as Brazil, the university occupies a strategic position, although constrained by institutional limitations and fragmented public policies.

The thesis is composed of four cumulative articles. The first establishes the theoretical framework by critically reviewing the literature on National Innovation Systems and proposing a systemic, hierarchical, and vertically structured approach suited to the specificities of the Global South, in which the State plays a coordinating role in interaction with universities and, potentially, with the productive sector. The second article analyzes the historical trajectory of Brazilian higher education, showing how processes of market-oriented reform, curricular flexibilization, and institutional precarization have affected universities' capacity to fulfill their educational, scientific, and innovative functions. The third article empirically examines the Brazilian space innovation system, based on data from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), demonstrating the centrality of public universities, the strong dependence on state actors, and the high institutional and regional concentration of the sector. The fourth article investigates the emergence of a space cluster in Brasília, showing that it resulted from contingent combinations between the creation of a strategic university program and the individual trajectories of its graduates, rather than from a deliberately planned public policy.

The findings indicate that clusters may emerge from the institutional centrality of universities, even in territories without an industrial tradition, but also reveal that such arrangements remain vulnerable when dependent on diffuse incentives and unstable state coordination. The research shows that the challenge lies not in the presence of the State, but

in the absence of long-term strategic coordination.

The thesis concludes that strengthening the Brazilian National Innovation System requires integrating higher education and innovation policies, recognizing that the State and the university form the structural core of the system. Its main theoretical and normative implication is that state preponderance should be transformed from a source of vulnerability into an instrument of stable, long-term coordination, while enhancing the role of public universities as drivers of sectoral and regional innovation trajectories

Keywords: National Innovation System, NIS, Regional Innovation System, RIS, Sectoral Innovation System, SIS, University, Space Sector, Federal District (Brazil), Innovation.

LISTA DE SIGLAS

AAB	Associação Aeroespacial Brasileira
ABDAE	Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial
AEB	Agência Espacial Brasileira
AST	Acordo de Salvaguardas Tecnológicas
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
CBERS	<i>China–Brazil Earth Resources Satellite</i>
CEA	Centro Espacial de Alcântara
Cenpes	Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMAE	Comando de Operações Aeroespaciais
COMAER	Comando da Aeronáutica
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
COSMOS	<i>Collision Safety Management Orbital System</i>
COTS	Commercial Off-The-Shelf.
CTA	Centro Técnico Aeroespacial
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DIEN	Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios
EAD	Ensino à distância
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ESA	European Space Agency
FAB	Força Aérea Brasileira
FACE	Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas
FAP	Fundação de Apoio à Pesquisa
FCTE	Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia
FIES	Fundo de Financiamento Estudantil
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
FMI	Fundo Monetário Internacional
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAF	International Astronautical Federation
ICT	Institutos de Ciência e Tecnologia
IEAv	Instituto de Estudos Avançados
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federal de Ensino Superior
INEP	Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LDTEA	Laboratório de Desenvolvimento de Transportes e Energias Alternativas
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MD	Ministério da Defesa

MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PEB	Programa Espacial Brasileira
PIB	Produto Interno Bruto
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
ProUni	Universidade para Todos
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
REUNI Federais	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
RN	Rio Grande do Norte
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SESI	Serviço Social da Indústria
SNI	Sistemas Nacionais de Inovação
SRI	Sistema Regional de Inovação
SSA	Space Situational Awareness
SSI	Sistema Setorial de Inovação
TJDFT	Tribunal de Justiça do Distrito Federal e Territórios
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UnB	Universidade de Brasília
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
UNE	União Nacional dos Estudantes
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNIFA	Universidade da Força Aérea
URJ	Universidade do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

Sumário

1	Apresentação da Tese.....	13
1.1	Introdução.....	13
2	Artigos Integrantes da Tese.....	16
2.1	Artigo teórico “Abordagens Sistêmicas de Inovação: Contribuições ao Debate e na Formulação de Políticas Públicas”	16
2.2	Artigo histórico “Os Marcos Evolutivos do Ensino Superior no Brasil, a Trajetória do Ensino à Distância e as Transformações Recentes do Período Pós-Pandêmico.....	46
2.3	Artigo empírico “O Sistema Setorial de Inovação Espacial Brasileiro – A Preponderância Estatal”	73
2.4	Artigo empírico “Da Preponderância Estatal à Emergência Empreendedora: o Sistema Setorial de Inovação Espacial no DF e a Articulação entre Estado, Universidade e Startups”.....	102
3	Conclusão Geral da Tese.....	177

1 APRESENTAÇÃO DA TESE

1.1 INTRODUÇÃO

Esta tese parte de uma inquietação central que atravessa o debate contemporâneo sobre desenvolvimento, inovação e políticas públicas em países em desenvolvimento: qual é, afinal, o papel da universidade nos sistemas de inovação e de que maneira suas escolhas institucionais, especialmente no desenho de cursos, currículos e estratégias de formação, podem induzir, limitar ou redirecionar trajetórias produtivas e tecnológicas em nível local e nacional?

Ao abordar essa questão, a tese sustenta que a universidade não é apenas um ator passivo na oferta de mão de obra qualificada, mas um elemento estruturante dos sistemas de inovação, capaz de influenciar a organização setorial, a dinâmica regional e a própria conformação de clusters produtivos, particularmente em setores intensivos em conhecimento e tecnologia, como o setor espacial. Mais do que participante do sistema, a universidade é aqui concebida como vértice estratégico do Sistema Nacional de Inovação (SNI), especialmente em contextos nos quais o Estado ocupa posição preponderante e o setor produtivo apresenta fragilidades estruturais.

O argumento central desenvolvido ao longo dos quatro artigos que compõem esta tese é o de que a universidade ocupa uma posição estratégica nos sistemas de inovação brasileiros, tanto pela centralidade histórica do Estado na coordenação desses sistemas quanto pela fragilidade relativa do setor produtivo privado em áreas de alta complexidade tecnológica. A tese avança ao sustentar que o SNI brasileiro é estruturalmente marcado pela preponderância do Estado, não como distorção conjuntural, mas como característica histórica e institucional, e que, nesse arranjo, a universidade pública desempenha função simultaneamente formadora e indutora.

A arquitetura da tese é cumulativa e verticalizada. O percurso argumentativo parte de uma revisão conceitual crítica, passa pela reconstrução histórica das universidades brasileiras, avança para um diagnóstico empírico quantitativo do sistema setorial espacial e culmina em uma análise qualitativa exploratória do surgimento de um cluster regional no Distrito Federal. Essa progressão permite articular níveis distintos de análise: macro (SNI), histórico-institucional (formação e transformação da universidade), meso (sistema setorial) e microrregional (cluster). Evidenciando, à luz do arcabouço teórico mobilizado e das evidências empíricas produzidas, como a trajetória histórica da universidade e suas escolhas institucionais interagem com políticas públicas e territórios.

O artigo 1 estabelece o arcabouço teórico que sustenta toda a tese. Ao visitar

criticamente a literatura sobre Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), o estudo demonstra que as abordagens tradicionais, fortemente ancoradas em experiências de países desenvolvidos, são insuficientes para interpretar realidades como a brasileira. O artigo propõe uma leitura hierárquica e verticalizada do SNI, na qual o Estado exerce papel estruturante, coordenador e planejador, e a universidade emerge como vértice potencialmente estratégico na formação de capacidades inovativas. Ao fazê-lo, o artigo propõe a agenda de pesquisa que norteia a tese, evidencia a importância de investigar os elementos constitutivos da inovação do ponto de vista das universidades, define o arcabouço conceitual que orienta os artigos empíricos e legitima metodologicamente a escolha do setor espacial como campo de observação privilegiado.

O artigo 2 direciona o foco para a trajetória histórica do ensino superior brasileiro, analisando como reformas institucionais e políticas públicas moldaram estruturalmente a universidade. Ao demonstrar que instrumentos como REUNI, ProUni, FIES e UAB reconfiguraram o sistema universitário, o estudo evidencia que a universidade é altamente sensível ao desenho das políticas públicas. Essa constatação fundamenta a hipótese de que, se a universidade pode ser reconfigurada sob lógica mercantilizante, também pode ser estrategicamente estruturada como vetor de inovação. O artigo fornece, assim, o pano de fundo institucional que explica as restrições estruturais e as potencialidades do vértice universitário no SNI brasileiro.

O artigo 3 aprofunda a análise no plano empírico quantitativo ao examinar o Sistema Setorial de Inovação Espacial brasileiro. A partir de dados do CNPq entre 2005 e 2024, demonstra que aproximadamente 70% dos pesquisadores do setor estão vinculados a universidades públicas, evidenciando que o Estado não apenas financia, mas organiza, estrutura e condiciona o sistema inovativo. O estudo revela que o SNI espacial funciona, mas de forma reativa e adaptativa, com elevada concentração institucional e vulnerabilidade associada à dependência estatal. Ao mesmo tempo, reforça que a universidade pública constitui a principal infraestrutura científica do setor, formadora de capital humano estratégico e geradora de externalidades sistêmicas. Esses resultados consolidam empiricamente a hipótese da preponderância estatal e do papel estratégico das universidades e abrem espaço para a investigação qualitativa das dinâmicas regionais.

É nesse contexto que o artigo 4 assume papel decisivo ao deslocar a análise para o nível regional, examinando o surgimento de um cluster espacial em Brasília. Diferentemente do polo consolidado de São José dos Campos, o cluster brasiliense emerge em um território sem tradição industrial no setor. O estudo demonstra que a formação do cluster não decorreu de política industrial planejada, mas da criação do curso de Engenharia Aeroespacial da Universidade de Brasília, concebido sem aderência significativa a arranjos produtivos locais. Ainda assim, o curso formou capital humano altamente qualificado, alimentou a Agência Espacial Brasileira (AEB), gerou startups e criou a base cognitiva do arranjo emergente.

Nesse contexto, a universidade antecedeu o mercado induzindo o ecossistema.

O artigo qualifica ainda o argumento central ao demonstrar que a atuação estatal é fragmentada, descoordenada e volátil. O problema identificado não é a presença do Estado, mas a ausência de coordenação estratégica perene. O Estado aparece como indutor (REUNI), formador, mediador internacional e cliente eventual, mas carece de articulação integrada e política industrial estruturada de longo prazo. O cluster brasiliense revela, assim, tanto o potencial indutor da universidade pública quanto os limites da ausência de coordenação sistêmica.

Ao articular esses quatro estudos, a tese constrói um argumento coerente: em economias periféricas e em setores intensivos em conhecimento, clusters podem emergir a partir da centralidade institucional, e não necessariamente da base industrial, enquanto a universidade atua como infraestrutura científica e formadora de capacidades. Contudo, a consolidação dessas capacidades depende de coordenação estatal estratégica de longo prazo.

Por fim, estabelece-se o eixo estruturante da tese: entender a universidade como vértice estratégico entre Estado, mercado e território, cuja atuação pode ser decisiva para o desenvolvimento inovativo. Ao concluir o ciclo teórico-empírico, a tese sustenta que o fortalecimento do SNI brasileiro não necessariamente exige a redução da presença estatal, mas sua requalificação como coordenador estratégico e planejador de longo prazo, capaz de articular universidade, setor produtivo e políticas públicas de forma integrada e contínua.

2 ARTIGOS INTEGRANTES DA TESE

2.1 ARTIGO 1

ABORDAGENS SISTÊMICAS DE INOVAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES AO DEBATE E NA FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

RESUMO

Este artigo discute criticamente as abordagens teóricas da inovação, contrapondo a perspectiva neoclássica, que trata o progresso técnico como fenômeno exógeno e abstrato, às abordagens sistêmicas, em especial à Teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). Argumenta-se que a visão ortodoxa apresenta limitações substantivas para explicar processos inovativos concretos e para subsidiar políticas públicas aderentes às realidades de países em desenvolvimento, em contraponto às abordagens sistêmicas que oferecem maior capacidade explicativa e normativa ao compreender a inovação como um processo coletivo, cumulativo e institucionalmente mediado, no qual o Estado exerce papel central na coordenação, indução e sustentação das capacidades científicas, tecnológicas e produtivas.

Tendo como fio condutor essa revisão crítica da literatura seminal sobre SNI, o artigo analisa os limites da aplicação desses referenciais, majoritariamente construídos a partir da experiência de economias desenvolvidas, ao contexto brasileiro, marcado por industrialização tardia, forte presença estatal, baixa interação entre os vértices do sistema e descompassos entre produção científica e tecnológica.

Como contribuição, o estudo sistematiza as principais interpretações da abordagem SNI, propõe uma comparação entre diferentes visões sistêmicas da inovação e defende a pertinência de uma leitura hierárquica do papel do Estado em economias do Sul Global. Ao fazê-lo, estabelece o arcabouço conceitual que fundamenta toda a tese, sustentando a hipótese da preponderância estatal no Sistema Nacional de Inovação brasileiro e abrindo espaço para a investigação histórica e empírica do papel indutor da universidade na conformação de trajetórias setoriais e regionais de inovação.

Por fim, apresenta uma agenda de pesquisa voltada à ampliação da compreensão

do SNI brasileiro, com ênfase na análise das interações institucionais, na identificação de setores inovativos virtuosos e na extração de boas práticas capazes de orientar políticas públicas de inovação mais contextualizadas e eficazes, agenda esta que é desenvolvida nos artigos subsequentes por meio de uma abordagem quantitativa e qualitativa aplicada ao setor espacial brasileiro.

Palavras-Chave: Sistema Nacional de Inovação, SNI, Inovação.

ABSTRACT

This article critically examines theoretical approaches to innovation, contrasting the neoclassical perspective, which treats technological progress as an exogenous and abstract phenomenon, with systemic approaches, particularly the National Innovation Systems (NIS) framework. It argues that the orthodox view presents significant limitations in explaining concrete innovation processes and in supporting public policies tailored to the realities of developing countries. In contrast, systemic approaches offer greater explanatory and normative capacity by understanding innovation as a collective, cumulative, and institutionally mediated process in which the State plays a central role in coordinating, inducing, and sustaining scientific, technological, and productive capabilities.

Guided by a critical review of the seminal NIS literature, the article examines the limits of applying frameworks largely developed from the experience of advanced economies to the Brazilian context, characterized by late industrialization, strong state presence, weak interaction among system actors, and a mismatch between scientific and technological outputs. The study systematizes key interpretations of the NIS approach, compares different systemic views of innovation, and defends the relevance of a hierarchical reading of the State's role in Global South economies. In doing so, it establishes the conceptual foundation for the broader thesis, supporting the hypothesis of state preponderance within the Brazilian National Innovation System and opening space for historical and empirical investigations of the university's inductive role in shaping sectoral and regional innovation trajectories. Finally, it proposes a research agenda aimed at deepening the understanding of the Brazilian NIS, emphasizing institutional interactions, the identification of dynamic sectors, and the formulation of more contextualized and effective innovation policies.

Keywords: National Innovation System; NIS; Innovation; State; Universities; Public Policy.

1 INTRODUÇÃO

Dada a importância do processo inovativo para desenvolvimento econômico e considerando suas particularidades, a investigação dos elementos e da dinâmica do processo inovativo se torna exercício fundamental tanto no contexto público como privado. A relação entre o desenvolvimento econômico e a produção de conhecimento é muito discutida na literatura científica, visto que é amplamente aceita a concepção de que o processo inovativo, seja no âmbito das universidades, institutos de pesquisa ou nas empresas é um dos componentes fundamentais nessa relação (De Negri; Cavalcante, 2013).

A inovação pode ser compreendida como um processo institucionalizado de mudança que resulta na introdução de novos elementos na dinâmica da economia (Nelson; Winter, 1982). A interação entre a inovação e o sistema econômico, por sua vez, podem ser percebidas em abordagens bastantes distintas a depender da lente que se atribui ao termo. É possível distinguir, no âmbito da literatura, uma dicotomia na abordagem da inovação que permeia as fronteiras entre a ortodoxia e a heterodoxia econômica. A contribuição seminal de Schumpeter, do início do século XX, hoje influencia ambos os lados dessa fronteira de forma diferenciada.

Em uma abordagem neoclássica, visão ortodoxa dominante no campo da teoria econômica, a inovação e o progresso técnico são usualmente tratados como fatores exógenos. Nos modelos de Solow (1956; 1957), por exemplo, ela surge como um bem público, não rival e não excludente, e que, portanto, é usufruída de forma homogênea por todos os agentes. Nesse modelo, questiona-se a capacidade da inovação de realmente modificar estruturas e gerar vantagens comparativas. Nessa perspectiva, a inovação é percebida como um evento exógeno ou uma variável independente, sendo descartada qualquer interação endógena ou intercâmbio com outros elementos da economia (Jones, 2019; Costa, 2016).

Desde dessa proposta inicial, a abordagem neoclássica buscou endogeneizar o progresso técnico (Romer, 1990) ou ainda a abordagem de Aghion e Howitt (1990), que trouxeram elementos schumpeterianos claros à análise crescimento econômico neoclássica.

A literatura evolucionária (Castellacci, 2007; Dosi; Nelson, 1994) chama a atenção que a absorção de componentes schumpeterianos na “*new growth theory*” ainda

é bastante limitada e feita sob uma ótica bastante ortodoxa¹. Esse argumento é reforçado pela falta de componentes institucionais e históricos nessas discussões, tão adepta de instrumentos como agentes representativos, individualismo metodológico e outros artefatos generalizantes.

Como alternativa a essa visão ortodoxa, na segunda metade do século XX principalmente, surgiram contribuições que buscavam dar um papel central à inovação ao processo de desenvolvimento. Na década de 1970, as contribuições de Nelson e Winter (1973; 1974; 1977;1980) começaram a ganhar importância e desenvolver conceitos importantes como rotinas e capacidades de firmas, construindo uma teoria baseada em conceitos evolucionários como replicação, trajetória histórica, sobrevivência, entre outros. Essa nova abordagem teórica criticava a teoria de crescimento tradicional por sua falta de realismo em relação ao processo de inovação e de comportamento da firma e de mercados. A contribuição seminal desses autores é o livro *An evolutionary theory of economic change*, publicado originalmente em 1982 que levou à criação do subcampo da Economia Evolucionária.

No final da década de 1980, no contexto desse novo arcabouço teórico, ainda em posicionamento crítico à abordagem neoclássica da inovação de desconsideração de aspectos institucionais e históricos e de falta de realismo na descrição do processo de inovação das firmas, emerge o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). Nos modelos de SNI, o elemento inovação passa a compor um complexo arranjo institucional envolvendo múltiplos participantes destacados pela literatura no decorrer dos anos, dentre os quais deve-se destacar firmas, universidades, sistema financeiro, sistemas legais, governos e outros, mecanismos e instituições de coordenação que, em certa medida se articulam produzindo “ciclos virtuosos” em inovação (Albuquerque, 2009).

Os principais autores dessa primeira onda foram Christopher Freeman (1987), Bengt-Åke Lundvall (1992) e Richard Nelson (1993) e a partir de suas contribuições iniciais, observa-se um rico desdobramento em termos de vasta literatura que tem sido produzida em análise aos principais SNI do globo, os elementos componentes desses sistemas, papéis desempenhados por esses elementos e, em especial, o papel do Estado nesses sistemas. Trata-se, portanto, de uma análise de forte cunho qualitativo e histórico, em que condições peculiares de cada local e momento são consideradas únicas para produzir os resultados alcançados.

¹ Para uma discussão sobre essa absorção do ponto de vista ortodoxo, ver Jones (2019).

Entretanto, percebe-se centralidade dessa produção em nações como os Estados Unidos, Japão, e países europeus, ou seja, países de alto nível de desenvolvimento, com SNIs bem-sucedidos, tornando absolutamente necessária a análise minuciosa do SNI brasileiro, mas tomando em consideração as particularidades que a experiência latino-americana requer. No que se refere ao caso brasileiro, a literatura apresenta algumas análises, entretanto, dado o caráter historicamente determinado do método de análise, esse é um tipo de exercício que precisa ser periodicamente refeito, uma vez que as instituições estão em constante evolução.

O SNI no Brasil, conforme pontuado pela literatura (Dahlman; Frishtak, 1993; Soares et al, 2016; Albuquerque, 2022), parece se comportar como um sistema intermediário, em desenvolvimento, com papel central e hierárquico do Estado e particularidades tais como a industrialização tardia, participação reduzida dos investimentos empresariais no conjunto total dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), baixa interação entre os elementos do SNI, assim como um descompasso entre a produção de publicações versus o número de patentes (De Negri e Cavalcante, 2013).

Nesse sentido, analisar o caso brasileiro representa fundamentalmente imergir nas particularidades herdadas da estruturação histórica da economia assim como do sistema de ensino e pesquisa brasileiro. Com isso, o artigo em questão pretende, tendo por fio condutor a Teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação e por meio da investigação das relações Estado-Universidade-Empresa relatadas na literatura que tangencia o tema; verificar os pontos de contato entre a teoria, majoritariamente produzida com olhar voltado ao norte global e o SNI brasileiro, levando em consideração o papel do Estado, e as fragilidades do sistema brasileiro face ao passado histórico. A importância de tal análise contempla não somente um olhar crítico oriundo do sul global à Teoria SNI em sua construção teórica como também inicia debate sobre questões particulares ao SNI brasileiro como a produção de conhecimento científico versus conhecimento tecnológico, apontando para uma agenda de pesquisa em resposta aos principais desafios no SNI no contexto atual.

Para subsidiar as discussões deste artigo, foi realizada uma revisão da literatura referente aos aspectos da gênese do conceito SNI, no contexto do espectro crítico ao pensamento ortodoxo, suas influências e seus desdobramentos na literatura. Considerando a particularidades caso brasileiro, foram utilizados os modelos teóricos propostos, complementados por dados contidos na literatura nacional com intuito de

embasar uma análise a respeito da verificada tendência a um modelo verticalizado ou de submissão no contexto do SNI brasileiro.

A crítica heterodoxa à abordagem neoclássica apresentada como fio condutor do referido artigo descortina um contexto em que o enfoque ortodoxo atribuído à inovação se apresenta como insuficiente em produzir contribuições teóricas e orientar políticas públicas aderentes, em especial ao contexto dos países em desenvolvimento. Nesse sentido, a abordagem sistêmica e a visão atribuída ao papel do Estado apresentam maior aderência ao captar adequadamente as peculiaridades de países em desenvolvimento, analisando o processo inovativo não somente do ponto de vista dos “vencedores” do processo de crescimento mas do ponto de vista dos países em que esses processos em construção se mostram dependentes de políticas orientadoras para inovar, crescer e se desenvolver.

O artigo contribui com a literatura ao i) sistematizar as principais interpretações dos autores seminais da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação, enfatizando sua ruptura crítica com o pensamento neoclássico ortodoxo e a insuficiência deste para orientar análises e políticas públicas em contextos de países em desenvolvimento. Além disso, o artigo também ii) propõe uma comparação entre as diversas visões sistêmicas da inovação e o papel do Estado nesse processo, com o objetivo de justificar o uso de uma análise hierárquica vertical, em que o Estado tenha um papel preponderante, orientador e planejador do processo. iii) inaugura uma reflexão acerca do papel estratégico das universidades no âmbito do SNI, destacando suas especificidades e limitações institucionais como objeto de análise para a compreensão de seu potencial enquanto infraestrutura científica e instância formadora no SNI. Tal perspectiva mostra-se particularmente relevante para economias do Sul Global, nas quais a construção de capacidades inovativas depende de políticas públicas ativas, planejadas e sensíveis às restrições históricas e institucionais que moldam seus sistemas nacionais de inovação, bem como da capacidade das universidades de articular formação, pesquisa e inserção produtiva de modo alinhado às estratégias nacionais de desenvolvimento.

O artigo está dividido em 5 seções além dessa breve introdução. A seção 1 discute “A Inovação e o Debate Teórico”, seção 2 discute “A Gênese da Abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação”, a seção 3 discute “As abordagens em Sistemas Nacionais de Inovação: A literatura seminal de Freeman, Lundvall e Nelson”, seção 4 discute “Teorias sistêmicas de inovação” e a seção 5 discute “O Sistema Nacional de Inovação Brasileiro”.

Ao estruturar esse percurso e por meio da agenda de pesquisa proposta ao final, o

artigo cumpre papel estruturante na arquitetura da tese, pois estabelece as categorias analíticas que orientam os estudos posteriores. A defesa de uma leitura hierárquica e verticalizada do SNI brasileiro, com centralidade do Estado e papel estratégico das universidades públicas, constitui o ponto de partida teórico para a reconstrução histórica do ensino superior brasileiro apresentada no Artigo 2, bem como para as análises empíricas do setor espacial, apontado como setor de melhor desempenho, desenvolvidas nos Artigos 3 e 4.

2 A INOVAÇÃO E O DEBATE TEÓRICO

Na perspectiva neoclássica, a inovação é compreendida como a introdução de novos produtos, processos ou tecnologias voltadas para o incremento da eficiência produtiva da firma e para a maximização de lucros. A perspectiva neoclássica assenta-se em uma visão de equilíbrio, comportamento maximizador, eficiência alocativa e análise incremental, e esses pilares moldam profundamente sua teoria do crescimento. Como parte dessa tradição, supõe-se que agentes tomam decisões racionais e maximizadoras em mercados competitivos que tendem ao equilíbrio, de modo que preços e quantidades se ajustam para garantir alocação eficiente dos recursos. A análise incremental implica que mudanças econômicas são tratadas como pequenas variações marginais em torno de um ponto de equilíbrio previamente estabelecido, o que favorece modelos estáveis, previsíveis e com dinâmica suave (Colander, Holt e Jr, 2008; Dequech, 2007).

Essa estrutura leva a teoria neoclássica do crescimento a conceber o progresso tecnológico como um elemento exógeno ou como algo que pode ser incorporado de maneira contínua e acumulativa sem alterar a lógica fundamental do equilíbrio competitivo. Assim, a ênfase na maximização, na eficiência e no ajuste marginal produz modelos de crescimento em que a economia converge para um estado estacionário ou para trajetórias de equilíbrio determinadas por parâmetros estáveis, evitando rupturas, turbulência ou descontinuidades (Mankiw, 2020) que caracterizariam abordagens mais schumpeterianas ou evolucionárias.

Restringe-se, assim, a inovação a uma resposta direta às condições de mercado e aos incentivos de lucro. Nesse enquadramento, como evidenciado nos trabalhos de Solow (1956; 1957), o progresso técnico é tratado como um fator exógeno, incorporado na função de produção apenas como variável residual de produtividade, o que limita sua análise ao âmbito da firma e reduz sua compreensão a um elemento complementar da

eficiência econômica.

Essa não é, entretanto, a única questão no modelo de Solow. Além disso, assumia-se retornos constantes de escala, o que levava a uma hipótese de convergência no crescimento dos países, ou seja, países mais pobres crescerem a taxas mais rápidas que países mais ricos, algo que obviamente não se observa (Jones, 2019).

Essa concepção de progresso técnico exógena foi reforçada em estudos subsequentes, como o de Abramovitz (1956), que também identificou o chamado “resíduo do crescimento” não explicado pelo capital e pelo trabalho, atribuindo-o ao progresso técnico, mas sem oferecer mecanismos para sua explicação endógena.

Ainda dentro desse arcabouço, o trabalho seminal de Arrow (1962) introduziu a ideia de *learning by doing*, reconhecendo que o aprendizado produtivo poderia gerar ganhos tecnológicos, mas mantendo a inovação vinculada a incentivos de mercado e ao comportamento otimizador das firmas.

Na década de 1980, modelos de crescimento endógeno, como o de Romer (1990), avançaram ao tentar internalizar o papel do conhecimento e das ideias no crescimento econômico. No modelo de Romer, adota-se a hipótese de concorrência imperfeita no mercado de ideias, e, dessa forma, a proposição de convergência é abandonada, mas chegamos à conclusão nada animadora de que os ricos continuam ricos e os pobres continuam pobres sem, no entanto, uma proposição aplicável de política pública (Jones, 2019).

É importante enfatizar que a abordagem de Romer é uma abordagem essencialmente neoclássica, em que o crescimento econômico resulta da acumulação endógena de conhecimento e aumento do número de variedades de bens intermediários. Nesse cenário, a inovação ocorre quando firmas inventam novos tipos de insumos e, por isso, obtêm monopólio sobre sua variedade. Dessa forma, o caráter schumpeteriano desse modelo limitado já que existe monopólio temporário, mas outros conceitos importantes no arcabouço schumpeteriano não estão presentes. Não há, por exemplo, destruição de produtos ou processos antigos ou falência de firmas já estabelecidas devido à entrada de firmas novas em um processo similar à destruição criativa descrita por Schumpeter, apenas expansão horizontal da cesta de bens sem a ameaça a incumbentes característica do arcabouço schumpeteriano. Cada inovação dá origem a um monopólio, mas não destrói nenhum monopólio anterior. É uma inovação que aumenta variedades sem, no entanto, aumentar a qualidade dos bens. A competição é, portanto, limitada assim como seu papel como motor do crescimento, já que esse é, essencialmente, a não-rivalidade do

conhecimento, não a rivalidade destrutiva. Schumpeter aparece apenas por meio da ideia de monopólio sobre tecnologia.

Incorporando de forma mais explícita conceitos schumpeterianos e ainda em um arcabouço neoclássico, Aghion e Howitt (1992) introduziram em seu modelo a ideia de destruição criativa. Agora, o motor do crescimento é a inovação de qualidade, onde novas tecnologias substituem as antigas, já que o crescimento ocorre via melhorias verticais e com real ameaça a firmas incumbentes. Dessa forma, no modelo de Aghion e Howitt (1992), há um forte incentivo a inovar antes de se tornar obsoleto.

Embora o modelo de Aghion e Howitt (1992) seja frequentemente descrito como schumpeteriano, ele permanece essencialmente um modelo neoclássico, e isso fica claro quando comparado às contribuições evolucionárias. A principal diferença é que, apesar de incorporar destruição criativa, Aghion e Howitt preservam toda a moldura analítica neoclássica: agentes individuais maximizam lucros intertemporalmente, a economia é tratada como um problema de equilíbrio dinâmico, a tecnologia evolui segundo processos estocásticos bem definidos e as trajetórias de crescimento são soluções de equilíbrio de modelos de otimização racional. As inovações, embora destrutivas para monopolistas incumbentes, surgem dentro de um ambiente altamente estruturado, previsível e com incentivos claros derivados de uma função objetivo, sem heterogeneidade comportamental, sem aprendizagem adaptativa e sem a presença de trajetórias tecnológicas múltiplas ou *path dependence* forte. Assim, mesmo que Aghion e Howitt introduzam elementos schumpeterianos, como a obsolescência das tecnologias antigas, seu modelo continua neoclássico porque a destruição criativa é domesticada dentro de uma estrutura de equilíbrio, com agentes racionais e ambientes estáveis, diferentemente das teorias evolucionárias, nas quais a inovação é fundamentalmente desordenada, imprevisível e não reduzível a otimização intertemporal (Dosi; Nelson, 1994; Metcalf, 2002; Nelson; Winter, 1974).

Dessa forma, a escola neoclássica coloca em segundo plano os aspectos da inovação como objeto de atenção na explicação da dinâmica econômica. Em termos de contribuições no âmbito da inovação o pensamento neoclássico não avança para além das concepções já elaboradas em Smith, Ricardo ou Marx, exceto pelo formalismo e a matematização. Os autores clássicos já falavam da importância da acumulação de capital para o crescimento econômico. Marx era enfático em relação à importância do progresso técnico para a dinâmica do capitalismo (Hunt; Lautzenheizer, 2015).

Dessa forma, a agenda de pesquisa neoclássica se concentra nas condições a serem

estabelecidas para uma alocação ótima de recursos, com enfoque reduzido na inovação como objeto de investigação (Nelson, 1998).

No enfoque neoclássico tradicional, o progresso técnico é abordado de modo restritivo e considerado apenas como um elemento da função de produção, sem preocupação com os aspectos qualitativos do crescimento econômico, e mesmo com aspectos como novos produtos, processos de fabricação ou formas de organização. O enfoque é restrito à alocação de produtos em um modelo de alocação otimizada guiada pelas forças de mercado, em que em um cenário sem interferências externas, crescimento e bem-estar são alcançados automaticamente. Mesmo quando busca atender as críticas às limitações da abordagem neoclássica, seus modelos não conseguem se soltar integralmente das amarras que o modelo neoclássico impõe. Por exemplo, o modelo de crescimento endógeno proposto por Romer (1990) ainda que na expectativa de integrar a influência do conhecimento e reconhecer a possibilidade de mercados imperfeitamente competitivo, peca em uma análise superficial da incerteza e foca, conforme regra na ortodoxia, nas “falhas de mercado” para formular políticas públicas (Costa, 2016). Já o modelo de Aghion e Howitt (1992) disciplina o processo de destruição criadora, algo que foi previsto e criticado pelo próprio Schumpeter (1942) como uma das causas da perda de dinamismo empreendedor do capitalismo.

Os dois modelos, inclusive, podem ser vistos como problemas de externalidade, ou seja, a redução a questões de falhas de mercado, como já dito. No modelo de Romer (1990), a lógica das externalidades do conhecimento é essencialmente positiva e se aproxima claramente da metáfora de “apoiar-se sobre os ombros de gigantes” que ele mesmo cita em suas análises. A ideia central é que o conhecimento acumulado por pesquisadores e firmas se torna um insumo não-rival e parcialmente não-excludente para toda a economia. Cada inovação amplia o estoque de conhecimento disponível e torna mais fácil inovar no futuro, aumentando a produtividade da pesquisa e criando um processo cumulativo de expansão tecnológica. O crescimento ocorre porque cada nova variedade de bem intermediário se soma às anteriores, sem substituí-las. Não existe obsolescência sistemática nem destruição de lucros passados. Assim, embora cada empresa detenha um monopólio sobre sua própria variedade, esse monopólio não interfere negativamente nas demais: a inovação gera efeitos externos positivos para toda a economia, alimentando um ciclo virtuoso no qual o progresso tecnológico se torna cada vez mais fecundo. O mecanismo de externalidade negativa praticamente não aparece, e a noção de destruição criativa não é estrutural no seu funcionamento.

Já no modelo de Aghion e Howitt (1992), o papel das externalidades se inverte. Embora exista um elemento de acumulação do conhecimento, pois cada inovação eleva a fronteira tecnológica e, nesse sentido, também facilita inovações futuras, esse efeito positivo é secundário diante do que realmente caracteriza o modelo: a externalidade negativa da destruição criativa. Aqui as inovações são verticalmente orientadas, no sentido de que cada nova tecnologia é mais eficiente e substitui a anterior. Isso implica que, quando um inovador bem-sucedido entra, ele anula o fluxo de lucros do monopolista mais antigo, tornando sua tecnologia obsoleta. A inovação produz, portanto, um impacto negativo direto sobre os resultados dos incumbentes. Esse “roubo de negócios”, ou *business stealing*, cria um ambiente de concorrência intertemporal: os incumbentes inovam para evitar a obsolescência, e os entrantes inovam para capturar o monopólio dos antigos. É exatamente esse conflito dinâmico que corresponde à visão schumpeteriana de destruição criativa.

Sob essa ótica, os dois modelos se distinguem de forma nítida. Em Romer (1990), predomina um regime de externalidades positivas do conhecimento, no qual a inovação se acumula de forma cooperativa e incremental, sem prejudicar quem inovou antes. Em Aghion e Howitt (1992), o motor do crescimento é uma externalidade negativa, pois o sucesso de um inovador destrói o valor das inovações anteriores, reproduzindo a turbulência típica do capitalismo schumpeteriano. Enquanto Romer (1990) descreve um mundo em que o conhecimento floresce ao se apoiar continuamente no que já foi construído, Aghion e Howitt (1992) descrevem um mundo em que avançar exige superar e, muitas vezes, eliminar o que existia antes.

Em outras palavras, ainda que Aghion e Howitt (1992) introduzam conceitos schumpeterianos adicionais, Aghion e Howitt (1992) e Romer (1990) continuam sendo essencialmente aplicações neoclássicas da teoria do crescimento.

Nesse sentido, mesmo essas tentativas mantêm limites importantes, pois reduzem a incerteza a risco mensurável (ignorando, por exemplo, a incerteza inerente ao processo de inovação) e continuam apoiadas em pressupostos de racionalidade substantiva e mercados competitivos. Como argumenta Dosi (1988), esse enquadramento negligencia a natureza incerta, cumulativa e irreversível do processo inovativo, características fundamentais para compreender a trajetória tecnológica.

A heterodoxia tem uma visão diferente tanto da inovação como da economia como um todo. Enquanto do ponto de vista neoclássico a inovação é interpretada como distorção pontual em situações de falha de mercado, a heterodoxia a compreende como

elemento constitutivo da mudança econômica, orientando políticas públicas para além da lógica reparatória, em direção a uma coordenação sistêmica e proativa do processo inovativo (Lundvall; Borrás, 2005; Mazzucato, 2014). Essa diferença é central para compreender não apenas a gênese da inovação, mas também o papel do Estado e das instituições no fomento ao desenvolvimento econômico.

O processo inovativo é incerto mas não é cego, no sentido que não é randômico (Arrow, 1962). O desenvolvimento econômico, em um contexto capitalista, alternado entre períodos de expansão e depressão, é moldado no contexto dos aperfeiçoamentos produtivos que ocorrem diuturnamente no âmbito da atividade econômica, conduzindo a mudanças de natureza qualitativa modificam a própria estrutura do sistema, resultando em desenvolvimento econômico (Schumpeter, 1939; 1942).

A crítica neoschumpeteriana da inovação agrega doses de complexidade a uma análise da inovação no que se refere aos aspectos de sua gênese, dos elementos componentes, assim como dos resultantes. Nesse sentido, a inovação é descrita como um processo de criação de conhecimento incerto e limitado, baseado em uma combinação de conhecimentos externos, experiências internas e capacidades acumuladas. Nessa perspectiva, o processo inovativo é marcado por elementos característicos tais como a apropriabilidade incompleta; a taciticidade parcial; a incerteza; as variedades quanto às bases de conhecimento, os processos de busca e oportunidades; a cumulatividade e irreversibilidade (Dosi, 1988). A dificuldade da firma na captura e controle pleno dos benefícios econômicos gerados pela inovação constitui um dos elementos de uma incerteza multifacetada apresentada por Dosi (1988), numa perspectiva em que a incerteza é parte intrínseca do processo inovativo e que é essencialmente um processo de aprendizado.

A incerteza tratada aqui envolve não apenas a falta de conhecimento do custo e dos resultados exatos de diferentes alternativas como também das alternativas possíveis naquele cenário. A busca inovadora é caracterizada por forte incerteza e isso se aplica, em primeiro lugar, às fases de mudança técnica, mas persiste em um cenário de paradigma de pesquisa estabelecido (Dosi, 1988). A incerteza no processo inovativo, por seu turno, se destaca do risco calculável por envolver uma carga de conhecimento intangível que surge e é tratado durante o desenvolvimento e se manifesta em diferentes aspectos e etapas do processo inovativo (Martins, Teixeira e Pereira, 2021). Em síntese, a inovação tecnológica consiste em um processo dispendioso, volumes significativos de recursos, e em horizontes de tempo cujos resultados de retorno são incertos (Paula, 2011).

Para além disso, o carácter coletivo do processo inovativo, agrega o carácter *path-dependent* da inovação, composta por um conjunto de agentes distintos, com diferentes qualificações, resultando de um processo cumulativo de conhecimento, sujeito as interações do ambiente institucional assim como do mercado (Lundvall; Borrás, 2005).

Dito isso, é percebido que o processo inovativo, a despeito de uma visão ortodoxa simplificada do fenómeno, vem a ser um complexo processo de aprendizagem de natureza sistêmica, não linear, que em uma economia de decisão descentralizada de consumo e de investimento, se apresenta sob a forma de infinitas possibilidades. Dada a complexidade do fenómeno descrito, faz-se necessário o conhecimento dos diferentes agentes, que por meio de canais diversos promovem um rico intercâmbio de informações e recursos desempenhando papéis de grande relevância na construção de paradigmas de conhecimento, na produção da pesquisa aplicada, no gerenciamento dos riscos no processo de inovação. Nesse sentido, o arcabouço teórico em SNI, que representa conceito-chave na discussão dos elementos do referido processo inovativo por investigar os referidos elementos, foi organizado inicialmente por Freeman (1987) e é mais bem discorrido na sessão a seguir.

3 A GÊNESE DA ABORDAGEM DE SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

O conceito de SNI apareceu pela primeira vez em meados da década de 1980, no contexto dos debates sobre a política industrial na Europa (Sharif, 2006). Quando a abordagem do SNI foi colocada em pauta não havia indicativo de que a abordagem teria ampla difusão. Entretanto o que se observa é que tanto a OCDE, a Comissão Europeia como também a *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD) absorveram o conceito como parte integrante da sua perspectiva analítica. O Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI), mesmo com ressalvas, têm recebido também as influências dessa difusão. Nos Estados Unidos, a Academia de Ciências adotou recentemente o conceito em seu vocabulário, do qual se vale para a avaliação de sua política científica e tecnológica. Na Suécia, o conceito foi legitimado pela criação da instituição do governo central nomeada VINNOVA, que significa 'Autoridade de Sistemas de Inovação' (Lundvall et al., 2002).

Nesse sentido, o SNI consiste em um arranjo institucional como firmas, universidades, sistema financeiro, sistemas legais, governos e outros, mecanismos e instituições de coordenação que, em certa medida se articulam produzindo “ciclos

virtuosos” em inovação (Albuquerque, 2009). Os participantes e sua importância mudam de acordo com o local e o momento histórico.

O processo de inovação já não mais se conformava ao empresário inovador em um processo individualizado, mas passou a ser compreendido de forma sistêmica, envolvendo o esforço integrado de diferentes agentes no sistema produtivo e nas relações econômicas. Essa leitura foi aprofundada pelos autores da abordagem evolucionária da inovação, que ressaltaram o caráter institucional e cumulativo do progresso técnico, assim como a irreversibilidade das mudanças tecnológicas em curso (Nelson; Winter, 1982; Dosi, 1982). Nessa perspectiva, a inovação é entendida como um processo histórico e dependente de trajetória (*path dependence*), no qual a disputa pela hegemonia econômica impulsiona novas conformações organizacionais e institucionais que, por sua vez, fomentam o desenvolvimento econômico (Freeman, 1982). Aparecem nessa perspectiva o papel do aprendizado na formação de uma economia por meio dos processos formais de P&D, assim como elementos como grandes organizações, governos, universidades, dentre outros.

Sob a ótica da economia do aprendizado, e considerando a natureza dinâmica e em constante evolução das teorias da inovação, o conceito de SNI revela-se marcado por uma multiplicidade de abordagens e interpretações. Essa diversidade reflete tanto a complexidade inerente aos processos inovativos quanto a variedade de contextos em que tais sistemas se desenvolvem. Diante disso, a seção a seguir dedica-se a examinar as principais vertentes teóricas sobre o tema, com o objetivo de identificar suas particularidades e, posteriormente, oferecer bases sólidas para a análise do caso brasileiro.

3.1 As Abordagens Em Sistemas Nacionais De Inovação: A Literatura Seminal De Freeman, Lundvall E Nelson.

O novo campo da literatura em inovação que emergiu sob a designação de SNI teve seu desenvolvimento reconhecido o âmbito da literatura principalmente por três acadêmicos: Christopher Freeman (1987), Bengt-Åke Lundvall (1992) e Richard Nelson (1993).

Nesse contexto, a literatura de Nelson (1993) e Edquist (1997) vieram a subsidiar a importância da abordagem de SNI no deslocamento da análise da inovação do âmbito da firma individual para o nível sistêmico, incorporando interações entre diferentes agentes e instituições. A inovação é agora compreendida não como evento isolado, mas como processo coletivo, dependente de instituições de apoio, políticas públicas e redes

de aprendizado que conferem especificidade a cada contexto nacional.

O conceito de SNI, entretanto, não é dotado de uma definição única, mas de um núcleo semântico que aparece na maioria das definições utilizadas. Em Freeman (1987) é compreendido como uma rede de instituições nos setores público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologia. Em Lundvall (1992), aparece como um conjunto de elementos e relações que interagem na produção, difusão e utilização de conhecimento novo e economicamente útil e estão localizados ou enraizados dentro das fronteiras de um Estado-nação. Nelson e Rosenberg (1993) por sua vez descrevem o SNI como o conjunto de instituições cujas interações determinam o desempenho inovador das empresas nacionais (Niosi, 2002).

Sob essa perspectiva, duas dimensões seriam especialmente relevantes para a compreensão das especificidades e diferenças entre SNIs: a primeira, relacionada ao que é produzido no sistema e às competências necessárias para isso (Lundvall, 2002); a segunda refere-se ao arranjo institucional, que definiria como ocorrem produção, inovação e aprendizagem (Lundvall, 2002; Bittencourt; Cario, 2016).

Para além dos diferentes enfoques dados no bojo da literatura, cabe destacar ainda que esta estrutura de apoio pró-inovação, sob a alcunha de SNI, se apresenta também de forma particularizada entre os países, dada as condições do desenvolvimento socioeconômico e político se apresentarem diferentes ao longo do tempo. Nesse sentido, interessantes análises ressaltando as diferenças no papel dos sistemas educacionais, a intensidade de recursos naturais no território nacional, a função das grandes empresas, das políticas tecnológicas em diferentes sistemas inovativos podem ser encontrados na obra coordenada por Nelson (1993),

Dada a relevância dos trabalhos seminais de Freeman (1995), Lundvall (2002) e Nelson (1993), cabe reconhecer, entretanto, que grande parte dessa literatura foi desenvolvida a partir da experiência de países do Norte Global, o que limita sua capacidade explicativa quando aplicada a realidade dos países em desenvolvimento. As variações institucionais, históricas e socioeconômicas próprias do Sul Global ainda são pouco exploradas, exigindo análises que se leve em consideração trajetórias de desenvolvimento distintas, frequentemente marcadas por dependência tecnológica e restrições estruturais. Muitas dessas experiências são ainda de países ainda em desenvolvimento, o que traz mais interesse à questão do que faz com que SNIs não sejam tão bem-sucedidos assim. Nesse sentido, torna-se fundamental avaliar as particularidades das contribuições de cada autor à luz de contextos específicos, de modo a construir

interpretações mais aderentes às dinâmicas de inovação em países em desenvolvimento (Cassiolato; Lastres, 2005).

Dito isso, considerando as particularidades do Sul Global, em que sobressaem diferenças estruturais relacionadas à base produtiva, à capacidade científica e, sobretudo, ao papel central do Estado no fomento à inovação, torna-se necessário avançar na compreensão de como essas especificidades se refletem na dinâmica dos Sistemas Nacionais de Inovação. Em contextos periféricos, o papel do Estado tende a ser mais amplo na coordenação e na indução de processos de inovação, atuando tanto por meio de políticas industriais quanto pela articulação de capacidades tecnológicas estratégicas (Cassiolato; Lastres, 2005).

Nesse sentido, a seção a seguir busca dissecar na literatura SNI as particularidades do protagonismo atribuído aos diferentes atores – Estado, empresas e instituições de pesquisa – em cada uma das abordagens dos autores seminais, de modo a captar especificidades e permitir análises mais aderentes às realidades do Sul Global, em especial ao Brasil.

3.2 Teorias Sistêmicas De Inovação

O modelo SNI não é o único a apresentar uma visão sistêmica sobre a inovação. A literatura apresenta três vertentes teóricas principais que descrevem as relações entre universidade-empresa-governo: o Triângulo de Sábato, SNI e a Tripla Hélice. Todas tangenciam o arcabouço teórico SNI, mas descrevem percepções particulares para a relação entre universidade-empresa-governo, apresentando diferenças especialmente para o protagonismo que cada frente desempenha em cada uma das perspectivas.

Tais vertentes teóricas tratam da relação entre Estado, universidades e empresas com interface direta com o arcabouço dos SNIs, embora curiosamente tenham sido pensadas em contextos históricos e regionais bastantes particulares, a exemplo do Triângulo de Sábato, que ainda que menos salientado na literatura precedeu a consolidação desse corpo de conhecimento a respeito do SNI.

O Triângulo de Sábato, foi formulado por Sábato e Botana em 1968, antes mesmo que essa abordagem pudesse ser nomeada como SNI, e destaca o protagonismo do Estado como articulador central, responsável por coordenar e fomentar a infraestrutura científica e a estrutura produtiva.

A abordagem dos SNIs, abordada por Freeman (1987), desenvolvida por Lundvall

(1992) e posteriormente aprofundada por Nelson e Rosenberg (1993), enfatiza o papel das empresas como agentes centrais do processo de inovação, sem, contudo, desconsiderar a relevância das universidades e do Estado como provedores de conhecimento e formuladores de políticas. Por sua vez, a teoria da Tripla Hélice, proposta por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), apresenta um arranjo mais horizontalizado, em que universidade, governo e setor produtivo atuam em sinergia, compartilhando responsabilidades e coevoluindo institucionalmente para promover a inovação.

Essas vertentes, embora distintas, convergem ao ressaltar que a interação entre diferentes atores é fundamental para compreender as dinâmicas de inovação em nível sistêmico, especialmente em contextos de desenvolvimento econômico desigual como os do Sul Global.

O Triângulo de Sábato apresenta como protagonista o Estado no processo de desenvolvimento científico e tecnológico. Sábato e Botana (1968) ilustram tal protagonismo a partir da experiência norte-americana, em que o contexto de guerra foi considerado fator desencadeante do avanço científico e tecnológico, ressaltando que, até a Segunda Guerra Mundial, a inovação resultava de uma combinação de forças de mercado e de pressões derivadas de conflitos bélicos. Contudo, a formulação do modelo também emerge de uma leitura crítica da realidade latino-americana, marcada por forte dependência tecnológica, baixa densidade industrial e insuficiente articulação entre universidades, setor produtivo e governos. Nesse contexto, defende-se que, diferentemente das economias centrais, a América Latina precisava de um Estado ainda mais ativo, capaz de articular a infraestrutura científico-tecnológica e induzir a modernização produtiva, criando condições para reduzir a dependência externa e fortalecer uma base endógena de inovação (Sábato; Botana, 1968; Dagnino, 2004).

Sábato e Botana (1968) descrevem um triângulo tendo como componentes o vértice governamental, o vértice da infraestrutura científico-tecnológica e o vértice da estrutura produtiva; sendo que cada um desempenha um papel particular e importante nessa interação produtora de inovação científico-tecnológica. Cabe ao vértice governamental, conforme os autores, formular ou implementar políticas no campo científico-tecnológico, e o referido vértice se encontra no topo do triângulo, em posição hierarquicamente e estrategicamente superior. Resultante de um atributo essencial da investigação científica a infraestrutura tecnológica é a capacidade criativa. Cabe à estrutura produtiva, por sua vez, reformar ou revolucionar o sistema de produção.

Nessa perspectiva, a geração de uma capacidade de decisão no campo da inovação

é o resultado de um processo de inter-relações verticais entre os vértices governo/infraestrutura científico-tecnológica e governo/estrutura produtiva; e, no sentido horizontal, entre infraestrutura científico-tecnológica e estrutura produtiva, denotando o protagonismo do vértice governamental nessa sinergia (Sábato; Botana, 1968).

É notável dependência do vértice infraestrutura em relação à ação governamental, especialmente em termos de alocação de recursos, mas também no que se refere à geração de demanda de pesquisas estratégicas. Na inter-relação da estrutura produtiva com o governo, por sua vez, os estímulos governamentais podem contribuir para ganhos de produtividade ao incorporar novas práticas na estrutura produtiva de setores considerados estratégicos (Sábato; Botana, 1968).

Adicionalmente, em Sábato e Botana (1968), na experiência latino-americana, a atuação do Estado assume um papel ainda mais central e estratégico do que em contextos centrais como os Estados Unidos. Nesse cenário, marcado por limitada densidade industrial, fragilidade institucional e dependência tecnológica externa, o Estado não apenas coordena as interações entre infraestrutura científico-tecnológica e estrutura produtiva, mas também atua como motor principal da indução de capacidades endógenas de inovação. A geração de políticas públicas, a alocação de recursos para pesquisa estratégica e a criação de incentivos à modernização produtiva tornam-se funções indispensáveis para reduzir a dependência tecnológica e estimular a formação de um sistema nacional de inovação adaptado às especificidades socioeconômicas da região (Sábato; Botana, 1968; Dagnino, 2004).

Lundvall (1992), por sua vez, apresenta o modelo nomeado de fato SNI no qual a empresa desempenha papel principal no processo de inovação. O autor descreve o SNI como um sistema social, constituído por elementos e relações que interagem na produção, difusão e utilização de conhecimentos novos e economicamente úteis.

Tomando por consideração o contexto da publicação, Lundvall (1992) ressalta a necessidade de “defender” a relevância do conceito de sistema nacional frente ao crescente movimento de globalização e à expansão de empresas transnacionais, que difundem suas práticas para além dos países de origem.

Nesse sentido, o protagonismo recai sobre o setor empresarial/industrial, mas o autor reconhece que o Estado continua desempenhando um papel estratégico ao criar condições institucionais e políticas que permitam o funcionamento do sistema, atuando como facilitador e regulador das interações entre empresas e instituições de pesquisa. Diferentemente do Triângulo de Sábato, em que o Estado ocupa o vértice hierárquico

principal, Lundvall apresenta uma relação binária Estado–Empresa, em que as políticas públicas e os marcos institucionais fortalecem a capacidade de inovação das empresas, enquanto estas se tornam motores do crescimento econômico e da difusão tecnológica (Lundvall, 1992; Cassiolato; Lastres, 2005).

Ainda que compartilhando o ponto de partida do protagonismo da empresa como fio condutor da inovação, Nelson e Rosenberg (1993) abordam a teoria dos sistemas nacionais de inovação destacando o papel das universidades. Os autores resgatam o histórico norte-americano de investimento estatal em pesquisa nas duas grandes guerras para ilustrar uma transformação posterior ocorrida com a descentralização de grandes organizações estatais acompanhada do fortalecimento e unificação das instituições de ensino. Tal contexto, somado à habilidade de conversão da produção de conhecimento em soluções de mercado trouxe, na perspectiva dos autores, importância para as instituições de ensino no descrito binômio universidade-empresa dos Sistemas Nacionais de Inovação.

As universidades, ao lado das empresas, tornam-se elementos centrais de um processo interativo em que a inovação depende tanto da produção de novos conhecimentos quanto da capacidade de incorporá-los em práticas produtivas. A formação de redes institucionais entre universidades, empresas e governo cria condições favoráveis ao aprendizado coletivo, à difusão tecnológica e à consolidação de trajetórias de desenvolvimento. Essa visão reforça que, mesmo em sistemas fortemente orientados ao mercado, a pesquisa acadêmica se configura como um vetor indispensável de inovação, sendo capaz de sustentar a competitividade industrial e, ao mesmo tempo, responder a demandas sociais e estratégicas impostas pelo Estado (Nelson e Rosenberg, 1993).

O modelo da Tripla Hélice, por sua vez discorrida por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), aborda a relação entre universidade, indústria e governo na geração de conhecimento e inovação de forma mais sinérgica e horizontalizada. Na referida literatura o enfoque está nas diferentes experiências em “tríplice hélice” experimentadas em países e lapsos temporais distintos e que evoluíram para um modelo atual. Claro, por sua aderência ao enfoque SNI, os modelos descritos como hélice nas experiências analisadas em muito se assemelham aos já descritos nesse relato como sendo o Trígono de Sabato e o binômio do Sistemas de Nacionais de Inovação.

O modelo da Tripla Hélice é composto universidades, empresas “*spin-off*” e governos, com o objetivo comum de promover um ambiente inovador constituído por

iniciativas trilaterais para o desenvolvimento econômico baseado no conhecimento e alianças estratégicas. Tais empresas se diferenciam em porte, áreas de atuação, e níveis de tecnologia. Os laboratórios podem, por sua vez, ser governamentais ou grupos de investigação acadêmica, e esses arranjos são frequentemente encorajados, mas não são controlados pelo governo. Nesse ciclo virtuoso descrito pelo modelo, três dinâmicas podem ser distinguidas: a dinâmica econômica do mercado, a dinâmica interna de produção de conhecimento, e de governança da interface em diferentes níveis. As três dinâmicas em sinergia são capazes de promover a pesquisa e produção de conhecimento necessário para a promoção da inovação (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

Em síntese, enquanto o Triângulo de Sábato confere ao Estado um protagonismo hierárquico e o modelo de Lundvall enfatiza o papel da empresa, a Tripla Hélice considera que o desenvolvimento científico e tecnológico resulta da interação contínua entre universidades, empresas e governo, de modo que cada ator pode alternar posições de liderança dependendo do contexto e das oportunidades de inovação (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Lundvall, 1992; Sábato; Botana, 1968). Percebe-se nessa análise que a hierarquia perde protagonismo para as interações entre os vértices em relação equânime de importância.

Mais recentemente, Mazzucato (2014) fez uma análise do papel do Estado como indutor da inovação em diferentes países. Seu estudo não se propôs a desenvolver um modelo, mas ele era inserido em uma perspectiva sistêmica de inovação, dado que a autora enfatizava a relação integrada e interativa entre universidade-empresa-governo. O que chama a atenção em seu argumento, e por isso, o mencionamos aqui, é a visão hierárquica clara defendida pela autora. Seu argumento é que o Estado tem papel preponderante, principalmente em setores de alto teor inovador e alto risco. Ou seja, quando pensamos em modelos sistêmicos de inovação, podemos pensar em uma comparação simplificada, conforme apresentada no Quadro 1, abaixo:

Quadro 1 – Modelos e abordagens sobre inovação e papel do Estado

Nome do Modelo ou Abordagem	Autores	Principais Atores Relevantes	Tipo de Relação entre Atores	Papel do Estado
Triângulo de Sábato	Sábato; Botana (1968)	Governo, infraestrutura científica-tecnológica, infraestrutura produtiva	Relação triangular, com o Estado no topo do triângulo	Central, no topo do sistema
Sistema Nacional de Inovação (SNI)	Freeman (1987); Lundvall (1992); Nelson (1993)	Estado, universidades, empresas	Relação interativa e integrada, sem sobreposição hierárquica entre eixos. Protagonismo ora para empresa ora para universidade.	Indutor e articulador
Tríplice Hélice	Etzkowitz; Leydesdorff (2000)	Estado, universidades, empresas	Relação triangular, sem hierarquia fixa entre os eixos	Parceiro e facilitador
Estado Empreendedor	Mazzucato (2014)	Estado, universidades, empresas	Relação hierárquica, com o Estado em papel de liderança	Planejador e orientador estratégico

Fonte: Elaboração própria, com base em Sábato e Botana (1968), Freeman (1987), Lundvall (1992), Nelson (1993), Etzkowitz e Leydesdorff (2000) e Mazzucato (2014).

4 O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO BRASILEIRO

Sob tais formulações teóricas e, dadas as devidas particularidades ao caso, o SNI Brasileiro, apresenta um percurso tardio e fortemente influenciado pelo papel do Estado como articulador e financiador das atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I).

No final do século XVIII, a ciência no Brasil encontrava-se significativamente defasada em relação a outros países da América Latina, e somente a partir da chegada da corte portuguesa em 1808 iniciou-se um movimento gradual de criação de instituições de ensino e pesquisa (Suzigan; Albuquerque, 2011).

O Estado passou a atuar de forma mais explícita e sistemática no início da década de 1950 com a criação da Capes e do CNPq, instituições que centralizaram o fomento à pesquisa científica e à formação de recursos humanos, definindo padrões de intervenção do governo e orientando a atuação de universidades e centros de pesquisa (Guimarães, 2002).

A partir da década de 1990, o Estado intensificou políticas voltadas à inovação no setor produtivo, por meio da Lei nº 8.661/1993, que instituiu incentivos fiscais para empresas, e da criação dos fundos setoriais, voltados a superar a instabilidade de financiamento e a estimular a cooperação entre instituições de CT&I e empresas (Pacheco, 2007; Moraes, 2008). Complementarmente, a década de 2000 trouxe avanços institucionais importantes, como a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004), a consolidação dos incentivos fiscais na Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) e programas de apoio a empresas pela FINEP, reforçando o papel do Estado como indutor e facilitador da inovação (De Negri; Cavalcante, 2013).

Enquanto isso, os indicadores recentes revelam uma dissociação entre produção científica e tecnológica no país. Em 2006 o Brasil atingiu uma produção científica internacional significativa (superando 2,5% da produção mundial), enquanto a despeito disso, a produção tecnológica medida por patentes permanecia baixa, em torno de 0,1% do total mundial, refletindo um SNI ainda caracterizado por um modelo “bipolar”: universidades e centros de pesquisa de um lado e setor produtivo do outro, com integração limitada (De Negri; Cavalcante, 2013).

Esse quadro evidencia que, embora o Estado tenha exercido um papel central na constituição e fortalecimento da infraestrutura de CT&I, desafios estruturais e institucionais persistem para consolidar um SNI plenamente integrado e alinhado às

demandas do desenvolvimento econômico nacional. Nesse sentido, o SNI brasileiro parece se caracterizar por um sistema que em muito se aproxima do sistema descrito em Sábato e Botana (1968), dado o protagonismo do Estado como fio condutor histórico da inovação.

O SNI brasileiro se apresenta como um sistema hierárquico, que em muito assemelha a um triângulo, em que no topo se situa o Estado como grande financiador e fomentador, tendo na base as universidades e institutos de pesquisa versus empresas, com fortes questões em relação à baixa interação, expressa, a exemplo, na baixa conversão entre a produção científica e tecnológica. Tais considerações se expressam ainda na participação relativamente reduzida dos investimentos empresariais no total dos investimentos em P&D, na reduzida participação de empresas em projetos aprovados no âmbito dos fundos setoriais, pelo distanciamento entre os indicadores nacionais de produção científica e os de produção tecnológica e pela forte dependência do financiamento do Estado (De Negri; Cavalcante, 2013).

A referida síntese analítica do SNI brasileiro permeada pela teoria SNI revisitada nessa sessão permite observar que a exemplo do modelo apresentado Sábato e Botana (1968), e em decorrência de fatores históricos, tais como a industrialização e constituição tardia das universidades, o modelo brasileiro é fortemente centrado no Estado.

De Negri e Cavalcante (2013), por sua vez, complementam essa análise trazendo os aspectos deficitários da interação entre os vértices, que é elemento estratégico da teoria da tríplice hélice, como um dos fatores-chave para o diagnóstico desse SNI, caracterizado em geral por um sistema de baixa interação, e pontuado por casos específicos de sucesso em que a sinergia entre a produção científica e tecnológica brasileira tem performado de forma positiva e descolada da média, como os casos da Embrapa, o ITA, o CTA, o Inpe e a Fiocruz, dentre outros.

Dito isso, reconhecido o papel do Estado como centralizador das ações de inovação no Brasil, e reconhecidas as fraquezas desse SNI em desenvolvimento, como a forte dependência do sistema ao Estado, o baixo investimento privado e a baixa sinergia entre os vértices; fica o questionamento sobre como esse Estado central pode, na posição de protagonista, assumir papel ativo na coordenação dos agentes desse sistema de modo a fomentar o desenvolvimento do SNI brasileiro, ampliar a interação entre os vértices, fomentar a produção tecnológica e o investimento privado. Parte dessa resposta parece estar nas nuances da Teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação. É possível que essa resposta esteja ainda no fortalecimento do papel gerencial e ativo do Estado presente na

abordagem do Estado Empreendedor de Mazzucato (2014)? Faz-se necessário ampliar o arcabouço teórico e possivelmente setorizar tal análise para respondermos tais questionamentos e esses pontos são ricas sugestões para agendas de pesquisa posteriores.

5 CONCLUSÕES

Se a relação entre o desenvolvimento econômico e a produção de conhecimento inovativo é consensual no contexto da literatura (De Negri; Cavalcante, 2013), o mesmo não se pode afirmar sobre a forma como esse processo inovativo se estrutura e quais são suas repercussões em termos econômicos. Quer seja no âmbito do debate teórico, em que a inovação recebe ora os contornos pragmáticos do neoclassicismo, dotada de seu caráter exógeno e condicionada à racionalidade dos agentes em um ambiente de equilíbrio competitivo, ora a perspectiva neoschumpeteriana, que enfatiza seu caráter endógeno, cumulativo e sistêmico, resultante de interações institucionais e de trajetórias históricas específicas; o debate reside justamente no papel atribuído às instituições, ao Estado, às relações de mercado no processo inovativo e os ganhos econômicos e sociais resultantes.

Enquanto a Teoria dos SNI pode ser compreendida como um desdobramento natural da evolução do pensamento neoschumpeteriano, que ao deslocar a análise da inovação para uma complexa rede de interações institucionais capazes de promover o desenvolvimento das nações contribui para a ampliação da compreensão e diversificação da perspectiva sobre a inovação; a literatura amplamente reconhecida sobre o tema parece ainda privilegiar os horizontes analíticos das nações desenvolvidas.

Por isso, se analisar o sistema inovativo, ou um setor inovativo de qualquer nação requereria um exercício natural de reapreciação da gênese da referida literatura; analisar as particularidades do sistema inovativo brasileiro exige ainda um olhar crítico para os limites da literatura amplamente reconhecida e os pontos de contato com essa realidade marcada por uma trajetória histórica tão particular.

Embora a literatura basilar sobre sistemas de inovação privilegie, em grande medida, os horizontes analíticos de economias desenvolvidas, notadamente aquelas com trajetórias históricas caracterizadas por elevada capacidade de coordenação estatal, infraestrutura científica consolidada e sistemas produtivos tecnologicamente dinâmicos, este estudo concentra-se na análise crítica desse referencial à luz da realidade brasileira. Parte-se do entendimento de que a abordagem neoclássica, ao tratar a inovação como

fenômeno exógeno e abstrato, mostra-se limitada tanto para a construção de teorias explicativas quanto para a formulação de políticas públicas aderentes às condições de países em desenvolvimento. Em contraposição, a abordagem sistêmica oferece um arcabouço analítico mais consistente ao reconhecer o papel central do Estado na coordenação, indução e sustentação dos processos inovativos. Ainda assim, mesmo essa perspectiva demanda esforços adicionais de adaptação para incorporar adequadamente as especificidades de sistemas nacionais de inovação em maturação, como o brasileiro, marcado por forte presença e, em certa medida, dependência do Estado, industrialização tardia e consolidação tardia das universidades e institutos de pesquisa. Em contextos como esse, nos quais persistem lacunas institucionais e produtivas significativas, os desafios da inovação assumem contornos distintos daqueles observados nas economias centrais, exigindo abordagens analíticas e políticas públicas mais contextualizadas, sensíveis não apenas aos casos bem-sucedidos, mas sobretudo às realidades mais carentes de políticas orientadoras para inovar, crescer e se desenvolver.

Dito isso, o artigo contribui para a literatura ao **i) sistematizar as principais interpretações dos autores seminais da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação**, enfatizando sua ruptura crítica com o pensamento neoclássico ortodoxo e a insuficiência deste para orientar análises e políticas públicas em contextos de países em desenvolvimento. Além disso, o artigo também **ii) propõe uma comparação entre as diversas visões sistêmicas da inovação e o papel do Estado nesse processo**, com o objetivo de justificar o uso de uma análise hierárquica vertical, em que o Estado tenha um papel preponderante, orientador e planejador do processo. Tal perspectiva mostra-se particularmente relevante para economias do Sul Global, nas quais a construção de capacidades inovativas depende de políticas públicas ativas, planejadas e sensíveis às restrições históricas e institucionais que moldam seus sistemas nacionais de inovação. e **iii) propõe uma agenda de pesquisa voltada à ampliação da compreensão do SNI nacional**.

No âmbito da tese, essas contribuições assumem caráter estruturante, pois sustentam a hipótese central de que o SNI brasileiro é historicamente verticalizado e fortemente dependente da coordenação estatal, ao mesmo tempo em que revelam o potencial indutor da universidade pública como infraestrutura científica e formadora de capital humano estratégico. A agenda aqui delineada é operacionalizada nos artigos subsequentes: o Artigo 2 investiga historicamente a formação e as transformações do vértice universitário; o Artigo 3 examina empiricamente, com base em dados

quantitativos, a centralidade estatal e universitária no setor espacial; e o Artigo 4 analisa qualitativamente a emergência de um arranjo regional no Distrito Federal, evidenciando como, mesmo em um sistema hierarquizado, a universidade pode atuar como núcleo indutor de novas dinâmicas empreendedoras.

No que se refere à agenda proposta, pretende-se i) avançar na análise dos fatores relacionados à baixa interação entre os vértices do sistema, investigando, em particular, a gênese e o desenvolvimento histórico das universidades e institutos de pesquisa no Brasil, de modo a compreender e diagnosticar o papel desse vértice na produção inovativa, ii) examinar a interação entre os vértices, buscando identificar os setores inovativos mais virtuosos ou promissores do sistema brasileiro, como o setor espacial, que, segundo De Negri e Cavalcante (2013), que apresenta desempenho superior à média em termos de inovação e iii) analisar, identificar e sistematizar os elementos estruturantes associados ao desempenho bem-sucedido do setor analisado, com o objetivo de extrair um conjunto de boas práticas capaz de subsidiar a formulação e o aprimoramento de políticas públicas voltadas ao fortalecimento de sistemas de inovação.

Essas recomendações constituem o fio condutor da tese, que busca demonstrar, por meio de múltiplas abordagens metodológicas, como a preponderância estatal e a capacidade indutora da universidade moldam a configuração do sistema setorial espacial brasileiro e suas expressões regionais.

6 REFERÊNCIAS

- Abramovitz, M. *Resource And Output Trends In The United States Since 1870*. American Economic Review, V. 46, N. 2, P. 5-23, 1956.
- Aghion, P., & Howitt, P. *A Model Of Growth Through Creative Destruction*. Econometrica: Journal Of The Econometric Society, 323-351, 1992.
- Albuquerque, E. M. *Sistema Nacional De Inovação No Brasil: Uma Análise Introdutória A Partir De Dados Disponíveis Sobre A Ciência E A Tecnologia*. Brazilian Journal Of Political Economy, V. 16, P. 387-404, 2022.
- Albuquerque, E. M. *Apresentação: Christopher Freeman-The 'National System Of Innovation' in Historical Perspective*. 2009.
- Arrow, K. J. *The Economic Implications Of Learning By Doing*. The Review Of Economic Studies, V. 29, N. 3, P. 155-173, 1962.
- Balbachevsky, E., Sampaio, H., e Andrade, C. Y.. *Expanding Access To Higher Education And Its (Limited) Consequences For Social Inclusion: The Brazilian Experience*. Social Inclusion, V. 7, N. 1, P. 7, 2019.
- Bittencourt, P. F.; Cario, S. A F. *O Conceito De Sistema Nacional De Inovação: Das Raízes Históricas À Análise Global Contemporânea*. Encontro Nacional De Economia Política, V. 21, 2016.
- Bomeny, H. *A Reforma Universitária De 1968: 25 Anos Depois*. Revista Brasileira De Ciências Sociais, V. 9, N. 26, P. 1-13, 1994.
- Cassiolato, J. E. ; Lastres, H. M. M. *Sistemas De Inovação E Desenvolvimento: As Implicações De Política*. São Paulo Em Perspectiva, V. 19, P. 34-45, 2005.
- Castellacci, F. *Technological Regimes And Sectoral Differences In Productivity Growth*. Industrial And Corporate Change, V. 16, N. 6, P. 1105-1145, 2007.
- Colander, D.; Holt, R.P.F.; Jr, J.B.R.. *The Changing Face Of Mainstream Economics*. The Long Term View, V. 7, N. 1, P. 31-42, 2008.
- Costa, A. B. *Teoria Econômica E Política De Inovação*. Revista De Economia Contemporânea, V. 20, N. 2, P. 281-307, 2016.
- Dagnino, Renato. *A Relação Universidade-Empresa no Brasil e o Argumento Da Hélice Tripla*. Convergencia. Revista De Ciências Sociales, V. 11, N. 35, P. 253-291, 2004.
- Dahlman, C.J. ; Frischtak, C.R. (1993). *National Systems Supporting Technical Advance In Industry: The Brazilian Experience*. National Innovation Systems: A Comparative

Analysis, V. 414, 1993.

De Negri, F.; Cavalcante, L. R. *Sistemas De Inovação e Infraestrutura De Pesquisa: Considerações Sobre o Caso Brasileiro*. Radar - Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, Brasília, n. 24, fev. 2013.

Dequech, D. *Neoclassical, Mainstream, Orthodox, and Heterodox Economics*. Journal of Post Keynesian Economics. Dec 1;30(2):279-302, 2007.

Dias, L. R.; Camara, M. R. *Modelo De Análise Das Teorias De Inovação Tecnológica: Dois Paradigmas, Quatro Perspectivas*. XII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC, 2007.

Dosi, G. *Sources, Procedures, And Microeconomic Effects of Innovation*. Journal Of Economic Literature, V. 26, N. 3, P. 1120–1171, 1988

Dosi, G.; Nelson, R. R. An Introduction To Evolutionary Theories in Economics. Journal of Evolutionary Economics, V. 4, P. 153-172, 1994.

Dosi, G. *Technological Paradigms And Technological Trajectories: A Suggested Interpretation Of The Determinants And Directions Of Technical Change*. Research Policy, V. 11, N. 3, P. 147-162, 1982.

Edquist, C. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter, 1997.

Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. *The Dynamics of Innovation: From National Systems and “Mode 2” to A Triple Helix of University–Industry–Government Relations*. Research Policy, V. 29, N. 2, P. 109-123, 2000.

Hunt, E. K.; Lautzenheiser, M. *History Of Economic Thought: A Critical Perspective*. Routledge, 2015.

Jones, C. *Paul Romer: Ideas, Nonrivalry, And Endogenous Growth*. The Scandinavian Journal Of Economics, 121(3), 859-883, 2019.

Lundvall, Bengt-Åke Et Al. *National Systems of Production, Innovation and Competence Building*. Research Policy, V. 31, N. 2, P. 213-231, 2002.

Lundvall, Bengt-Åke. *National Systems Of Innovation: Towards A Theory Of Innovation And Interactive Learning*. London: Pinter, 1992.

Lundvall, B.-Å.; Borrás, S. *Science, Technology and Innovation Policy*. In: Fagerberg, Jan; Mowery, David C.; Nelson, Richard R. (eds.) *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, pp. 599–631, 2005.

Mankiw, N. G. Reflections Of A Textbook Author. Journal Of Economic Literature, V. 58, N. 1, P. 215-228, 2020.

Martins, N. S. F.; Teixeira, A. L. da S.; Pereira, F. B. *Incerteza nos investimentos inovativos: uma discussão neoschumpeteriana e pós-keynesiana*. V Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (ENEI), 2021. DOI: 10.5151/v-enei-758.

Mazzucato, M. *O Estado Empreendedor: Desmascarando O Mito Do Setor Público Vs. Setor Privado*. Portfolio-Penguin, 2014.

Melo, M.; Michels Freitas, L.H. 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, set. 2021.

Metcalf, J.S. *Evolutionary Economics And Creative Destruction*. Routledge, 2002

Nelson R. R., Winter, S. G. *Neoclassical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus*. *The Economic Journal*, Volume 84, Issue 336, 1 December 1974, Pages 886–905.

Nelson, R. R. *The Agenda for Growth Theory: A Different Point of View*. *Cambridge Journal Of Economics*, V. 22, N. 4, P. 497-520, 1998.

Nelson, R.; Winter, S. G. *An Evolutionary Theory Of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

Nelson, R. R.; Winter, S. G. *In Search Of Useful Theory Of Innovation*. *Research Policy*, V. 6, N. 1, P. 36-76, 1977.

Nelson, R. R.; Winter, S. G. The Schumpeterian Tradeoff Revisited. *The American Economic Review*, V. 72, N. 1, P. 114-132, 1982.

Nelson, R. R.; Winter, S. G. Toward An Evolutionary Theory Of Economic Capabilities. *The American Economic Review*, V. 63, N. 2, P. 440-449, 1973.

NELSON, R. R. *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford university press, 1993.

Niosi, J. *National Systems Of Innovations Are “X-Efficient”(And X-Effective): Why Some Are Slow Learners*. *Research Policy*, V. 31, N. 2, P. 291-302, 2002.

Paula, L. F. *Sistema Financeiro E O Financiamento Da Inovação: Uma Abordagem Keynesiana-Schumpeteriana*. Encontro Nacional De Economia Anpec, 39., 2011.

Romer, P. M. *Endogenous Technological Change*. **Journal Of Political Economy**, V. 98, N. 5, Part 2, P. S71-S102, 1990.

Sábato, Jorge A.; Botana, Natalio. *La Ciencia Y La Tecnología En El Desarrollo Futuro De América Latina*. *Revista De La Integración*, N. 1, P. 15-36, 1968.

Schumpeter, J. A. *Business Cycles. A Theoretical, Historical And Statistical Analysis Of The Capitalist Process*. McGraw-Hill Book Company, 1939.

- Schumpeter, J. A. *Capitalism, Socialism And Democracy*. New York: Harper & Brothers, 1942.
- Sharif, N. *Emergence And Development Of The National Innovation Systems Concept*. *Research Policy*, V. 35, N. 5, P. 745-766, 2006.
- Smith, Adam. *Uma Investigação Sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações*. In: Adam Smith. São Paulo, Abril Cultural, Coleção. Os Economistas, 1776.
- Soares, T.J.C.C Et Al. *O Sistema De Inovação Brasileiro: Uma Análise Crítica E Reflexões*. *Interciencia*, V. 41, N. 10, P. 713-721, 2016.
- Solow, R. M. *A Contribution To The Theory Of Economic Growth*. *Quarterly Journal of Economics*, V. 70, N. 1, P. 65-94, 1956.
- Solow, R. M. *Technical change and the aggregate production function*. *The review of Economics and Statistics*, v. 39, n. 3, p. 312-320, 1957.
- Tigre, P. B. *Paradigmas Tecnológicos E Teorias Econômicas Da Firma*. *Revista Brasileira De Inovação*, V. 4, N. 1, Jan/ Jun 2005, P.187-223.

2.2 ARTIGO 2

OS MARCOS EVOLUTIVOS DO ENSINO SUPERIOR NO BRASIL, A TRAJETÓRIA DO ENSINO A DISTÂNCIA E AS TRANSFORMAÇÕES RECENTES DO PERÍODO PÓS-PANDÊMICO

RESUMO

A constituição do ensino superior no Brasil iniciou tardiamente e ocorreu em fluxo não linear e marcado por transformações intimamente ligadas aos processos sociais e econômicos que se desencadearam ao longo dos últimos cem anos. Compreender os elementos constitutivos da formação da educação superior no Brasil é parte do processo de entendimento dos elementos sociais, econômicos e históricos que compõem a sociedade brasileira, assim como ponto de partida na concepção de políticas públicas em prol da transformação estrutural e estruturante dessa sociedade. Sob a perspectiva sistêmica adotada na tese, essa trajetória é também elemento central para compreender a formação das capacidades científicas e tecnológicas que integram o Sistema Nacional de Inovação brasileiro. Nesse sentido, pretendeu-se delimitar e caracterizar os principais marcos históricos do desenvolvimento da educação superior no Brasil, destacando seus elementos constitutivos e heranças para a concepção do ensino superior como o conhecemos. A análise histórica aqui desenvolvida permite identificar como a universidade brasileira foi sendo progressivamente incorporada como vértice estratégico das políticas estatais de desenvolvimento, ainda que marcada por limitações estruturais e por uma inserção desigual. Observaram-se aspectos marcantes em termos da gênese elitista e da mercantilização do ensino, que podem alienar o papel transformador da educação superior, assim como foram levantados os principais desafios em termos de política pública para o contexto atual em que um novo marco de transformação do ensino superior pode estar ocorrendo, com marcante contribuição do EaD. Esses desafios assumem relevância adicional quando considerados à luz da hipótese da preponderância estatal no SNI brasileiro e da necessidade de fortalecimento das universidades como indutoras de trajetórias setoriais e regionais de inovação. As discussões apresentadas foram subsidiadas por dados do Censo da Educação Superior, do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

Palavras-chave: Educação a distância, Universidade, Ifes, Reforma universitária, Pandemia.

ABSTRACT

The development of higher education in Brazil began relatively late and followed a non-linear trajectory shaped by broader social and economic transformations over the past century. Understanding the historical formation of Brazilian higher education is essential not only for interpreting the country's social and economic structure but also for informing public policies aimed at structural transformation. From the systemic perspective adopted in this thesis, this trajectory is central to understanding the formation of scientific and technological capabilities within the Brazilian National Innovation System (NIS). This article identifies and characterizes the main historical milestones in the evolution of higher education in Brazil, highlighting their institutional legacies and their influence on the configuration of the contemporary university. The historical analysis reveals how Brazilian universities were progressively incorporated as strategic components of state-led development policies, despite persistent structural limitations and uneven integration into the productive system. The study also examines the elitist origins and increasing commodification of higher education, as well as the recent expansion of distance education, particularly in the post-pandemic period. These transformations raise important public policy challenges, especially when considered in light of the hypothesis of state preponderance in the Brazilian NIS and the need to strengthen universities as drivers of sectoral and regional innovation trajectories. The analysis is supported by data from the Higher Education Census produced by the National Institute of Educational Research Anísio Teixeira (Inep).

Keywords: Distance education. Federal institutions of higher education. University reform. Pandemic.

1 INTRODUÇÃO

A última década vivenciou transformações significativas no Ensino Superior brasileiro. Um aumento grande na oferta de vagas, tanto públicas quanto privadas e uma ampliação do acesso a parcelas da população que antes não viam a formação superior como uma possibilidade.

Políticas como o Universidade para Todos (ProUni), a Universidade Aberta do Brasil (UAB) e o Programa de Reestruturação e Expansão da Universidade (Reuni), o Fundo de Financiamento Estudantil (FIES) e a Lei nº 12.711/2012, conhecida como Lei de Cotas,

já começam a mostrar seus efeitos nas estatísticas educacionais. Além disso, a pandemia da Covid-19 também deixou seus efeitos, acelerando uma expansão do ensino a distância e do híbrido que já estava em curso há alguns anos antes.

Nesse sentido, o que se pretende nesse relato é, resgatando os principais marcos históricos do desenvolvimento da educação superior no Brasil, compreender os elementos constitutivos da universidade como a conhecemos hoje e, para além disso, investigar os resultados da política intervencionista das primeiras décadas dos anos 2000. Pretende-se, ainda, analisar, nesse interstício, o período pandêmico, pós-pandêmico e suas transformações. Seria o ano de 2020 e suas transformações impactantes o suficiente para que se fale em novo marco evolutivo?

Para subsidiar as discussões deste artigo, foram coletados dados do Censo da Educação Superior, do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Importante destacar que apenas para o ano de 2010 em diante há microdados, então para os anos anteriores há limitação dos dados que podem ser extraídos, dispostos em formato de tabelas fixas, o que impossibilitou o detalhamento de algumas informações nos anos de 2007 a 2009.

Ao dialogar com o arcabouço teórico apresentado no Artigo 1, este estudo histórico da educação superior brasileira permite compreender como se estruturou o vértice universitário no Sistema Nacional de Inovação, evidenciando seus condicionantes institucionais, suas fragilidades estruturais e suas capacidades acumuladas ao longo do tempo.

Essa reconstrução histórica é fundamental para sustentar a etapa subsequente da tese, que avança para a análise setorial, ao investigar de que forma universidades específicas, inseridas em contextos territoriais e produtivos determinados, podem atuar como agentes indutores de inovação, especialmente em setores estratégicos como o espacial.

2 METODOLOGIA

Para subsidiar as discussões deste artigo, foi realizada inicialmente uma revisão da literatura referente aos aspectos da gênese e estruturação do ensino superior. Foram consideradas pesquisas de relevância que apresentaram tanto dados censitários de períodos anteriores, tais como número de instituições, matrículas e docentes, assim com discussões a respeito da concepção, implementação e resultados de políticas públicas até meados dos anos 2000.

A partir desse marco, foram coletados dados do Censo da Educação Superior, do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), como forma de caracterizar o contexto atual da educação superior, tendo como resultado a construção de um esboço do panorama atual da educação superior. Importante destacar que apenas para o ano de 2010 em diante há microdados divulgados, então para os anos anteriores há limitação dos dados que estão publicamente acessíveis.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. A Era Pré-Universitária e a Primeira Expansão Privada do Ensino (1808 a 1918)

A maioria dos países da América Latina possuía universidades até o final do século XVIII, exceto o Brasil. As primeiras instituições de ensino superior foram criadas no século XIX, durante o processo de independência, por iniciativa da elite para qualificar a construção do novo estado-nação (Balbachevsky; Sampaio; Andrade, 2019). Houve uma grande influência europeia, especialmente das grandes écoles francesas, na construção do modelo de ensino superior, o qual era composto por escolas independentes que formavam e certificavam profissionais especializados.

No país, a criação de universidades integradas, distintas das escolas isoladas, só se efetivou no século XX (Bortolanza, 2017). Nesse período aqui nominado de estágio pré-universitário, as primeiras escolas superiores foram criadas com um modelo de ensino destinado a formação para profissões liberais tradicionais, como direito e medicina, ou para as engenharias. Entre 1808 e 1889, à semelhança das transformações socioeconômicas, o sistema de ensino superior se modificou rasa e lentamente, representando uma ferramenta de acesso ao mercado de trabalho para assegurar o status quo (Sampaio, 1991).

Tal período foi marcado por elevado controle do Estado, que interferia até mesmo na distribuição das cátedras, orientado por critérios majoritariamente políticos, em detrimento dos acadêmicos, tendo como resultado um ensino voltado aos interesses individuais, partidários, ou na preservação do poder dos interesses do Estado (Bortolanza, 2017). Nesse contexto se discutia a criação das universidades.

No cenário de centralismo político imperial, surgiu a ideia de uma universidade centralizada para atender aos objetivos de ingerência oficial no ensino. Os positivistas resistiram a essa ideia até o estabelecimento do estado positivo (Sampaio, 1991).

No final do Império, em 1889, havia apenas seis escolas superiores especializadas na formação de juristas, médicos e engenheiros. Esse cenário permaneceu até meados da década de vinte, quando o sistema de ensino superior se constituiu de escolas autônomas designadas para a formação de profissionais liberais (Neves; Martins, 2016).

A abolição da escravidão, a queda do Império e a Proclamação da República em 1889 resultaram em mudanças sociais, descentralizando o ensino superior para os governos estaduais e expandindo-o de forma privada, criando 56 escolas até 1918 (Sampaio, 1991).

As demandas socioeconômicas enfatizaram a necessidade de formação tecnológica com base científica. A pesquisa tornou-se mais distante dos resultados práticos, e houve um debate renovado sobre a criação de uma universidade no Brasil. Cabe destacar que somente no ano de 1915, no âmbito da Reforma Carlos Maximiliano, o Decreto nº 11.530 menciona a instituição de uma universidade, facultando ao Governo Federal tal possibilidade, quando esse entender por oportuno. Nesse cenário, na data de 7 de setembro de 1920, por meio do Decreto nº 14.343, foi instituída a Universidade do Rio de Janeiro (URJ), resultando da aglutinação de três escolas tradicionais: a Escola Politécnica, a Escola de Medicina do Rio de Janeiro e as Faculdades Livres de Direito. A estas foi assegurada autonomia didática e administrativa não obstante conservando as características iniciais de baixa integração e independência entre si (Fávero, 2006).

Dessa forma, até o início da década de 1930 o ensino superior permanecia composto majoritariamente por escolas isoladas, profissionalizantes, separadas da investigação científica, atendendo cerca de 30 mil estudantes, com a pesquisa sendo conduzida em institutos independentes (Durham, 1998).

Nesse período, o ensino a distância estava em seus primórdios no Brasil. Tivemos, em 1904, o registro mais remoto do EaD, com um anúncio nos classificados do Jornal do Brasil divulgando um curso de datilografia por correspondência. E em 1923 ocorreu a

fundação da Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, que marca o início do uso do rádio para fins educativos (Faria; Salvadori, 2011).

3.2. A Universidade dos Anos 30 e a Consolidação do Modelo Universitário (1930 a 1960)

Se a década de 1920 é marcada pela descentralização política, após 1930 essa tendência se reverte em uma crescente centralização nos mais diferentes setores da sociedade. As primeiras universidades brasileiras foram criadas nos anos de 1930, mantendo os traços essenciais do modelo napoleônico (Balbachevsky; Sampaio; Andrade, 2019). Com o Governo Provisório, o Ministério da Educação e Saúde Pública implementou reformas de ensino – secundário, superior e comercial – com forte centralização (Fávero, 2006).

A Reforma Francisco Campos, implementada na década de 1930, introduziu mudanças significativas no ensino superior brasileiro. Essa reforma estabeleceu a criação de uma faculdade de Educação, Ciências e Letras, visando principalmente a formação de professores para o ensino secundário. Além disso, estruturou o ensino superior em dois sistemas: o universitário (que poderia ser público ou privado) e o de institutos isolados. Também implementou uma administração central nas universidades, composta por um conselho universitário e um reitor, este último escolhido a partir de uma lista tríplice. É importante ressaltar que, nesse período, a pesquisa acadêmica não era prioridade, ficando em segundo plano em relação à formação de professores.

Como resultado dessa reforma e das políticas educacionais subsequentes, foram fundadas importantes instituições de ensino superior, como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade do Brasil (atual UFRJ) e a Universidade do DF, esta última posteriormente desconstituída (Sampaio, 1991).

Apesar da retomada do poder centralizador do Estado, a Reforma Francisco Campos deixou sementes da autonomia universitária. Com o fim do Estado Novo em 1945 e o processo de redemocratização do país, os princípios de autonomia universitária ganharam força. Nesse contexto, a Universidade do Brasil (atual UFRJ) consolidou sua autonomia em quatro aspectos fundamentais: administrativo, financeiro, didático e disciplinar. É importante notar que esses valores já estavam presentes, em certa medida, desde a criação da Universidade do Rio de Janeiro (URJ) em 1920, e permanecem como pilares da estrutura universitária até os dias atuais. No período observa-se que as universidades se multiplicam e a pesquisa, entretanto, fica prejudicada pelo predomínio

da formação profissional (Souza; Miranda; Souza, 2019).

A criação das universidades, ainda que de indiscutível importância, revela uma gênese excludente e elitista do ensino superior no Brasil. As novas universidades não foram constituídas a partir de demandas de setores diversos da sociedade, tampouco de demandas sociais. Foram criadas para contemplar grupos de políticos, intelectuais e educadores, não necessariamente ligados ao ensino superior (Sampaio, 1991).

O período entre os anos 1940 e 1960 não representou, por si só, um marco evolutivo em grandes transformações. A expansão de matrículas seguia demandas mercadológicas mais do que políticas públicas. Somente nos anos 60, influenciado por transformações econômicas e sociais, ocorreu a primeira transformação expressiva no modelo de ensino superior, culminando na Reforma Universitária de 1968 (Neves; Martins, 2016).

Inserido nesse cenário, o movimento pela modernização do ensino superior no Brasil encontra seu ápice na criação da moderna UnB (UnB), em dezembro de 1961. A UnB emerge como marco divisor na história das instituições universitárias. No contexto da época figura ainda a participação do movimento estudantil, que terá peso decisivo na história do movimento da Reforma Universitária no Brasil, no sentido de combater o caráter arcaico e elitista das instituições universitárias (Fávero, 2006).

No âmbito do ensino remoto, em 1934 foi criada a Rádio-Escola Municipal do Rio de Janeiro, dirigida por Anísio Teixeira, que oferecia conteúdos educativos pelo rádio e enviava materiais complementares pelo correio. E em 1959 teve o início das escolas radiofônicas em Natal (RN), que deram origem ao Movimento de Educação de Base (MEB), focado na alfabetização de jovens e adultos, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (Faria; Salvadori, 2011).

3.3. As Transformações da Reforma Universitária (1960)

O Brasil, entre os países da América Latina, consolidou seu sistema universitário tardiamente e promoveu a reforma também de forma tardia (Bomeny, 1994). Nos anos 60, especialmente em 1968, período de agitação global, os movimentos estudantis eclodiram em grandes centros, como na França, enquanto a sociedade brasileira ainda era retrógrada, hierarquizada e elitista. A universidade precisava modernizar-se para atender à diversidade da sociedade. A reforma universitária no Brasil reflete essa conjuntura mais ampla (Bomeny, 1994).

A expansão de ensino superior que se iniciou nos anos 60 e se intensificou após a reforma é um fenômeno bastante conhecido. Em cerca de vinte anos, o número de matrículas no ensino superior teve aumento superior a dez vezes, se comparados aos dados de 1960. Entre os anos 60 e 80, cabe destacar, a expansão, novamente, se deu majoritariamente no âmbito privado (Sampaio, 1991).

É nesse contexto que passa a se expressar um fenômeno que deve em seguida promover a primeira transformação expressiva no modelo de ensino superior no país. Caracteriza-se por um número de jovens com qualificações de nível secundário, aprovados nos exames admissionais das universidades e que são privados do acesso ao ensino superior em razão da carência de vagas. Tal contexto fomenta um movimento social conhecido como “movimento dos excedentes”, de forte oposição ao governo militar em exercício naquele período (Neves; Martins, 2016).

A mobilização estudantil se caracterizou por acalorados debates dentro das universidades e pelas manifestações de rua que exigiram do governo medidas resolutivas para as questões educacionais, em especial a questão dos excedentes. Dado o peso do movimento é tarefa difícil desconsiderar sua atuação ao analisar a história do movimento da Reforma Universitária no Brasil (Fávero, 2006).

É em decorrência da citada demanda social e, no entanto, com especial propósito de enfraquecimento do crescente movimento estudantil que é implementada a reforma universitária. Entretanto, mesmo que derrotado pelo Governo Militar, pode-se dizer que o movimento estudantil influenciou poderosamente na concepção da reforma (Durham, 1998). Entre as medidas propositivas com o intuito de ampliar a eficiência e a produtividade da universidade destacaram-se o sistema departamental, o vestibular unificado, o ciclo básico, o sistema de créditos e a matrícula por disciplina, assim como a carreira do magistério e a pós-graduação (Fávero, 2006).

Criadas anos antes, as duas instituições federais de apoio à pesquisa e à pós-graduação, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; se estruturaram em conformidade com essa nova organização departamental implementada pela reforma (Durham, 1998).

A generalização do regime de dedicação exclusiva criou condições mais favoráveis ao desenvolvimento da pesquisa nas universidades públicas, ampliando também o orçamento das universidades federais, que cresceu 5,4 vezes, sendo majoritariamente atribuído a efetivação de contratos acadêmicos em tempo integral

(Balbachevsky; Sampaio; Andrade, 2019).

A expansão de ensino superior iniciada na década de 60 se intensifica ao longo da década de 70 e é um fenômeno amplamente conhecido. Nesse interstício de vinte anos, o número de matrículas no ensino superior saltou de 93.902 (1960) para 1.345.000 (1980). A reforma foi também um fenômeno expressivamente quantitativo e novamente expressivamente privado. Nesse sentido, cabe destacar, o setor privado novamente se sobrepôs ao setor público. Em 1960 as matrículas em instituições privadas que representavam 44,3% sobre o total de matrículas no ensino superior, saltaram para 63,3% (852.000) em 1980 (Sampaio, 1991).

O Estado optou ainda por manter, tanto na esfera federal quanto estadual, universidades públicas gratuitas, caracterizadas como instituições multifuncionais e associando ensino, pesquisa e extensão. Para o setor privado passou a predominar o conceito de faculdade isolada e especializada apenas no ensino (Neves; Martins, 2016). A reforma foi ainda a grande LDB da educação superior, ao assegurar autonomia didático-científica, disciplinar, administrativa e financeira às universidades (Bortolanza, 2017).

É ainda nesse contexto que iniciam as primeiras discussões sobre a criação de uma Universidade Aberta no Brasil. O conceito de uma instituição instituída especificamente para a oferta de cursos na modalidade a distância data da década de 70 no cenário educacional brasileiro. Impulsionados pelo professor Newton Sucupira, então coordenador de assuntos internacionais do Ministério da Educação (MEC), os debates iniciais sobre a criação de uma Universidade Aberta no Brasil resultaram de uma visita à Open University, criada em 1969, em Londres e culminaram na apresentação de um Projeto de Lei para a criação da universidade aberta no ano de 1972, sem sucesso, que se repetiu em 1987, novamente sem que ocorresse sua efetivação (Costa, 2012).

Nessa década (1960), o movimento estudantil, liderado pela União Nacional dos Estudantes (UNE), desempenhou um papel crucial. Os estudantes reivindicavam mudanças no sistema universitário, buscando acabar com seu caráter elitista e ultrapassado. Eles debatiam questões como autonomia universitária, participação na administração e ampliação de vagas em escolas públicas (Souza; Miranda; Souza, 2019).

Paralelamente a isso, o desenvolvimento industrial e econômico do Brasil, principalmente a partir da década de 1950, gerou uma crescente demanda por formação universitária. As novas oportunidades de trabalho em setores modernos da economia aumentaram a pressão por acesso ao ensino superior. Diversos movimentos sociais

também pressionavam por maior inclusão e democratização do ensino superior, o que eventualmente levou à adoção de políticas de ações afirmativas. Além disso, o setor produtivo demonstrava preocupação com a formação de novas elites, influenciando a criação de instituições como a USP (Souza; Miranda; Souza, 2019).

Ao debruçar-se sobre esse período da história das universidades brasileiras percebe-se que as profundas transformações ocorridas, além de se originarem de forte pressão social de uma população excluída do ensino superior, tiveram grande peso para a constituição da universidade como a conhecemos hoje e são percebidas na forma como ela se estrutura e se organiza. O ensino superior brasileiro, que ainda obedece à legislação da Reforma de 68, é hoje um sistema que, como qualquer outro sistema de ensino de massa, tende inevitavelmente a uma pluralidade de formas e funções (Sampaio, 1991).

Por isso o questionamento de que mesmo ocorrendo sob forte demanda social, quais seriam de fato os ganhos sociais legados ao período que sucederia a Reforma Universitária e o Regime Militar para a história das universidades brasileiras? Como falar em autonomia de cátedra, pensamento, organização administrativa e repressão militar em um mesmo contexto? “É parte normal de uma situação histórico-social em que a atuação conservadora se acha ameaçada e é compelida a assumir o controle político dos processos de modernização cultural e de inovação institucional” (Fernandes, 1974).

3.4. A Estagnação, o Neoliberalismo e a Retomada da Expansão Privada (1980 a 1999)

Se por um lado a Reforma Universitária induziu à modernização das universidades públicas, pode-se dizer que por outro viabilizou a ampliação de uma rede de qualidade aquém da conferida pelo poder público e, sobretudo, com fins lucrativos. Em contraste à expansão do período anterior, a década de 1980 foi marcada pela estagnação do ensino superior. A redução da capacidade de investimentos do Estado, resultante da estagnação e retração da atividade econômica afetou diretamente os investimentos do Estado em todas as áreas e, em especial nas universidades. Com isso, interrompido o processo de expansão da rede federal de educação superior, as matrículas nas Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes) mantiveram-se estagnadas no patamar de 315 mil. Semelhante tendência foi identificada no setor privado (Corbucci; Kubota; Meira, 2016).

Durante a década de 1990, o conjunto de políticas sociais e econômicas sofreu as consequências do dominante pensamento neoliberal. Nesse contexto, o Banco Mundial

passou a exercer influência efetiva na política educacional. Percebe-se por meio dos documentos oficiais, diretrizes para uma nova reforma, no sentido de dar racionalidade e eficiência ao sistema. Conceitos como avaliação, autonomia universitária, diversificação, diferenciação, flexibilização, privatização foram colocados em pauta (Carvalho, 2006).

Sancionada em 1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) foi a principal iniciativa legislativa implementada no período. Em uma interação de interesses e atores políticos o texto combinava a coexistência entre instituições públicas e privadas de ensino, com a preservação da gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais. Cabe destacar que o fim da gratuidade estava, à época, entre as recomendações do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) (Carvalho, 2006).

A LDB representou um avanço no que se refere ao ensino a distância, uma vez que significou o reconhecimento da EaD na legislação educacional vigente. Nesse sentido, o debate no âmbito da criação da Universidade Aberta do Brasil passou a constar das prioridades do Ministério da Educação. Cabe destacar que tal proposta enfrentou historicamente grandes entraves quer sejam burocráticos, na concepção de universidades bimodais, quer sejam em termos orçamentários (Costa, 2012).

Nesse contexto, a formação da Universidade Virtual Pública do Brasil (UniRede) representou etapa importante na consolidação do Sistema Universidade Aberta do Brasil, reunindo setenta instituições de educação superior públicas (federais e estaduais) engajadas na temática. Entre os anos de 1999 e 2000, tais IES realizaram encontros que resultaram na formalização da UniRede, em 23 de agosto de 2000. Interessante notar que, mesmo antes dessa formalização, a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) já havia ofertado, em 1995, o primeiro curso superior a distância do país, uma Licenciatura Plena em Educação Básica (Alves, 1999).

Para além da LDB, a política que se concretizou, entretanto, levou ao sucateamento do ensino superior público em decorrência dos cortes orçamentários implementados pelo governo federal e à perda de docentes e de funcionários técnico-administrativos, associados à compressão de salários e orçamentos. O aumento da produtividade no período ocorreu às custas da abertura de turmas no período noturno e do aumento de alunos em sala de aula, não acompanhados pela recomposição dos quadros funcionais (Carvalho, 2006).

Após a estagnação da década de 1980, a universidade retoma um movimento de expansão. A evolução das matrículas, em especial no ensino privado apresentou trajetória

ascendente nos governos de FHC, principalmente a partir de 1998 (Carvalho, 2006). Em 1990, o país contava com 918 instituições de ensino superior, 222 delas de natureza pública. Esse total teve um crescimento de 19% em toda a década, se ampliando para 1.097 instituições em 1999. O número de vagas por sua vez, apresentou 60% de crescimento nas IFES até o final da década, somados a expressivos 180% nas privadas. Como verificado, esse crescimento foi novamente essencialmente privado (Corbucci, 2002).

A alternativa privada destacada como solução mais eficiente para a expansão acelerada na oferta de vagas, entretanto, havia encontrado limites estruturais no poder aquisitivo da população. Nesse sentido, a ampliação da oferta de vagas se mostra ineficiente para assegurar a democratização do acesso ao ensino superior (Corbucci, 2002). Ainda mais, quando considera o cenário de restrições econômicas, altos índices de desemprego e queda na renda real média característica do período como um todo (Carvalho, 2006).

A expansão pela via privada se mostra limitada na democratização do ensino quando se compara o percentual de ociosidade entre públicas e privadas no período. Apesar da majoritária ampliação da oferta de vagas pela via privada entre 1995 e 1999, com crescimento de 59% contra apenas 23% no setor público; o crescimento da demanda não acompanhou essa tendência. No mesmo período as universidades públicas apresentaram um crescimento de 29% contra 23% no setor privado em demanda por vagas. O aproveitamento das vagas ofertadas, seguindo a mesma tendência aproximou-se do limite máximo (96,3%) nas universidades públicas, tendo permanecido baixo, próximo de (78,9%), nas instituições privadas (Carvalho, 2006).

Nesse sentido, no que Carvalho (2006) nomearia de “movimento dos excedentes às avessas”, a expansão do ensino superior pela via privada demonstra sinais de esgotamento. O findar da referida década delega aos anos 2000 desafios quer seja na qualidade quer seja na urgente democratização do ensino superior.

4 RESULTADOS

4.1. A Universidade dos Anos 2000 em Diante

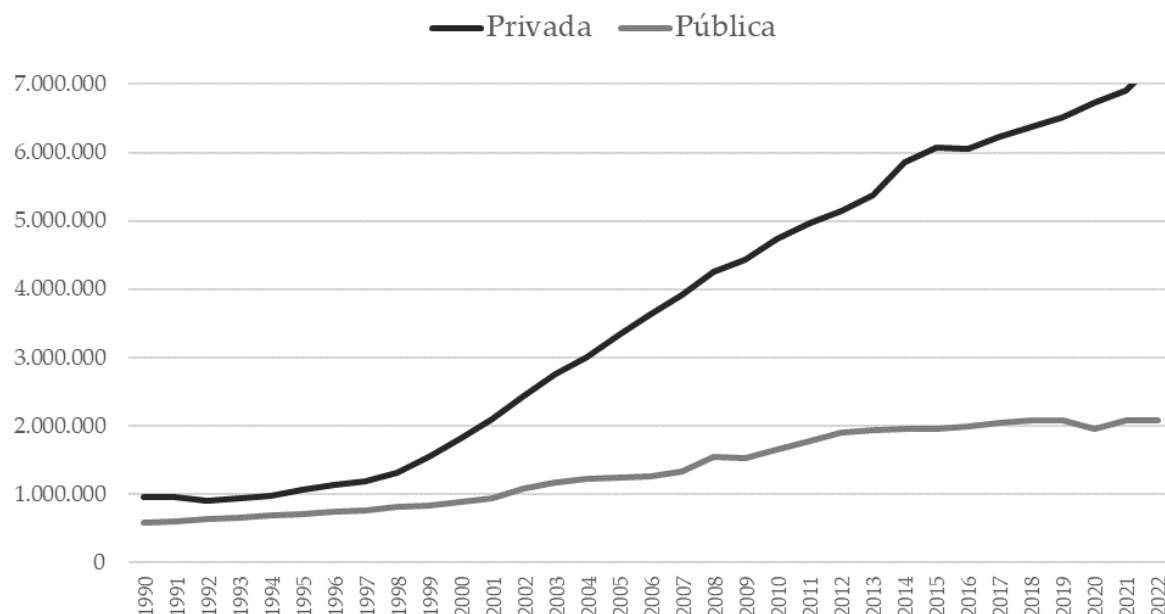
O período de 1990 a 2000 pode ser categorizado como de retomada da expansão do ensino superior, tanto na esfera pública quanto privada. O total de vagas ofertadas nas IES públicas aumentou quase 60%. No mesmo período, as IES privadas aumentaram sua

oferta de vagas novas em quase 180%, chegando a 970.655 em 2000, ou seja, os resultados da nova expansão privada começaram a ser observados, conforme visto acima.

Os anos 2000, por sua vez, em sua primeira década, foram marcados por uma reversão de tendência em termos de políticas públicas, em que a democratização e o acesso ao ensino pautaram programas como o Universidade para Todos (ProUni), Universidade Aberta do Brasil (UAB) e Programa de Reestruturação e Expansão da Universidade (Reuni), demarcando essa fase como de intervenção pública na democratização do ensino (Pereira; Silva, 2010).

Outra variável de interesse para categorizar a expansão é o número de matriculados na graduação, conforme feito também por Senkevics (2021). A evolução das matrículas, de 1990 a 2022, pode ser vista no Gráfico 1, categorizadas em privada e pública, no qual vemos a crescente expansão, e consequente predominância, das instituições privadas ao longo dos anos considerados. No período de 1990 a 2000, o total de matrículas aumentou 75%, sendo que as matrículas privadas cresceram 88% nesse intervalo, e as públicas, apenas 54%. A década seguinte, 2000 a 2010, teve uma expansão ainda maior: 137% no geral, sendo 162% dos discentes matriculados em IES privadas e apenas 85% nas IES públicas. O último período, representando os últimos anos com dados públicos disponíveis, 2010 a 2022, teve um aumento modesto, de 48% no total de matriculados, puxado pela expansão privada – 56% de aumento das matrículas privadas e 26% das públicas, conforme observado no gráfico.

Gráfico 1 - Matriculados no ensino superior, por categoria administrativa, 1990-2022



Fonte: elaboração própria com base em MEC/Inep

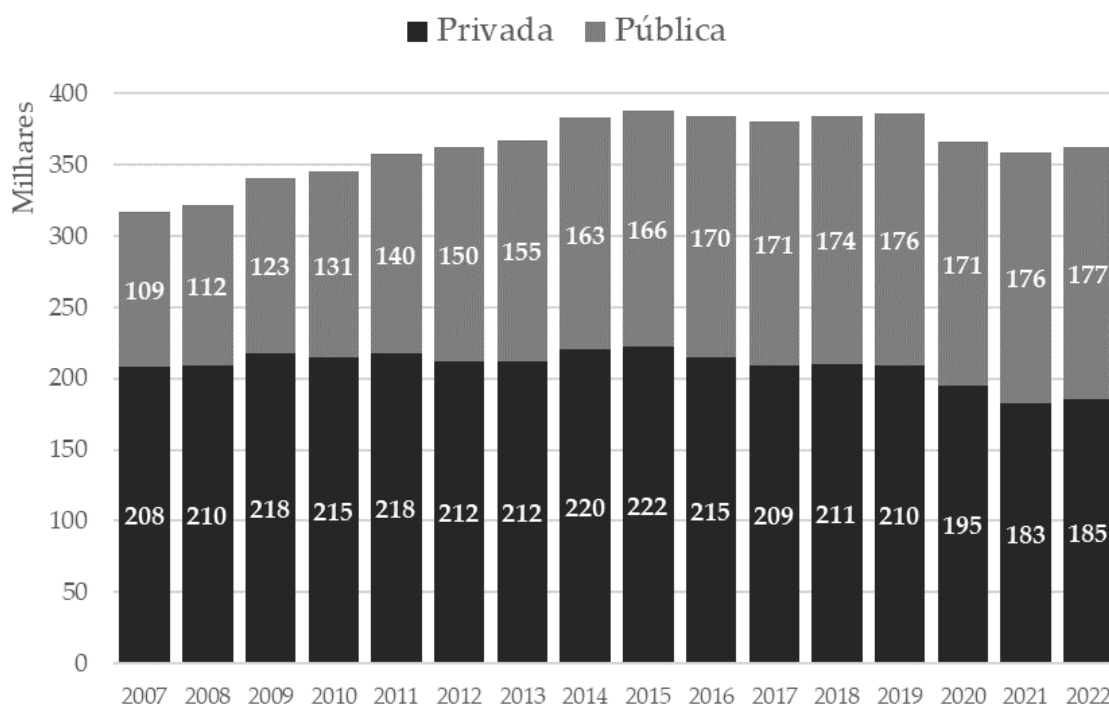
Tal cenário foi construído, principalmente, por políticas e iniciativas governamentais para ampliar o acesso ao ensino superior, como a criação de novas universidades, expansão de vagas e programas de inclusão social, como o Programa Universidade para Todos (ProUni) e o Fundo de Financiamento Estudantil (FIES).

No âmbito das IES públicas, a criação de universidades e consequente aumento de vagas de ensino superior aconteceu por meio do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). Iniciado em 2007, articulou-se com as reformas gerenciais do Estado, sobretudo por se basear em contrato de gestão, que indicava metas a serem atingidas e seus mecanismos de avaliação. Tinha como objetivo a expansão e reestruturação das universidades federais brasileiras, por meio do aumento do número de vagas, contratação de novos servidores (docentes e técnico-administrativos), melhoria da infraestrutura e fortalecimento da qualidade do ensino, pela flexibilização curricular e adoção de novas tecnologias de ensino (Ramos; Rothen; Fernandes, 2020).

De acordo com a literatura, corroborado pela série histórica de matriculados nos cursos de graduação (Gráfico 1), o principal objetivo do REUNI foi atingido: houve expansão do acesso na educação superior, com a criação de novos cursos, ampliação de vagas e construção de novos prédios, o que pode se traduzir, indiretamente, em maior

democratização do ensino superior. No entanto, há críticas sobre a mercantilização direta e indireta da graduação, que aumentou desproporcionalmente o número de alunos em relação ao número de servidores da área de educação superior (docentes e técnico-administrativos) e à infraestrutura pré-existente (Guerra; Rocha, 2019). Essa massificação do ensino superior se deu com a precarização do ensino e dos currículos flexibilizados, que eram tidos como uma vantagem na concepção do REUNI. E de fato, olhando para o número de docentes em exercício na educação superior (Gráfico 2), verifica-se que ocorreu um aumento no total de professores, especialmente entre 2008 e 2009 (crescimento de 6%), porém em flagrante descompasso em comparação com o aumento do número de discentes.

Gráfico 2 - Docentes em exercício na educação superior (em milhares), por categoria administrativa, 2007-2022



Fonte: elaboração própria com base em MEC/Inep

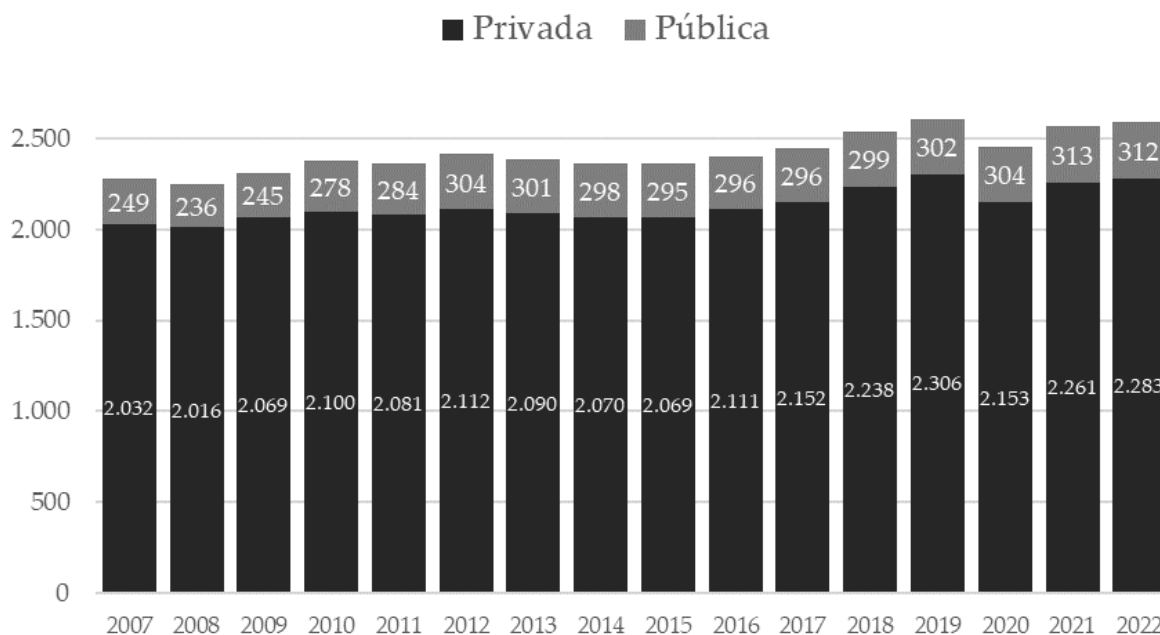
Para explicar essa expansão do ensino superior na iniciativa privada, tivemos o apoio governamental por meio do ProUni e do FIES. O FIES é uma política pública criada em 1999 e vigente atualmente, com o objetivo de financiar a graduação de estudantes em IES privadas. Tem como público-alvo estudantes sem condições financeiras de arcar com as mensalidades do curso e que tenham participado do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), oferecendo financiamento a juros baixos com início de pagamento apenas após

a conclusão da graduação.

Criado em 2004 e ativo até hoje, o ProUni tem como objetivo democratizar o acesso ao ensino superior por meio da concessão de bolsas de estudo integrais e parciais em instituições privadas de ensino superior, sendo destinado a estudantes de baixa renda que tenham cursado todo o ensino médio em escola da rede pública ou em instituições privadas na condição de bolsista integral, pessoas com deficiência e professores da rede pública de ensino, para formação do magistério da educação básica.

Tanto o FIES quanto o ProUni são considerados políticas de ação afirmativa de sucesso para a democratização do acesso ao ensino superior, especialmente para estudantes de baixa renda, além de terem contribuído para a melhoria da qualidade do ensino nas instituições privadas, uma vez que as bolsas são concedidas somente a instituições que atendem a critérios de qualidade (Minadeo, 2013). Ainda assim, esses padrões de qualidade são questionados na literatura (Aprile; Barone, 2009), devido à expansão observada e a absorção dessa crescente demanda, em grande parte, pelo setor privado, que não teria condições prévias, tanto de infraestrutura quanto de pessoal, para prestar um serviço de qualidade. De fato, essa expansão não se refletiu no número de IES, conforme Gráfico 3, cujo crescimento foi de apenas 14% no período de 2007 a 2022, sendo mais expressivo na esfera pública (aumento de 25% nos anos considerados, frente aos 12% da esfera privada).

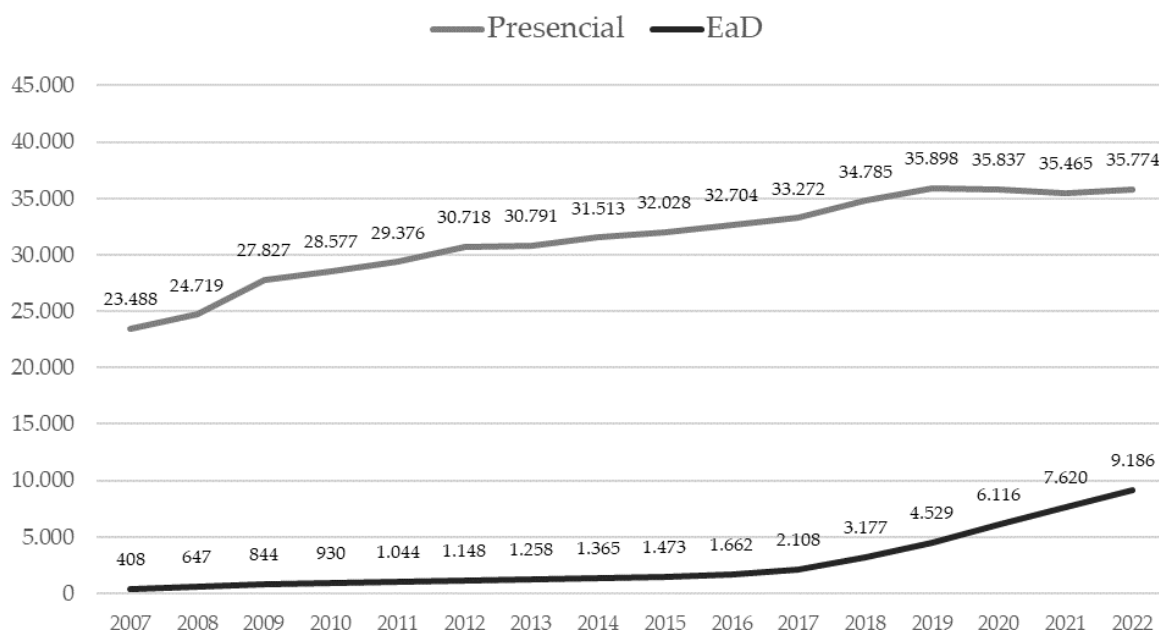
Gráfico 3 - Instituições de ensino superior, por categoria administrativa, 2007-2022



Fonte: elaboração própria com base em MEC/Inep

O número de cursos de graduação oferecidos aumentou substancialmente nos dois anos seguidos ao REUNI (Gráfico 4), mas o crescimento, no geral, foi de apenas 88%, comparando o total de cursos de 2007 ao total em 2022, apesar dos percentuais de crescimento expressivos na modalidade de educação a distância (2.152%), que serão discutidos na seção seguinte.

Gráfico 4 - Número de cursos de ensino superior, por modalidade, 2007-2022



Fonte: elaboração própria com base em MEC/Inep

Nota-se, então, que essa democratização do acesso à educação superior, representada pelo grande aumento do quantitativo de alunos matriculados nos cursos de graduação, deu-se em um cenário de políticas públicas de incentivo à educação superior, como o REUNI, FIES e ProUni. Tais políticas foram bem-sucedidas no quesito expansão do número de matrículas, mas outras variáveis relevantes, como o número de IES, docentes e cursos não acompanharam, ou acompanharam tardiamente, no caso dos cursos, o aumento da demanda pela graduação.

Esse cenário pode ser melhor entendido qualificando por categoria administrativa (público e privado) e modalidade do ensino (presencial e a distância). Conforme foi visto anteriormente, o número de IES privadas cresceu menos que o número de IES públicas, mas dada a predominância de instituições privadas (88% em 2022), é de se esperar que a maioria dos estudantes estejam matriculados nelas, o que de fato ocorre (78% em 2022). A questão é como essa expansão se deu, em especial, no âmbito do ensino privado, que aumentou seu número de alunos em 308%, de 2000 a 2022.

Essa notável expansão do ensino superior privado pode ser atribuída, em grande parte, ao crescimento significativo da modalidade de educação a distância, como mostra o gráfico 4. Tal crescimento foi impulsionado por diversos fatores, incluindo avanços tecnológicos, mudanças nas políticas educacionais, em especial, uma regulação relativamente flexível em relação ao credenciamento de novas instituições (Mancebo et

al, 2015) e a crescente aceitação da EaD como uma alternativa ao ensino presencial tradicional, apesar da preocupação quanto a infraestrutura associada a esse avanço e possíveis questões relacionadas à qualidade (Alonso, 2010).

Além disso, a criação da Universidade Aberta do Brasil (UAB) em 2006 desempenhou um papel crucial nesse processo, não apenas por oferecer cursos a distância em instituições públicas, mas também por estabelecer um modelo e padrões que influenciaram o setor privado, instituindo um sistema de pólos e interiorizando a oferta (Mancebo et al, 2015).

4.2. Ensino EaD em Expansão

No que se refere a expansão das matrículas foi motivada dentre outros fatores pela diversificação institucional e de cursos, o que resultou em um ordenamento de IES em formatos diversos, inclusive o não-universitário. Nesse sentido, visando regulamentar o art. 80 da LDB, foi sancionado o Decreto nº 5.622/2005. O decreto em questão representou um marco legal fundamental no incentivo ao desenvolvimento e à veiculação de programas de EaD, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada.

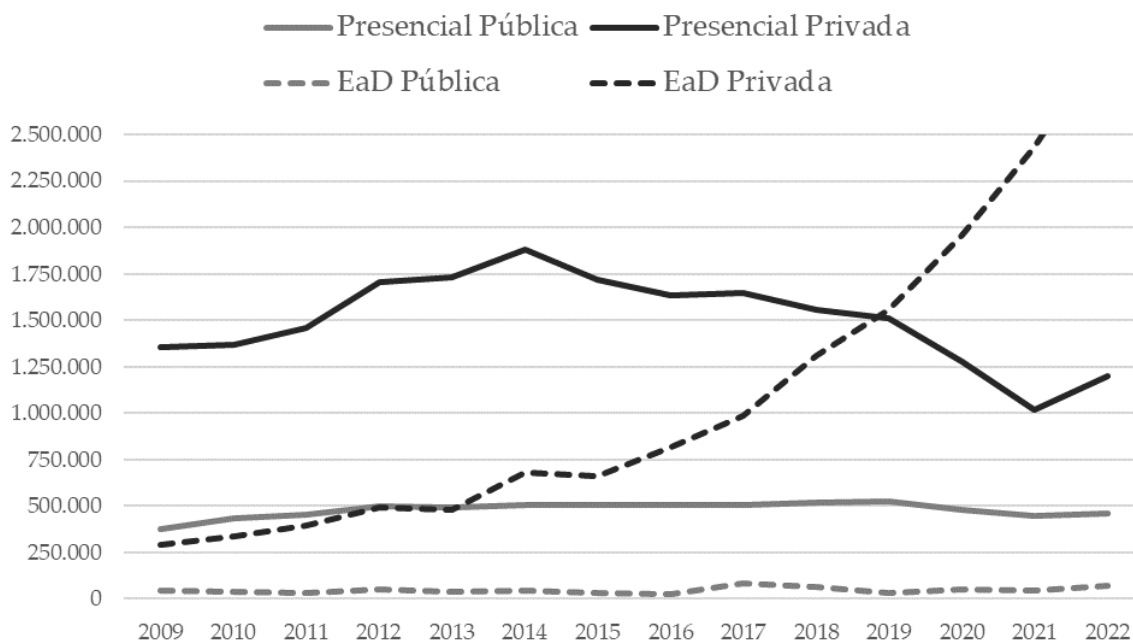
Em seguimento ao Decreto nº 5.622/2005, e conforme experiências internacionais e recomendações dos organismos multilaterais, foi criado o Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). Concebido a partir das experiências em ensino a distância das últimas décadas do século XX e do âmbito das ações da UniRede, o sistema UAB foi formalizado pelo Decreto no 5.800, de 8 de junho de 2006, tendo como missão a expansão e interiorização da oferta de cursos e programas de educação superior no país, tratando-se de mais uma ação no bojo das políticas públicas alinhadas à diretriz de democratização do ensino superior (Lopes e Araújo, 2015).

A partir de então, como mostram os dados do gráfico 4, o que se observa é uma expansão massiva nas matrículas em modalidade EaD, sendo que muito embora esse significativo crescimento seja atribuído em grande parte a uma expansão privada, não se pode negar a importância da UAB quer seja na democratização e ampliação do acesso à educação superior pública, quer seja na qualificação eficaz e de menor custeio de profissionais em educação (Lopes e Araújo, 2015).

No que se refere à evolução do ingresso de alunos nos cursos de graduação, qualificados por categoria administrativa e modalidade, e ilustrados por meio do

Gráfico 5, percebe-se leve aumento do número de ingressantes nas IES públicas no presencial (21% de 2009 a 2021) e no ensino a distância (57%).

Gráfico 5 - Ingressos no ensino superior, por modalidade e categoria administrativa, 2009-2022



Fonte: elaboração própria com base em MEC/Inep

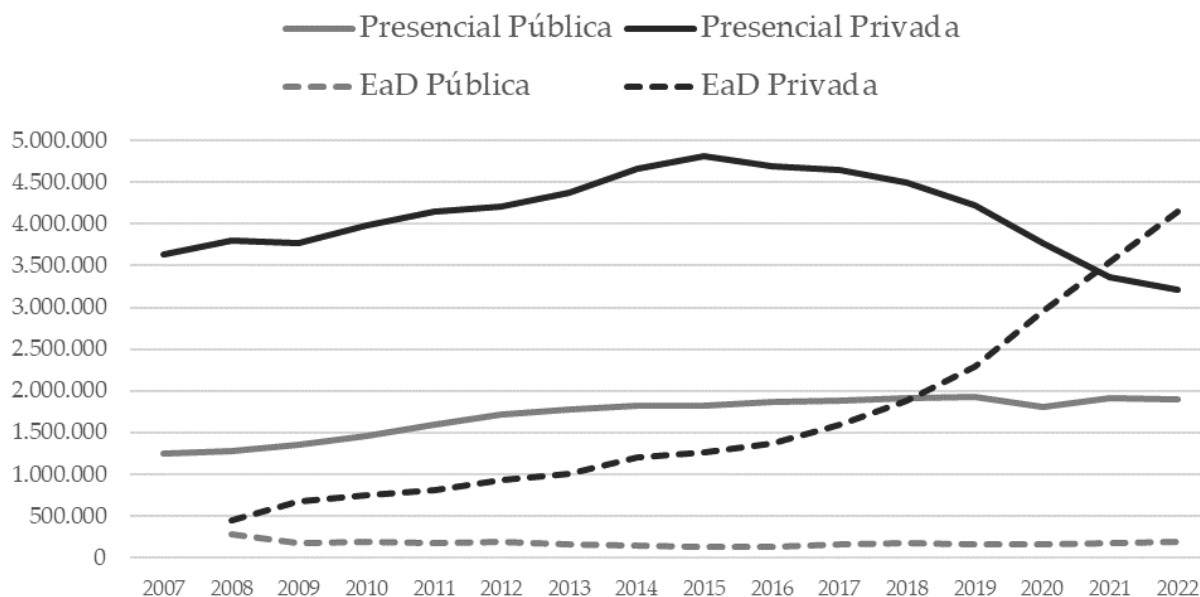
Nota: não foram encontrados dados desagregados para os anos anteriores a 2009

Em 2014, ocorre um novo marco – o total de ingressantes nos cursos a distância, nas IES privadas, ultrapassa o total de ingressantes nos cursos presenciais das IES públicas (683.823 e 504.627, respectivamente), apontando a nova tendência de expansão do EaD privado.

Em comparação com as públicas, o cenário nas IES privadas é diferente – o número de ingressantes no presencial cresce constantemente até 2014, tendo uma trajetória de queda desse ano em diante, devido à maior participação do EaD, o qual ultrapassou em 2019, pela primeira vez na história brasileira: foram 1.559.725 ingressos no EaD e 1.514.302 no presencial. No ano seguinte, 2020, consolidou-se essa tendência, mas de forma geral: os ingressos no EaD, como um todo, foram maiores que os ingressos no presencial, ampliando ainda mais essa diferença nos anos seguintes.

O número de matriculados seguiu a mesma tendência, com a consolidação do novo perfil de ingresso, conforme Gráfico 6. Também a partir de 2019, o total de matriculados em EaD nas IES privadas superou o total de matriculados nas IES públicas no presencial. E em 2021 um novo marco foi alcançado no ensino privado, com mais matriculados no EaD do que no ensino presencial.

Gráfico 6 - Matriculados no ensino superior, por modalidade e categoria administrativa, 2007-2022



Fonte: elaboração própria com base em MEC/Inep

Nota: não foram encontrados dados desagregados do EaD para o ano de 2007

Essa evolução da expansão do ensino a distância pode ser entendida, estruturalmente, em duas fases e quatro ciclos (Orth; Mangan; Neves, 2019). A primeira fase, de implantação, ocorreu com um ciclo de experiências pioneiras, até 2000, pois iniciava-se a utilização de diferentes recursos tecnológicos, como aulas gravadas e correio eletrônico, para auxiliar no ensino a distância, inclusive com a introdução dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). O próximo ciclo foi do crescimento exponencial, de 2000 a 2004, possibilitado pela popularização da internet.

A segunda fase, de consolidação, iniciou com o ciclo de regulamentação da EaD, de 2005 a 2008, mediante conjunto de leis, portarias, resoluções, pareceres, planos, programas e projetos, encabeçado pelo Ministério da Educação, devido à crescente demanda por essa modalidade de ensino. O próximo e final ciclo, de acompanhamento sistemático, ocorreu de 2009 em diante, e é caracterizado pelo reconhecimento do EaD e seu efetivo registro, passando a figurar nas estatísticas oficiais do governo.

A consolidação do EaD, em conjunto com as políticas governamentais de fomento e acesso à educação superior anteriormente discutidas, formou a base para seu crescimento explosivo. A enorme diversidade e desigualdade da população brasileira foi o combustível para esse crescimento, devido ao perfil de quem procura a educação a distância: estudantes mais velhos, de menor renda familiar, que moram longe dos centros

urbanos e que acumulam responsabilidades familiares (Luz, 2013).

Além disso, em 2020 fomos assolados pela crise sanitária do Covid-19, a qual provocou diversas mudanças no cenário da educação presencial, com a implementação do Ensino Remoto Emergencial, e fortaleceu ainda mais o ensino a distância, conforme disposto nos Gráficos 5 e 6. Ou seja, diversos fatores alinharam-se para possibilitar a expansão do EaD na iniciativa privada.

E com essa massa exponencialmente crescente de estudantes que ingressarão no mercado de trabalho, questiona-se a qualidade da educação oferecida por essa modalidade. Esse tema é polissêmico e tem sido objeto de estudos e discussões. Há evidências de que há equivalência na qualidade entre ensino presencial e a distância, quando consideradas as notas das avaliações para o ensino superior (Andrade et al, 2021). No entanto, não há consenso na literatura em relação a isso, com muitos ainda associando a expansão da EAD a uma mercantilização da educação (Mancebo et al, 2015) e outros preferindo enfatizar um lado de democratização do acesso ao ensino superior (Segenreich, 2009).

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que a mercantilização do ensino superior é uma questão relevante no contexto acadêmico brasileiro. A análise histórica apresentada demonstrou que, ao longo das décadas, o ensino superior no país passou por transformações significativas, influenciadas por diferentes contextos políticos, sociais e econômicos. Essa trajetória histórica revela não apenas mudanças educacionais, mas também a forma como o Estado brasileiro estruturou, financiou e condicionou o desenvolvimento das capacidades científicas que hoje compõem o Sistema Nacional de Inovação.

No período de consolidação do modelo universitário nas décadas de 1930 a 1960, observou-se uma tendência centralizadora na educação, com reformas implementadas pelo Estado. Embora tenham sido criadas universidades importantes, como a Universidade de São Paulo, percebeu-se uma gênese excludente e elitista do ensino superior, voltado para atender a demandas de políticos, intelectuais e educadores. A pesquisa acadêmica ficou em segundo plano, dando lugar ao predomínio da formação profissional.

O movimento da Reforma Universitária dos anos 1960 refletiu anseios por mudanças, influenciado pelo contexto global de agitação social e política. A demanda por

acesso ao ensino superior cresceu, impulsionada pela expansão do mercado de trabalho e pela ascensão dos setores médios da sociedade. No entanto, a expansão do ensino superior nesse período foi mais orientada por demandas mercadológicas do que por políticas públicas de ampliação e democratização do acesso. O setor privado ganhou destaque, tornando-se dominante em relação ao setor público.

A estagnação do ensino superior nas décadas de 1980 e 1990 foi marcada pela redução dos investimentos estatais, resultando em cortes orçamentários e precarização das universidades públicas. O pensamento neoliberal ganhou influência nesse período, com a atuação do Banco Mundial na política educacional. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 trouxe mudanças, como a coexistência entre instituições públicas e privadas, preservando a gratuidade apenas nas instituições públicas. A década de 1990 foi caracterizada pela expansão do ensino superior privado, com políticas como o ProUni e o FIES, que contribuíram para o aumento do acesso, mas também levantaram questões sobre a qualidade do ensino e a mercantilização da educação.

A partir dos anos 2000, houve uma retomada da expansão do ensino superior, tanto na esfera pública quanto privada. O Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) impulsionou a criação de novas universidades e a ampliação de vagas. Políticas como o ProUni e o FIES continuaram a promover a democratização do acesso, principalmente para estudantes de baixa renda. No entanto, a expansão do ensino a distância (EaD) se destacou nesse período, impulsionada pela diversidade e desigualdade da população brasileira, além das mudanças ocorridas devido à pandemia de Covid-19.

Ao longo desse percurso histórico, a mercantilização do ensino superior se fez presente. O crescimento do setor privado, a precarização das instituições públicas, a flexibilização curricular e a expansão do EaD levantaram questionamentos sobre a qualidade da educação oferecida e a formação dos estudantes. A busca por lucro muitas vezes se sobrepôs aos princípios acadêmicos e à formação integral dos indivíduos. A pandemia de Covid-19 e o período pós-pandêmico podem ter tido uma forte influência no comportamento observado nos últimos anos, no sentido de caracterizarem um novo marco para o ensino superior.

Pode-se afirmar que a mercantilização do ensino superior no Brasil é um fenômeno complexo e multifacetado, influenciado por fatores políticos, sociais e econômicos ao longo das décadas. Essa questão exige uma reflexão crítica e a busca por

políticas educacionais que promovam a democratização do acesso, a qualidade do ensino e a valorização da pesquisa e do conhecimento acadêmico.

No âmbito desta tese, tal reflexão assume caráter estruturante, na medida em que a compreensão das origens, dos limites e das transformações recentes da universidade brasileira constitui condição indispensável para avaliar seu papel estratégico na indução de trajetórias inovativas setoriais e regionais, bem como por evidenciar uma universidade sensível e responsiva à forma como as políticas públicas são concebidas e implementadas. O desafio é encontrar um equilíbrio entre as demandas mercadológicas e a função social da universidade como espaço de formação, produção de conhecimento básico e inovativo e transformação social, no novo cenário que se desenvolve.

Assim, este artigo cumpre a função de estabelecer a base histórico-institucional que sustenta a análise empírica subsequente, ao apontar elementos constitutivos das universidades brasileiras que estão diretamente relacionados ao desempenho inovativo do SNI brasileiro, em especial, como será observado a seguir, em setores de alta complexidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, K. M. (2010). *A Expansão Do Ensino Superior No Brasil e a Ead: Dinâmicas E Lugares*. Educação & Sociedade, 31, 1319-1335.
- Alves, J. R. M. *As Bases Legais Da Educação A Distância No Brasil*. Revista Estudos, V. 14, N. 26, P. 2-6, 1999.
- Andrade, A. G. De Et Al. *Qualidade No Ensino A Distância: Um Conceito Polissêmico*. Research, Society And Development, V. 10, N. 13, P. E26101320910, 3 Out. 2021.
- Aprile, M. R.; Barone, R. E. M. *Educação Superior: Políticas Públicas Para Inclusão Social*. Revista @Mbienteeducação, São Paulo, V. 2, N. 1, P. 39–55, 2018.
- Balachevsky, E.; Sampaio, H.; De Andrade, C. Y. *Expanding Access To Higher Education And Its (Limited) Consequences For Social Inclusion: The Brazilian Experience*. Social Inclusion, V. 7, N. 1, P. 7, 10 Jan. 2019.
- Bomeny, H. *A Reforma Universitária De 1968: 25 Anos Depois*. Revista Brasileira De Ciências Sociais, V. 9, N. 26, P. 1-13, 1994.
- Bortolanza, J. *Trajetória Do Ensino Superior Brasileiro – Uma Busca Da Origem Até A Atualidade*. In: Colóquio Internacional De Gestão Universitária, 17, 2017, Argentina. Anais [...]. Argentina: Cigu, 2017.
- Carvalho, C.H.A. *Política Para O Ensino Superior No Brasil (1995-2006): Ruptura E Continuidade Nas Relações Entre Público E Privado*. Reforma Universitária: Dimensões E Perspectivas. Campinas: Alínea, P. 125-139, 2006.
- Corbucci, P. *Avanços, Limites E Desafios Das Políticas Do Mec Para A Educação Superior Na Década De 1990: Ensino De Graduação*. Brasília: Ipea, 2002. (Texto Para Discussão, N. 869).
- Corbucci, P. R.; Kubota, L. C.; Meira, A. P. B. *Evolução Da Educação Superior Privada No Brasil: Da Reforma Universitária De 1968 À Década De 2010*. Brasília: Ipea, 2016. (Radar N. 46).
- Durham, E. R. *As Universidades Públicas e a Pesquisa No Brasil*. São Paulo, Nupes, Documento de Trabalho, V. 9, P. 98, 1998.
- Costa, M. L. F. *História e Políticas Públicas Para o Ensino Superior a Distância no Brasil: O Programa Universidade Aberta do Brasil em Questão*. Revista Histedbr On-Line, V. 12, N. 45, P. 281-295, 2012.
- Faria, A. A.; Salvadori, A. *A Educação a Distância e seu Movimento Histórico no Brasil*. Revista Das Faculdades Santa Cruz, V. 8, N. 1, 2011.

Fávero, M. L. A. *A Universidade No Brasil: Das Origens À Reforma Universitária De 1968*. Educar Em Revista, N. 28, P. 17-36, 2006.

Fernandes, F. *Os Dilemas Da Reforma Universitária Consentida. Debate E Crítica*. São Paulo, N. 2, P. 1-42, Jan./Jun. 1974.

Guerra, A. C.; Rocha, A. R. M. R. M. *Reuni No Contexto Das Universidades Federais: Números, Avanços E Retrocessos*. Revista Praxis Pedagógica, V. 2, N. 2, P. 139-157, 2019.

Lopes, P. I. X., e Araújo, N. C. M. *Sistema Universidade Aberta Do Brasil (Uab): Análise Da Expansão Da Educação Superior A Distância Em Instituições Públicas No Brasil*, Natal: Ufrn, 2015.

Luz, L. *Mulheres E Ead: Uma Análise De Gênero Sobre O Perfil Dos(As) Acadêmicos(As) Na Educação A Distância No Brasil*. Maiêutica, V. 1, N. 1, P. 95-100, 2013.

Mancebo, D., Vale, A. A. e Martins, T. B. *Políticas de expansão da educação superior no Brasil 1995-2010*. Revista brasileira de educação, v. 20, p. 31-50, 2015.

Minadeo, R. *Políticas Públicas De Inclusão No Ensino Superior No Brasil: Um Estudo Do Programa Universidade Para Todos (Prouni)*. Hegemonia, V. 11, P. 99-140, 2013.

Neves, C. E. B.; Martins, C. B. *Ensino Superior No Brasil: Uma Visão Abrangente*. In: Dwyer, T.; Zen, E. L.; Weller, W.; Shuguang, J.; Kaiyuan, G. (Org.). *Jovens Universitários Em Um Mundo Em Transformação: Uma Pesquisa Sino-Brasileira*. Brasília: Ipea; Pequim: Ssap, 2016. P. 95-124.

Orth, M. A.; Mangan, P. K. V.; Neves, M. F. *Políticas Públicas Brasileiras De EAD No Ensino Superior: Evolução Histórica e Algumas Análises*. Atos De Pesquisa Em Educação, V. 14, N. 2s1, P. 858-884, 2019.

Pereira, T. I.; Da Silva, L. F. S. C. *As Políticas Públicas Do Ensino Superior No Governo Lula: Expansão Ou Democratização?* Revista Debates, V. 4, N. 2, P. 10-10, 2010.

Sampaio, H. *Evolução Do Ensino Superior Brasileiro*. São Paulo, 1991. (Documento De Trabalho Nupes 8/91).

Segenreich, S. C. D. *ProUni e UAB como estratégias de EAD na expansão do ensino superior*. Pro-posições, v. 20, n. 2, p. 205-222, 2009.

Senkevics, A. S. *A Expansão Recente Do Ensino Superior: Cinco Tendências De 1991 A 2020*. Cadernos De Estudos E Pesquisas Em Políticas Educacionais, V. 3, N. 4, P. 199-246, 2021.

Souza, D. G. De; Miranda, J. C.; Souza, F. Dos S. Breve Histórico Acerca Da Criação Das Universidades No Brasil. *Revista Educação Pública*, V. 19, N. 5, 12 Mar. 2019.

Ramos, G. P.; Rothen, J. C.; Fernandes, M. C. S. G. *Mecanismos De Avaliação E Regulação Da Universidade Federal Brasileira No Reuni: Entre A Proposta E O Contrato*. *Revista Internacional de Educação Superior*, v. 6, p. e020015-e020015, 2020.

2.3 ARTIGO 3

O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO ESPACIAL BRASILEIRO – A PREPONDERÂNCIA DO SETOR ESTATAL.

RESUMO

O artigo analisa o Sistema Setorial de Inovação Espacial Brasileiro a partir do arcabouço teórico dos Sistemas de Inovação e das especificidades históricas do setor espacial, caracterizado por elevada complexidade tecnológica e forte dependência de investimentos públicos. Dialogando com as abordagens de Freeman, Lundvall, Nelson, Sábato e a Tríplice Hélice, o estudo evidencia que, à semelhança das principais potências espaciais, o Estado desempenha papel estruturante na coordenação, no financiamento e na orientação estratégica do setor. Em consonância com a hipótese central da tese, o artigo busca oferecer comprovação empírica setorial da preponderância estatal no Sistema Nacional de Inovação brasileiro, deslocando o debate do plano teórico e histórico para a análise quantitativa aplicada. Com base em dados do CNPq referentes ao período de 2005 a 2024, demonstra-se que universidades e instituições governamentais concentram a maioria dos pesquisadores, embora a concentração institucional seja mais pronunciada entre órgãos públicos e empresas do que entre universidades. Os resultados permitem observar que a universidade pública opera como principal infraestrutura científica e formadora de capital humano altamente qualificado para o setor, reforçando seu papel como vértice estruturante do SNI em áreas estratégicas. A pesquisa também revela uma expressiva concentração geográfica em São José dos Campos/SP, reforçando assimetrias regionais historicamente presentes na política científica brasileira. Os resultados indicam que, embora o predomínio estatal seja fundamental para viabilizar atividades espaciais, ele também torna o sistema vulnerável à volatilidade fiscal e institucional, limitando a diversificação de atores e a consolidação de dinâmicas inovativas mais distribuídas. O artigo contribui ao demonstrar que o Estado não apenas sustenta, mas molda estruturalmente o sistema espacial brasileiro, e ao evidenciar que o desafio não reside na presença estatal, mas na ausência de coordenação estável e de políticas públicas perenes capazes de reduzir volatilidades e ampliar articulações sistêmicas, e é capaz de propor agenda de pesquisa voltada à transição para o paradigma New Space, à diversificação

institucional e regional e ao fortalecimento das interações entre governo, academia e setor privado, de modo a impulsionar o desenvolvimento do setor espacial no país.

Palavras-Chave: Sistema Nacional de Inovação, SNI, Inovação, Setor Espacial.

ABSTRACT

This article analyzes the Brazilian Sectoral System of Space Innovation based on the theoretical framework of Innovation Systems and the historical specificities of the space sector, characterized by high technological complexity and strong dependence on public investment. In dialogue with the approaches of Freeman, Lundvall, Nelson, Sábato and the Triple Helix, the study demonstrates that, similarly to the main space powers, the State plays a structuring role in the coordination, financing and strategic orientation of the sector. In line with the central hypothesis of the thesis, the article seeks to provide sectoral empirical evidence of state preponderance in the Brazilian National Innovation System, shifting the debate from the theoretical and historical level to applied quantitative analysis. Based on CNPq data covering the period from 2005 to 2024, it is shown that universities and governmental institutions concentrate the majority of researchers, although institutional concentration is more pronounced among public agencies and firms than among universities. The results indicate that public universities operate as the main scientific infrastructure and as the primary trainers of highly qualified human capital for the sector, reinforcing their role as a structuring vertex of the National Innovation System in strategic areas. The research also reveals a significant geographical concentration in São José dos Campos/SP, reinforcing regional asymmetries historically present in Brazilian science policy. The findings indicate that, although state predominance is fundamental to enable space activities, it also makes the system vulnerable to fiscal and institutional volatility, limiting the diversification of actors and the consolidation of more distributed innovative dynamics. The article contributes by demonstrating that the State not only sustains but structurally shapes the Brazilian space system, and by highlighting that the main challenge lies not in state presence, but in the absence of stable coordination and long-term public policies capable of reducing volatility and expanding systemic articulations. It also proposes a research agenda aimed at the transition to the New Space paradigm, institutional and regional diversification, and the strengthening of interactions between government, academia and the private sector in order to foster the development

of the national space sector.

Keywords: National Innovation System; NIS; Innovation; Space Sector.

1 INTRODUÇÃO

O setor espacial consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos pilares estratégicos do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico de diversos países. Mais do que um campo de pesquisa de fronteira, as atividades espaciais articulam-se com múltiplas áreas de inovação, abrangendo comunicações, observação da Terra, defesa e exploração científica, configurando-se como um sistema intensivo em conhecimento e altamente dependente de investimentos públicos (Mowery, 2010)

Caracterizado pela complexidade tecnológica e articulação com múltiplos segmentos, o setor espacial apresenta terreno fértil para análises a partir da abordagem dos Sistemas de Inovação, notadamente sob a perspectiva dos Sistemas Setoriais de Inovação (Malerba, 2002). A teoria SNI, formulada por autores como Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993), sustenta que a inovação não resulta de esforços isolados de empresas ou instituições, mas emerge de interações entre diferentes atores, Estado, setor produtivo, universidades, centros de pesquisa e instituições de apoio. Essa abordagem rompe com a visão linear e neoclássica da inovação, ao enfatizar os aspectos históricos, institucionais e sociais que moldam a capacidade de um país em gerar, difundir e utilizar conhecimento; além de destacar a presença do papel do Estado, ainda que com diferentes enfoques, nessa equação. É nesse enquadramento que o presente artigo se insere, como desdobramento empírico da discussão teórica desenvolvida anteriormente na tese, buscando testar, em um sistema setorial específico, a hipótese da centralidade estatal no SNI brasileiro.

Essa visão dialoga com formulações latino-americanas pioneiras, como o Triângulo de Sábato, proposto por Sábato e Botana (1968), que enfatiza a articulação entre governo, estrutura produtiva e infraestrutura científico-tecnológica como condição necessária para a construção de sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação. E, em perspectiva complementar, com a teoria da Tríplice Hélice (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000) destaca os arranjos colaborativos e dinâmicos entre Estado, universidades e empresas, sugerindo que a capacidade de inovação depende do grau de integração e da sobreposição funcional desses atores.

A literatura especializada aponta que, em praticamente todos os países com capacidade espacial significativa, o Estado desempenha papel central tanto na coordenação quanto no financiamento do setor. Desde o advento da corrida espacial, em

meados do século XX, governos têm assumido o protagonismo na alocação de recursos e na definição de estratégias de longo prazo, dadas as elevadas barreiras de entrada, o risco tecnológico e o caráter de bem público dos resultados (Mowery, 2010; Freeman; Soete, 2009). Mesmo nos Estados Unidos, onde empresas privadas como *SpaceX* e *Blue Origin* têm ampliado sua participação, o setor continua fortemente ancorado em contratos governamentais e programas da NASA e do Departamento de Defesa (Mazzucato; Robinson, 2018).

No âmbito europeu, a Agência Espacial Europeia (ESA) configura-se como um modelo de governança cooperativa multinacional, no qual a articulação entre Estados-membros, instituições da União Europeia e atores privados possibilita a execução de programas espaciais de grande complexidade. Essa estrutura, sustentada por mecanismos formais de coordenação política, financeira e tecnológica, como os acordos estabelecidos entre ESA, Comissão Europeia e Banco Europeu de Investimento para fomentar inovação e apoiar o setor privado, evidencia o papel central da coordenação governamental na consolidação de ecossistemas de inovação espacial (ESA, 2024). Essa configuração reforça a compreensão de que o setor espacial deve ser analisado a partir da perspectiva de Sistemas Setoriais de Inovação (Malerba, 2002), em que Estado, empresas e instituições de pesquisa interagem de forma assimétrica, mas complementar.

No Brasil, o Programa Espacial Brasileiro (PEB) tem sido caracterizado historicamente pela preponderância estatal, com forte atuação da AEB (AEB), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e de outros órgãos federais, em articulação com universidades e centros de pesquisa (AEB, 2024). A indústria espacial brasileira ainda apresenta estrutura limitada, composta por um número reduzido de empresas e fornecedores que não atuam exclusivamente no setor espacial. O modelo vigente mantém características do chamado *Traditional Space*, em que os principais projetos continuam sendo definidos e executados pelo Estado, por meio de seus institutos de pesquisa e órgãos vinculados (Melo; Freitas, 2021). Tal característica torna o setor espacial um campo privilegiado para observar, em escala setorial, como o Estado organiza, financia e condiciona trajetórias tecnológicas, ao passo que revela o papel estratégico das universidades públicas na sustentação da base científica e na formação de recursos humanos.

Neste artigo, buscou-se examinar o Sistema Setorial de Inovação Espacial Brasileiro a partir da literatura especializada e de dados provenientes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), especialmente por meio

de seu portal de dados abertos e do Painel de Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação. Ao fazê-lo, o estudo conectou-se à arquitetura cumulativa da tese, que parte da fundamentação teórica do papel do Estado, passa pela reconstrução histórica da universidade brasileira e avança para a demonstração empírica, quantitativa, da preponderância estatal em setor estratégico. O objetivo é analisar o panorama do setor espacial brasileiro e o papel do Estado como ator dominante na dinâmica do setor, identificando os desafios e as perspectivas para o fortalecimento da capacidade nacional em atividades espaciais.

2 METODOLOGIA

Para fundamentar as discussões deste artigo, realizou-se uma revisão da literatura sobre o Setor Espacial, contemplando tanto as tendências globais quanto a comparação com dados referentes ao contexto brasileiro. Adicionalmente, foram examinadas informações disponibilizadas no portal de dados abertos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e em seu Painel de Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação, com o objetivo de subsidiar a análise do papel do Estado no setor, especialmente no que se refere aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Propõe-se ainda uma análise de concentração, cujo índice a ser utilizado e sua forma de estimação serão discutidos em seção própria.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Os Sistemas Nacionais de Inovação Brasileiros e o Setor Espacial.

O setor espacial brasileiro tem se consolidado como um componente estratégico do desenvolvimento científico e tecnológico do país, em uma combinação de desafios tecnológicos de alta complexidade, demandas significativas por investimentos e capacitação especializada. O setor envolve uma rede de instituições públicas e privadas, incluindo agências governamentais, universidades, centros de pesquisa e empresas de engenharia aeroespacial.

Sob a ótica da teoria SNI, este tópico analisa as particularidades do setor espacial, examinando os aspectos da interação dos atores no fomento e desenvolvimento da inovação, constatando a relevância do setor espacial na promoção da autonomia tecnológica e na inserção do Brasil no cenário internacional de alta tecnologia.

A literatura dos SNI destaca que a inovação emerge não de ações isoladas, mas da articulação entre diferentes instituições que compõem a rede nacional de ciência, tecnologia e inovação (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993). No caso brasileiro, essa articulação apresenta assimetrias históricas, sobretudo pela forte centralidade do Estado como financiador e coordenador, em contraste com a limitada participação do setor privado e a ainda insuficiente integração com universidades (Suzigan; Albuquerque, 2008).

Nesse sentido, o setor espacial brasileiro torna-se um exemplo ilustrativo da forma como o Estado assume papel central na manutenção de atividades de fronteira tecnológica, compensando falhas de mercado e barreiras de entrada típicas desse segmento intensivo em conhecimento (Mazzucato, 2014).

Além disso, análises latino-americanas já antecipavam a importância da interação entre Estado, setor produtivo e instituições científicas para sustentar trajetórias de desenvolvimento. O modelo do “Triângulo de Sabato”, proposto por Sabato e Botana (1968), enfatiza que a cooperação entre esses três vértices é condição necessária para dinamizar processos de inovação em países em desenvolvimento e destaca o papel preponderante e hierárquico do Estado. De forma complementar, a abordagem da “Tríplice Hélice” (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000) atualiza essa concepção, ressaltando a interdependência entre governo, empresas e universidades como motor de ecossistemas inovativos contemporâneos.

No Brasil, a aplicação desses referenciais ao setor espacial revela tanto o potencial de avanços decorrentes da coordenação estatal quanto os entraves persistentes relacionados à baixa densidade de interações horizontais entre os demais atores do sistema.

Dessa forma, compreender o setor espacial brasileiro a partir do enquadramento do SNI permite não apenas evidenciar sua relevância estratégica, mas também identificar gargalos estruturais e possibilidades de aprimoramento. A análise desse campo, em diálogo com as contribuições teóricas nacionais e internacionais, contribui para avaliar em que medida a preponderância estatal, longe de ser um traço exclusivamente brasileiro, constitui elemento estruturante dos sistemas de inovação em áreas de alta complexidade tecnológica, mas que demanda maior equilíbrio e cooperação com os demais vértices do sistema (Albuquerque, 1996).

3.2 Caracterizando o Setor Espacial.

No contexto brasileiro, o setor espacial tem consolidado sua relevância como vetor estratégico do desenvolvimento científico e tecnológico do país, marcada por desafios técnicos elevados, demandas robustas por financiamento e por capacitação especializada (Dewes e Padula, 2012; Cepik, Souza; Dal-Berto, 2023). Esse setor configura-se como uma rede articulada de atores públicos e privados; incluindo a AEB (AEB), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), centros de pesquisa, universidades e empresas de pequeno e médio porte atuando como subcontratadas; o que reflete a sinergia institucional exigida para sustentar a competitividade e a inovação na economia espacial nacional (Melo; Freitas, 2021; Vellasco, 2019; MCTI, 2024).

Segundo a definição apresentada pela OCDE (2012), a economia espacial compreende o conjunto amplo de atividades e a mobilização de recursos associados à geração e à entrega de valor e benefícios à sociedade, decorrentes da exploração e da utilização do espaço.

Embora a concepção tradicional do setor espacial ofereça uma base inicial de compreensão, ela se mostra limitada frente à crescente diversificação de serviços e aplicações associados às atividades espaciais. O setor espacial brasileiro, em particular, caracteriza-se pela produção de bens e serviços de alto valor agregado e por um expressivo efeito difusor sobre a economia nacional. Assim, além das aplicações diretas, empresas de setores não espaciais beneficiam-se tanto dos serviços espaciais quanto dos *spillovers* tecnológicos associados, os quais impulsionam avanços em áreas como telecomunicações, agricultura, saúde e defesa (Melo; Freitas, 2021).

Nessa perspectiva, Melo e Freitas (2021) sugerem, de forma mais acurada, em definição apresentada que:

A economia espacial abrange toda a gama de atividades e a utilização de recursos que geram e fornecem valor e benefícios aos seres humanos no decorrer da exploração, compreensão, gestão e utilização do espaço. Nesse sentido, inclui todos os atores, públicos e privados, envolvidos no desenvolvimento, fornecimento e uso de produtos e serviços espaciais, abrangendo desde pesquisa e desenvolvimento, fabricação e operação de infraestrutura espacial (estações terrestres, veículos lançadores

e satélites) até aplicações habilitadas pelo espaço (equipamentos de navegação, telefones via satélite, serviços meteorológicos etc.) e o conhecimento científico gerado por tais atividades. Assim, a economia espacial vai muito além do próprio setor espacial, uma vez que compreende os impactos cada vez mais abrangentes e em constante transformação (tanto quantitativos quanto qualitativos) de produtos, serviços e conhecimentos derivados do espaço sobre a economia e a sociedade (London Economics, 2014, p. 11).

Nesse sentido, observa-se um movimento de ampliação conceitual no debate internacional, no qual a economia espacial passa a ser entendida de maneira mais abrangente e integrada, envolvendo todo o conjunto de atividades, recursos e investimentos públicos e privados que produzem valor e benefícios sociais a partir da exploração, do desenvolvimento, da operação e da utilização do espaço (OCDE, 2023).

Nessa perspectiva, reconhecendo as transformações recentes do setor, a análise em questão reconhece que a economia espacial inclui o desenvolvimento de infraestrutura espacial, como satélites, veículos lançadores e estações terrestres, bem como a oferta de serviços habilitados pelo espaço, tais como comunicações, navegação, observação da Terra e aplicações científicas; mas não se limita a esse escopo.

A economia espacial engloba ainda os impactos indiretos dessas atividades sobre setores econômicos e sociais mais amplos, refletindo tanto a expansão do conhecimento tecnológico quanto os efeitos de *spillovers* decorrentes de inovações espaciais. A economia espacial vai além do setor espacial em si, envolvendo o papel estratégico das tecnologias e aplicações espaciais na resposta a desafios globais e no desenvolvimento econômico mundial (OCDE, 2023).

Do ponto de vista global, o setor espacial se caracteriza por sua alta complexidade tecnológica e por um ecossistema robusto que integra governos, empresas privadas, universidades e organizações internacionais, voltado para o desenvolvimento de satélites, veículos lançadores, estações espaciais e aplicações diversas, como comunicações, observação da Terra, meteorologia e navegação (OCDE, 2023).

A economia espacial global alcançou um valor estimado de US\$ 415 bilhões em 2024, (Satellite Industry Association, 2025). Esse crescimento é impulsionado, em grande medida, pela expansão do setor privado, especialmente por meio do modelo denominado

New Space, que estimula maior participação de empresas privadas e promove a redução dos custos de acesso ao espaço. Adicionalmente, observa-se um aumento expressivo no número de satélites lançados anualmente, que passou de cerca de 200 unidades em 2013 para mais de 2.600 em 2023, o que evidencia a crescente relevância da infraestrutura espacial para o desenvolvimento tecnológico e econômico global (OCDE, 2023).

Embora não exista uma definição consolidada, o termo *New Space* está associado a uma abordagem orientada para negócios e à ampliação da participação de empresas privadas na provisão de serviços espaciais. Esse movimento é reconhecido internacionalmente, com destaque para a cooperação entre a NASA e empresas privadas nos Estados Unidos, bem como em iniciativas promovidas por agências espaciais europeias (Cabello et al., 2023).

O debate conceitual em torno do *New Space* evidencia que o termo não possui definição única e, muitas vezes, é utilizado em contraposição ao chamado “*Old Space*”. Inicialmente difundido no final dos anos 1990 nos Estados Unidos, o conceito buscou descrever uma nova postura empresarial frente às atividades espaciais, caracterizada por maior protagonismo de *startups*, métodos ágeis e uso de tecnologias comerciais (COTS). Martin Sweeting definiu o *New Space* como o surgimento de uma ética distinta no setor, marcada pelo desafio às práticas aeroespaciais tradicionais através de abordagens mais empreendedoras (Sweeting, 1999). Esse movimento foi influenciado pela cultura de inovação do Vale do Silício e ganhou diversas denominações, como *alt.space*, “espaço empreendedor” ou “espaço comercial”, todas destacando a redução do papel direto das agências governamentais, ainda que o setor público permaneça decisivo para o desenvolvimento do segmento (Denis et al., 2020).

A partir dos anos 2000, o *New Space* passou a ser interpretado também como um processo de disrupção, associado a novos modelos de negócios, mudanças organizacionais e ruptura das cadeias de valor estabelecidas. Estudos apontam que os diferenciais do *New Space* não residem apenas na tecnologia, mas sobretudo em aspectos gerenciais, como foco em serviços, precificação inovadora, uso intensivo de componentes comerciais, revisão de práticas de confiabilidade, integração incremental de sistemas e estruturas organizacionais mais horizontais e ágeis (Denis et al., 2020).

Com a intensificação dessas tendências e o crescimento de *startups* e novos investidores, torna-se cada vez mais difícil separar rigidamente “novo” e “antigo” espaço. Assim, o fenômeno deixa de se restringir a empresas emergentes e passa a configurar um movimento mais amplo de reconfiguração do ecossistema espacial global, no qual tanto

novos empreendedores quanto corporações consolidadas adotam práticas inovadoras e disputam posições na nova economia espacial (Denis et al., 2020).

Apesar da consolidação global de mercados espaciais mais orientados ao setor privado, o contexto brasileiro ainda se caracteriza por forte predominância estatal. Estudos apontam que o setor espacial nacional permanece de pequena escala e altamente dependente do governo, uma vez que as compras públicas desempenham papel central para sua manutenção, dada a quase inexistência de atividades comerciais consolidadas. Além disso, a forte vinculação das atividades aeroespaciais à esfera militar contribui para a baixa priorização de estratégias voltadas ao desenvolvimento de um mercado espacial privado e para a consequente dependência das empresas nacionais em relação ao setor público (Dewes; Padula, 2012; Cabello et al., 2023).

Nesse contexto, uma das principais estratégias para aproximar o país da lógica do *New Space* tem sido a tentativa de consolidar o Brasil como nação lançadora, a partir da utilização e abertura comercial do Centro Espacial de Alcântara (CEA). Essa iniciativa busca inserir o país em um mercado de lançamentos em franca expansão, que atingiu recorde em 2021, com 144 lançamentos globais e apenas 7% de falhas (Pedrosa et al., 2024). O uso de instrumentos de fomento a investimentos em P&D no setor também tem crescido (Szimanski et al., 2024), mas ainda é bastante limitado (Cabello et al., 2025a). Tem-se discutido ainda também o uso de *sandboxes* regulatórios para fomentar novas inovações no setor (Cabello et al., 2024a).

Embora o país disponha de um programa espacial estruturado desde a década de 1970 e de instituições consolidadas, como a AEB (AEB) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sua presença em diagnósticos internacionais permanece limitada. Relatórios de referência produzidos pela OCDE, bem como avaliações de agências multilaterais, frequentemente citam de forma marginal ou inexistente o Brasil, o que evidencia o baixo protagonismo do país em indicadores comparativos globais e em debates internacionais sobre a economia espacial (OECD, 2023; Cepik; Souza; Dal-Berto, 2023). Tal ausência reforça a necessidade de maior institucionalização de políticas de inovação, fortalecimento da articulação entre governo e empresas e ampliação da inserção do país nas cadeias globais de valor do setor espacial. Isso pode estar relacionado com a forte dependência estatal das empresas brasileiras e da grande volatilidade orçamentária das iniciativas voltadas para o setor, que o prejudicam como um todo (Cabello et al., 2022).

Dessa forma, é claro que o setor enfrenta desafios estruturais significativos,

incluindo forte dependência estatal, limitações orçamentárias, dependência de fornecedores estrangeiros para insumos críticos (Cabello et al., 2025b) e instabilidade nas políticas de longo prazo (Cabello et al., 2022). Diante desse cenário, torna-se fundamental avançar em estudos que investiguem o setor espacial brasileiro sob a perspectiva dos SNIs, analisando os principais componentes do sistema, a natureza de suas interações, os resultados alcançados e os desafios impostos tanto pela conjuntura interna quanto pelas dinâmicas globais do setor espacial.

3.3 O Setor Espacial Brasileiro

O interesse brasileiro em inserir-se na agenda da tecnologia espacial tem origem ainda na década de 1940. Em prática, o setor espacial brasileira remonta à década de 1960, quando se iniciaram os primeiros esforços nacionais voltados à pesquisa e desenvolvimento de foguetes de sondagem e, posteriormente, à ambição de projetar e lançar satélites de forma autônoma (Cabello et al, 2022).

O interesse governamental pela área intensificou-se durante o regime militar instaurado em 1964, período em que as atividades espaciais ainda eram incipientes e se desenvolviam sob forte supervisão das Forças Armadas. Com o término desse ciclo, observa-se uma ampliação significativa das iniciativas do país no domínio espacial, evidenciada tanto pela expansão dos projetos conduzidos pelo INPE, atualmente vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, quanto pela criação de cursos de formação em instituições civis e pela institucionalização de organismos fundamentais, como a AEB, a AAB) e ABDAE (Sarli et al., 2018).

No processo de consolidação histórica do Programa Espacial Brasileiro, observa-se que a institucionalização das atividades espaciais ganhou impulso significativo a partir do final da década de 1970. Nesse período, foi lançada a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), concebida para estruturar um ciclo nacional de desenvolvimento de satélites, veículos lançadores e infraestrutura de suporte. Como desdobramento dessa iniciativa, foram produzidos os satélites SCD-1 e SCD-2, lançados em 1993 e 1998, respectivamente, voltados à coleta de dados ambientais. A partir de 1988, o país também passou a cooperar com a China na construção da série CBERS, ampliando sua capacidade de geração de imagens orbitais. Paralelamente, o INPE avançou no desenvolvimento de novos projetos, como o Amazonia-1, dedicado ao monitoramento da Amazônia, o Sabia Mar, em parceria com a Argentina, e o GPM-Brasil, direcionado a estudos

meteorológicos. Mantendo, na década de 2010, no âmbito industrial, dois programas de lançadores em desenvolvimento e mais de 30 satélites atendem ao mercado nacional, sendo cerca de dez operados por empresas brasileiras, o que evidencia a coexistência entre capacidades institucionais e participação empresarial no setor espacial (Dewes e Padula, 2012).

O segmento permanece em pequena escala e fortemente marcado pela centralidade do Estado na definição de prioridades, financiamento e execução das principais atividades. A estrutura institucional ainda se encontra profundamente integrada ao aparato militar, o que contribui para que grande parte das capacidades tecnológicas e industriais esteja voltada à aviação e ao setor aeroespacial tradicional. Dados do Panorama da Base Industrial de Defesa: Segmento Aeroespacial indicam que, em 2010, aproximadamente 82% da receita do setor derivava de atividades aeronáuticas lideradas pela Embraer, evidenciando a concentração produtiva e a limitada diversificação em direção às atividades espaciais propriamente ditas (Cabello et al., 2023).

O panorama atual do setor espacial brasileiro apresenta forte concentração regional e significativa heterogeneidade entre os atores. A maior parte das empresas tipicamente espaciais encontra-se no Sudeste, especialmente em São Paulo, com destaque para o polo de São José dos Campos, impulsionado pela presença do DCTA, do INPE e da Embraer. Empresas não tipicamente espaciais também se distribuem entre São Paulo e o Maranhão, este último devido à proximidade com o CEA. Esse padrão evidencia a dependência da atividade espacial em relação a regiões mais desenvolvidas, confirmando análises anteriores que apontam a sensibilidade do setor às desigualdades regionais (Cabello et al., 2023).

No plano estrutural, predominam micro e pequenas empresas altamente especializadas, com porte médio reduzido e forte dependência de contratos públicos, compondo uma cadeia produtiva fragmentada. Empresas espaciais apresentam maior qualificação da força de trabalho e maior participação feminina, refletindo a natureza intensiva em conhecimento das atividades desempenhadas. A localização geográfica próxima a instituições de pesquisa e ambientes industriais consolidados contribui para explicar esses padrões, ao mesmo tempo em que limita a difusão nacional do setor. Além disso, há uma predominância de atividades no segmento *upstream*, como componentes, simulações e sistemas de teste, enquanto empresas do *downstream* frequentemente não se reconhecem como parte do setor, indicando baixo grau de integração e consolidação da economia espacial no país (Cabello et al., 2023).

No que se refere à formação de corpo técnico especializado, a expansão de cadeiras especializadas no setor espacial brasileiro resulta de um processo de expansão educacional alinhado tanto ao crescimento geral do ensino superior quanto à criação de cursos mais específicos e tecnicamente orientados. Embora os currículos de engenharia tradicionalmente privilegiem uma base científica comum, a especialização em áreas como engenharia aeroespacial e astronáutica ganhou força nas últimas décadas, refletindo uma tendência global de maior segmentação disciplinar. No Brasil, esse movimento é particularmente recente: cursos como o de engenharia astronáutica do ITA foram instituídos apenas a partir de 2010, seguidos por iniciativas semelhantes em universidades como UFMG e UFABC, fortemente influenciadas pela proximidade com polos industriais aeronáuticos e espaciais (Cabello et al., 2024b).

Essa expansão formativa também guarda relação com a geografia da inovação no país. Estudos mostram que cursos ligados ao setor espacial tendem a se localizar próximos a regiões onde a indústria espacial está concentrada, especialmente no estado de São Paulo, replicando o mesmo padrão observado no mapeamento nacional da indústria espacial. Embora não haja clusters consolidados fora dessa região, já se observa um início de relação simbiótica entre instituições de ensino e empresas do setor, reforçada pelo crescimento expressivo nas matrículas em engenharia astronáutica ao longo da década de 2010. Atualmente, a maior parte dos engenheiros especializados em tecnologias espaciais atua no INPE e na Força Aérea Brasileira, indicando forte dependência do setor público, e nesse sentido, a sustentabilidade desse avanço depende, de políticas industriais capazes de absorver e direcionar os profissionais formados (Cabello et al., 2024b).

Ademais, A consolidação do setor espacial brasileiro, em especial dentro da lógica New Space no Brasil está diretamente relacionada ao fortalecimento do país como uma nação lançadora, tendo a abertura comercial do CEA como elemento central desse processo. Nesse contexto, o Acordo de Salvaguardas Tecnológicas (AST) firmado com os Estados Unidos se destaca como iniciativa crucial, ao garantir proteção tecnológica, segurança jurídica e autorização para operações com componentes norte-americanos, requisitos indispensáveis em um mercado espacial globalizado e altamente competitivo.

A partir da assinatura do AST, a AEB passou a promover chamadas públicas voltadas à atração de empresas nacionais e estrangeiras interessadas em operações orbitais e suborbitais no CEA, resultando na seleção de companhias dos Estados Unidos e do Canadá. Tais iniciativas representam etapas estratégicas para a inserção do Brasil em um novo ambiente competitivo, ampliando as oportunidades de internalização

tecnológica, formação de mão de obra especializada e desenvolvimento regional, conforme apontado na literatura.

Paralelamente, a revisão recente das normas espaciais brasileiras, alinhadas às diretrizes da *Federal Aviation Administration*, evidencia esforços deliberados de harmonização regulatória, fundamentais para atrair operadores globais e viabilizar o intercâmbio internacional de licenças. Esses avanços indicam que o país vem estruturando gradualmente as condições mínimas necessárias para participar efetivamente do novo ciclo de oportunidades do setor espacial comercial.

Não obstante tais avanços, a realidade do setor espacial brasileiro ainda apresenta desafios estruturais significativos. A dependência do Estado permanece elevada, a inserção comercial é limitada e a atividade concentra-se em regiões mais desenvolvidas. Predominam pequenas empresas altamente especializadas, mas vulneráveis devido à dependência de contratos públicos e à ausência de políticas de longo prazo. Além disso, limitações institucionais e regulatórias continuam a restringir a consolidação de um mercado robusto e competitivo. A literatura aponta que restrições orçamentárias crônicas, descontinuidade de políticas, fragilidades na coordenação interinstitucional e elevada dependência de cooperação externa comprometem a capacidade do país de avançar de forma autônoma em áreas estratégicas do setor (Cepik; Souza; Dal-berto, 2023; Cabello et al., 2023).

Diante desse panorama histórico e contemporâneo, observa-se que a consolidação do setor espacial brasileiro é marcada por avanços tecnológicos e institucionais significativos, mas ainda permeada por limitações estruturais e pela forte centralidade do Estado. Essa combinação de potencial técnico e desafios organizacionais reforça a necessidade de compreender não apenas as capacidades existentes, mas também os mecanismos de suporte e financiamento que orientam o desenvolvimento do setor. Nesse sentido, com o objetivo de robustecer a análise do setor espacial, a sessão a seguir examina os programas de financiamento à pesquisa, especialmente aqueles administrados pelo CNPq, buscando compreender a alocação de recursos, a dinâmica de inovação e os processos de consolidação de um ecossistema espacial competitivo no Brasil, tema que será aprofundado nas seções subsequentes.

4 OS DADOS DO SETOR ESPACIAL

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos a partir do portal de dados abertos do CNPq e de seu Painel de Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação. Essa plataforma reúne informações sobre todos os programas de financiamento administrados pelo CNPq, principal agência de fomento à pesquisa científica no Brasil. O conjunto de dados inclui registros de projetos e auxílios de pesquisa realizados tanto em território nacional quanto no exterior, abrangendo o período de 2005 a 2024. A extração das informações foi realizada em dezembro de 2024.

Para a concessão de bolsas e auxílios financeiros, termo que, para fins deste estudo, será referido de forma geral como “bolsas de estudo”, o pesquisador deve indicar a instituição onde o trabalho será desenvolvido. Foram selecionados apenas os projetos vinculados às áreas de pesquisa espacial, o que inclui as categorias de astronomia, engenharia astronáutica e tecnologias relacionadas à aeronáutica e ao espaço.

Há 441 instituições diferentes e 15.109 bolsas de estudo diferentes listadas para o período de 2005 a 2024. Devido às leis de proteção de dados, não podemos saber quantas dessas bolsas foram para os mesmos indivíduos, pois informações pessoais não estão disponíveis. Portanto, optamos por trabalhar com instituições em vez de indivíduos.

No total, foram identificadas 441 instituições distintas e 15.109 bolsas de estudo concedidas entre 2005 e 2024. Em razão das normas de proteção de dados pessoais, não é possível identificar quantas dessas bolsas foram destinadas ao mesmo pesquisador, uma vez que as informações individuais não são disponibilizadas publicamente. Assim, optou-se por realizar as análises a partir das instituições, e não dos indivíduos.

Classificamos nossas instituições em quatro categorias: universidades brasileiras, universidades estrangeiras, instituições governamentais (incluindo centros de pesquisa governamentais), empresas privadas (nacionais e internacionais) e outras (incluindo instituições governamentais estrangeiras e suas instituições associadas, organizações multilaterais internacionais e outras instituições que não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores).

A Tabela 1 apresenta a distribuição das instituições segundo as categorias definidas:

Tabela 1- Classificação das Instituições que Realizam Pesquisa Espacial no Brasil

Tipo de Instituições	Número de instituições	Porcentagem do Total
Universidades brasileiras	137	31,1%
Empresas privadas	31	7,0%
Instituições governamentais (incluindo centros de pesquisa)	35	7,9%
Universidades estrangeiras	214	48,5%
Outros (incluindo agências espaciais estrangeiras e organizações associadas)	24	5,4%
Total	441	100,0%

Fonte: Elaborado pelas autoras, com base em dados do CNPq (2024).

A partir da classificação institucional apresentada, foi calculada a participação de cada instituição no conjunto total de pesquisadores, conforme a seguinte expressão:

$$s_i^{Total} = \frac{\text{total de pesquisadores da instituição } i}{\text{total de pesquisadores do conjunto analisado}}$$

Além disso, foi calculada a **participação de cada instituição em relação à categoria à qual pertence**, definida por:

$$s_i^j = \frac{\text{total de pesquisadores da instituição } i \text{ na categoria } j}{\text{Total de pesquisadores de todas as instituições na categoria } j}$$

Em que i representa a instituição na qual o pesquisador bolsista desenvolve suas atividades e j representa a categoria da instituição, sendo $j=1,2,3,4$ $j = 1, 2, 3, 4$ $j=1,2,3,4$, conforme a tipologia apresentada anteriormente.

Com base nessas participações, foi elaborado um índice de concentração institucional, tanto para o conjunto total de instituições quanto para cada categoria. Para esse fim, empregou-se o Índice de Herfindahl-Hirschman (HH), tradicionalmente utilizado em diferentes áreas do conhecimento.

Na economia, o índice é amplamente aplicado para mensurar o grau de concentração de mercado em determinado setor de atividade. Em pesquisa científica, pode ser adaptado para avaliar fenômenos como a concentração institucional, a endogamia acadêmica ou outras formas de concentração de produção científica.

Os índices de concentração HH são calculados conforme a seguinte formulação geral:

$$HH_i^{Total} = \sum_{i=1}^n (s_j^{i^2})$$

e

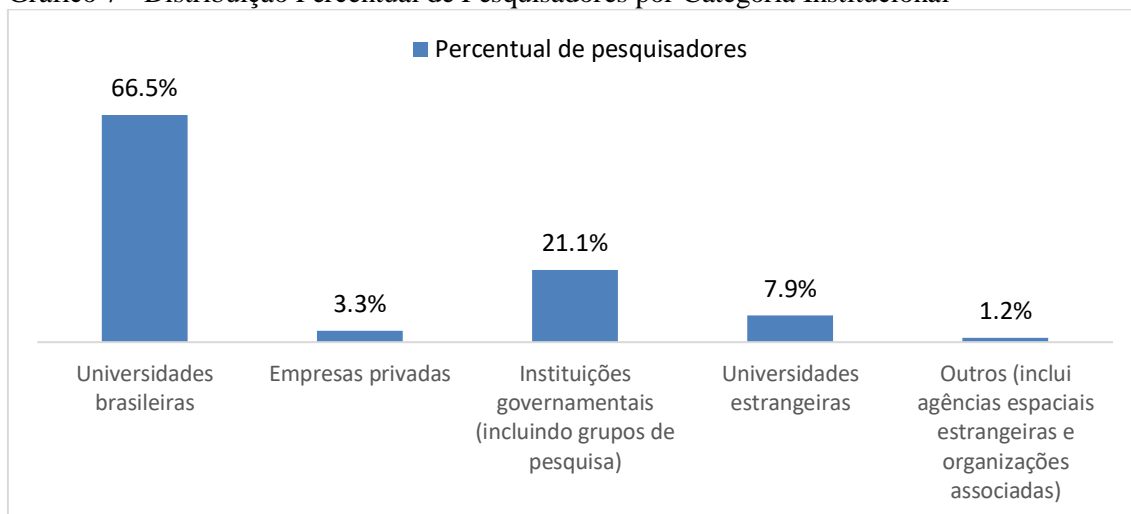
$$HH_i^j = \sum_{i=1}^n (s_j^{i^2})$$

O índice HH_i^{Total} representa o grau de concentração institucional considerando a participação de cada instituição no conjunto total de pesquisadores. Já o índice HH_i^j expressa o nível de concentração das instituições dentro de cada categoria j, conforme a classificação previamente estabelecida.

5 RESULTADOS

O Gráfico 7 apresenta a distribuição percentual de pesquisadores por categoria institucional. Conforme evidenciado na Tabela 1, embora o número de universidades estrangeiras seja significativamente superior ao de universidades brasileiras no conjunto analisado, observa-se que a maior parte dos pesquisadores está vinculada a instituições brasileiras. Essas instituições concentram aproximadamente 70% do total de bolsistas, evidenciando sua predominância na execução de pesquisas relacionadas ao espaço.

Gráfico 7 - Distribuição Percentual de Pesquisadores por Categoria Institucional



Fonte: Elaborado pelas autoras, com base em dados do CNPq (2024)

Essa diferença pode ser explicada pela ampla variedade de bolsas e auxílios disponíveis, muitos dos quais são ofertados em parceria com empresas privadas nacionais e instituições governamentais, o que frequentemente exige que o pesquisador beneficiário mantenha vínculo local. A discrepância observada entre os resultados apresentados na Tabela 1 e no

Gráfico 7 reforçam a pertinência do método adotado, a análise de concentração, uma vez que sugere que determinadas instituições, ou tipos de instituições, atraem uma proporção significativamente maior de pesquisadores em comparação com as demais.

Dessa forma, a Tabela 2 apresenta os resultados da análise de concentração, tanto por categoria institucional quanto para o conjunto total de pesquisadores.

Tabela 2 – Resultados de Concentração por Categoria e para o Conjunto Geral

Tipo de Instituições	Porcentagem		Concentração
	de Pesquisadores	Índice de concentração	
Universidades brasileiras	66,5%	0,0576	Desconcentrado - duas instituições atraem 15% e 10% dos pesquisadores que vão para essa categoria, enquanto o restante é razoavelmente dividido entre os demais.
Empresas privadas	3,3%	0,1373	Concentrada - quatro instituições atraem 29%, 12%, 12% e 9% dos pesquisadores que vão para essa categoria, enquanto o restante é razoavelmente dividido entre os demais.
Instituições governamentais	21,1%	0,2866	Muito Concentrado - duas instituições atraem 30% e 48% dos pesquisadores que vão para essa categoria, mas o restante é razoavelmente dividido entre as outras.
Universidades estrangeiras	7,9%	0,0089	Muito Desconcentrada - a instituição que mais atrai pesquisadores atrai apenas 2,9% deles e o restante é razoavelmente dividido entre as demais.
Outros	1,2%	0,1044	Desconcentrado - duas instituições atraem 25% e 11% dos pesquisadores que vão para essa categoria, enquanto o restante é razoavelmente dividido entre os demais.
Concentração Total (em termos de instituições)		0,0388	Não concentrado
Concentração Total (em termos de categorias)		0,4981	Muito concentrado – uma categoria atrai quase 70% de todos os pesquisadores.

Fonte: Elaborado pelas autoras, com base em dados do CNPq (2024).

Os dados apresentados na Tabela 2 indicam que, embora as universidades brasileiras concentrem mais de 70% dos pesquisadores, essa categoria não pode ser considerada concentrada. Isso ocorre porque apenas algumas instituições dentro desse grupo atraem um número expressivamente maior de pesquisadores, enquanto a maioria delas recebe apenas uma fração reduzida. Dessa forma, a concentração geral do grupo permanece baixa.

Situação semelhante é observada entre as universidades estrangeiras, que também apresentam níveis reduzidos de concentração, ainda menores que os verificados nas universidades brasileiras.

Esses baixos níveis de concentração, especialmente entre as universidades que representam a maior parcela do conjunto, resultam em um índice de concentração geral reduzido quando se considera o total de instituições. Em outras palavras, apenas uma instituição foi responsável por mais de 10% dos pesquisadores do conjunto total. Embora algumas universidades tenham atraído proporcionalmente mais pesquisadores do que outras, sua participação relativa manteve-se em níveis equilibrados, não gerando um índice de concentração elevado.

A Tabela 3 apresenta as vinte principais instituições que receberam o maior número de pesquisadores no período de 2005 a 2024, suas respectivas participações percentuais e a categoria institucional a que pertencem. Como esperado, observa-se o predomínio das universidades brasileiras entre as instituições com maior número de pesquisadores.

Tabela 2- Vinte instituições com mais pesquisadores (2005-2024)

#	Instituição	Pesquisadores totais	Quota de mercado ²	Tipo de Instituição
1	Universidade de São Paulo	1576	10,4%	Universidade Brasileira Instituição Governamental
2	Instituto Nacional de Pesquisa Espacial	1404	9,3%	(Pesquisa)
3	Instituto Tecnológico de Aeronáutica	1089	7,2%	Universidade Brasileira Instituição Governamental
4	Observatório Nacional	842	5,6%	(Pesquisa)
5	Universidade Estadual Paulista Universidade Federal do Rio Grande	690	4,6%	Universidade Brasileira
6	do Sul Departamento de Ciência e Tecnologia	610	4,0%	Universidade Brasileira Instituição Governamental
7	Aeroespacial	530	3,5%	(Força Aérea)
8	Universidade Federal do Rio Grande	500	3,3%	Universidade Brasileira

² Esclarecimento: As porcentagens apresentadas na figura correspondem ao conjunto total de pesquisadores, enquanto as indicadas na Tabela 2 foram calculadas com base nos totais de cada categoria. Essa diferença de base de cálculo justifica a variação entre os valores apresentados.

do Norte

				Instituição Governamental (Pesquisa)
9	Instituto de Aeronáutica e Espaço	444	2,9%	
10	Universidade Federal do Rio de Janeiro	410	2,7%	Universidade Brasileira
11	Universidade Federal de Santa Catarina	398	2,6%	Universidade Brasileira
12	Instituto de Estudos Avançados	311	2,1%	Universidade Brasileira
13	Universidade Federal de Minas Gerais	268	1,8%	Universidade Brasileira
14	UnB	252	1,7%	Universidade Brasileira
15	Universidade Federal do ABC	163	1,1%	Universidade Brasileira
16	Universidade Presbiteriana Mackenzie	156	1,0%	Universidade Brasileira
17	Universidade do Vale do Paraíba	149	1,0%	Universidade Brasileira
	Empresa Brasileira de Pesquisa			
18	Agropecuária (Empraba)	140	0,9%	Empresa privada
19	Universidade Federal do Espírito Santo	136	0,9%	Universidade Brasileira
20	Universidade Estadual de Santa Cruz	132	0,9%	Universidade Brasileira

Fonte: Elaborado pelas autoras, com base em dados do CNPq (2024).

Outra categoria que se destaca na Tabela 3 está diretamente relacionada às categorias classificadas como concentradas na Tabela 2, ou seja, empresas privadas e instituições governamentais. No caso das empresas privadas, observa-se o predomínio de quatro organizações principais entre elas, a Embrapa, que também aparece na Tabela 3. A Embrapa é uma empresa pública vinculada ao governo, voltada à pesquisa agropecuária, incluindo estudos sobre agricultura espacial.

Embora seja de propriedade governamental, a Embrapa foi classificada neste estudo como empresa privada, uma vez que atua sob regime empresarial e não como instituição governamental típica. Ressalta-se, contudo, a importância de destacar seu caráter público, pois evidencia que, mesmo entre as empresas classificadas como privadas, a principal instituição do setor possui natureza estatal. Além disso, muitas das demais empresas privadas que atuam em pesquisa espacial no país são fortemente dependentes de contratos e projetos governamentais, característica recorrente no setor espacial, conforme apontado por Cabello et al. (2022).

Entre as categorias analisadas, o setor governamental apresentou o maior grau de concentração. Quatro instituições concentram mais de 20% do total de pesquisadores, sendo que duas delas, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Observatório Nacional, são responsáveis por quase 80% dos pesquisadores que desenvolvem projetos em instituições dessa categoria, conforme indicado na Tabela 3.

Cabe destacar, entretanto, que a relevância do financiamento público para a pesquisa espacial no Brasil ultrapassa o setor governamental. A maioria das universidades brasileiras é pública, e grande parte delas pertence ao Governo Federal, e não aos governos estaduais. Assim, conforme já observado por Cabello et al. (2022) para o setor espacial e por Melo (2009) para o sistema científico nacional como um todo, a pesquisa científica e tecnológica no Brasil mantém-se altamente dependente de recursos governamentais.

Os resultados evidenciam que a volatilidade fiscal e macroeconômica exerce uma influência estrutural significativa sobre o setor espacial brasileiro. Tal instabilidade não apenas interrompe projetos em andamento, mas também compromete a continuidade de pesquisas científicas, podendo gerar atrasos prolongados no desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Nesse contexto, a diversificação de fontes de financiamento e de atores institucionais apresenta-se como uma estratégia relevante de mitigação de riscos, especialmente considerando o histórico de instabilidade macroeconômica do país.

Uma análise mais detalhada dos dados também permite identificar uma forte

concentração geográfica das instituições de pesquisa espacial em uma única região do país. Conforme demonstrado por Nakhodo (2021) e Cabello et al. (2023), o setor espacial brasileiro apresenta elevada concentração territorial, com destaque para o cluster de São José dos Campos, localizado no estado de São Paulo. As principais instituições vinculadas à pesquisa espacial, como a USP, o INPE, o ITA, a UNESP, o DCTA, o IAE, o IEAv e a UFABC, são todas instituições públicas situadas nessa mesma região.

Essa concentração geográfica histórica parece estar associada a políticas governamentais de incentivo industrial, tecnológico e de inovação, implementadas de forma regionalmente focalizada, o que contribuiu para ampliar as desigualdades regionais no país. As consequências desse modelo tornam-se evidentes na fuga de pesquisadores para outras regiões e na escassez de oportunidades de desenvolvimento científico e empresarial fora desse eixo. Essa limitação também impacta o surgimento de empresas privadas alternativas aos projetos governamentais, especialmente em períodos de restrição orçamentária, reduzindo o potencial do país de ampliar sua inserção na chamada “Nova Era Espacial”, desafio já reconhecido pela literatura recente (Pedrosa et al., 2024).

6 CONCLUSÕES

Este estudo investigou a atuação institucional no sistema de inovação espacial do Brasil, com foco na preponderância do Estado e na concentração institucional e geográfica da pesquisa. A partir da base de dados do CNPq sobre bolsas de estudo no período de 2005 a 2024, constatou-se que a participação das instituições públicas, tanto universidades quanto centros governamentais, domina o universo da pesquisa espacial no país ($\approx 70\%$ dos pesquisadores vinculados às universidades brasileiras) (Tabela 1; Figura 1).

Apesar de esse domínio quantitativo, a análise de concentração (índice HH) revela que as categorias de universidades brasileiras e de universidades estrangeiras não apresentam elevado grau de concentração institucional (Tabela 2): seu índice de concentração está relativamente baixo, indicando que não poucas instituições concentram a maioria dos pesquisadores nessa categoria. Isso sugere que, embora o Estado tenha papel central, o domínio não se traduz em monopólio de poucas entidades na categoria universitária. Por outro lado, as categorias de empresas privadas e de instituições governamentais mostram maior concentração, com poucas instituições atraindo grande parcela dos pesquisadores; especialmente no setor governamental, onde duas instituições concentram quase 80% dos pesquisadores da categoria, o que reforça o papel estruturante do Estado no sistema (Tabela 3).

Além disso, destaca-se a forte concentração geográfica das instituições de pesquisa espacial brasileiras na região de São José dos Campos / estado de São Paulo, evidência consonante com estudos de concentração espacial da inovação no Brasil (Gonçalves, 2007; Freitas Júnior et al., 2021). Essa distribuição evidencia que o desenho institucional e a política de fomento adotados historicamente favoreceram um arranjo regional centralizado, contribuindo para a desigualdade entre regiões e para a dependência de atores públicos locais.

No âmbito das implicações de política, os resultados sinalizam claramente que a pesquisa espacial no Brasil está profundamente vinculada ao financiamento público e à ação estatal em consonância com o entendimento de que a inovação de alta complexidade exige, frequentemente, intervenção direta do Estado (Melo, 2009). Esse achado reforça empiricamente a hipótese estruturante da tese, ao demonstrar que, em setor de alta complexidade tecnológica, a presença estatal não é acessória, mas condição de existência do sistema inovativo.

Tal dependência, contudo, também gera vulnerabilidades: a volatilidade fiscal ou macroeconômica pode comprometer projetos e atrasar o desenvolvimento científico-tecnológico, reforçando a necessidade de diversificação de fontes e atores no sistema de inovação espacial. Os resultados sugerem que o problema central não reside na intensidade da participação do Estado, mas na instabilidade e na descontinuidade das políticas públicas, que comprometem a coordenação sistêmica e limitam o potencial indutor da universidade.

Em síntese, o artigo contribui para a compreensão de que, no Brasil, o Estado não apenas financia, mas estrutura o sistema de inovação espacial determinando categorias, definindo arranjos regionais e moldando a distribuição de recursos humanos. Adicionalmente, evidencia que a universidade pública atua como infraestrutura científica estratégica e como principal formadora do capital humano do setor, confirmando seu papel protagonista e indutor no interior do SNI brasileiro. A predominância estatal, que tem potencial para ser um fator de coesão, garantindo escala e coordenação, tem sido fator de volatilidade e restrição.

Como desdobramentos para pesquisas futuras, sugere-se investigar como a transição para o paradigma “New Space” pode ocorrer no Brasil função se beneficiando da função estrutural do Estado sob a ótica do Estado empreendedor; explorando elementos para formulação de políticas públicas para o fomento de iniciativas que favoreçam a diversificação institucional e regional do sistema espacial, e ainda ampliando a sinergia entre Estado, academia e setor privado no âmbito do setor, de modo que a impactar de modo incremental o desenvolvimento do setor no Brasil. Essas agendas dialogam diretamente com o artigo seguinte da tese, que aprofunda qualitativamente as dinâmicas territoriais e os arranjos institucionais emergentes, permitindo observar, em escala regional, os efeitos dessa estrutura estatal-universitária sobre a formação de clusters e trajetórias inovativas.

7 REFERÊNCIAS

- Agência Espacial Brasileira (AEB). Programa Espacial Brasileiro. Brasília: Aeb, 2024. Disponível Em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro>. Acesso Em: 14 Ago. 2025.
- Albuquerque, E. M. *Apresentação: Christopher Freeman-The 'National System Of Innovation' in Historical Perspective*. 2009.
- Albuquerque, E. M. *Sistema Nacional De Inovação No Brasil: Uma Análise Introdutória A Partir De Dados Disponíveis Sobre A Ciência E A Tecnologia*. *Brazilian Journal Of Political Economy*, V. 16, P. 387-404, 2022.
- Balachevsky, E., Sampaio, H., e Andrade, C. Y.. *Expanding Access To Higher Education And Its (Limited) Consequences For Social Inclusion: The Brazilian Experience*. *Social Inclusion*, V. 7, N. 1, P. 7, 2019.
- Bittencourt, P. F.; Cario, S. A F. *O Conceito De Sistema Nacional De Inovação: Das Raízes Históricas À Análise Global Contemporânea*. *Encontro Nacional De Economia Política*, V. 21, 2016.
- Bomeny, H. *A Reforma Universitária De 1968: 25 Anos Depois*. *Revista Brasileira De Ciências Sociais*, V. 9, N. 26, P. 1-13, 1994.
- Cabello, A.; Melo, M.; Michels Freitas, L.H.; Ferreira, G.M.; Lima, F.M.C. *The Incipient Brazilian Private Space Sector: A Brief Description*. *New Space. The Journal of Space Entrepreneurship and Innovation*. Vol. 11, I, Issue 3, September, 2023. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/space.2022.0012>. Acesso em fevereiro de 2026.
- Cabello, A.; Michels Freitas, L.H.; Melo, M. *Brazilian Space Sector: Historical Analysis of the Public Budget*. *Space Policy*. Vol. 62, 2022. ISSN 0265-9646, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101502>. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265964622000285>. Acesso em fevereiro de 2026.
- Cabello, A. F.; Lima, F. ; Portela, B. ; Morais, L. ; Melo, M. *Sandboxes As An Incentive Tool For Entrepreneurship In The Space Sector*. In: 75th International Astronautical Congress (Iac), Milan, Italy, 14-18 October 2024, 2024, Milan. 75th International Astronautical Congress (Iac), Milan, Italy, 14-18 October 2024, 2024a
- Cabello, A. F., Melo, M. C. S. e Freitas, L. H. M. (2024). *Space-related education in Brazil: the recent creation of Astronautical Engineering courses and other patterns*.

Caderno Pedagógico, 21(13), e12977-e12977.

Cabello, A. F.; Melo, M. C. ; Pereira, F. *Instruments For Promoting Innovation Aimed At Space Startups: Challenges And Bottlenecks In Brazil*. In: International Astronautical Congress (Iac) 2025, 2025, Sydney, Australia. International Astronautical Congress (Iac) 2025a.

Cabello, A. F.; Freitas, L. H. M.; Melo, M. ; Souza, L. . *Brazilian Space Exports And Imports*. Space Policy, V. 72, P. 1, 2025b.

Cepik, M.A.C; Souza, J.G.; Dal-Berto, V. R. *The Consolidation Of The Brazilian Space Program*. Austral: Brazilian Journal of Strategy & International Relations, v. 12, n. 23, p. 11-39, 2023.

*Chang, H.-J. *Chutando A Escada: A Estratégia Do Desenvolvimento Em Perspectiva Histórica*. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

Costa, A. B. Da. *Teoria Econômica E Política De Inovação*. Revista De Economia Contemporânea, Rio De Janeiro, 2016.

*Da Motta, E. et Al. *Produção Científica E Sistema Nacional De Inovação. Ensaio Fee*, V. 19, N. 1, P. 156-180, 1998.

De Negri, F.; Cavalcante, L. R. *Sistemas De Inovação E Infraestrutura De Pesquisa: Considerações Sobre O Caso Brasileiro*. 2013.

Denis, Gil et al. *From new space to big space: How commercial space dream is becoming a reality*. Acta Astronautica, v. 166, p. 431-443, 2020.

Dewes, M. F.; Padula, A. D. *Innovation in A Strategic Development Program: The Aerospace Program In Brazil*. Revista Brasileira De Inovação, V. 11, N. 1, P. 169-194, 2012.

*Dias, L. R.; Camara, M. R. *Modelo De Análise Das Teorias De Inovação Tecnológica: Dois Paradigmas, Quatro Perspectivas*. XII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica – ALTEC, 2007.

Dosi, G. *Sources, Procedures, And Microeconomic Effects of Innovation*. Journal Of Economic Literature, V. 26, N. 3, P. 1120–1171, 1988

Fagerberg, J.; Sapprasert, K. *National innovation systems: the emergence of a new approach*. Science and public policy, v. 38, n. 9, p. 669-679, 2011.

Freeman, C.; Soete, L. *Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past*. Research policy, v. 38, n. 4, p. 583-589, 2009.

Freitas Júnior, A. M. et al. *Distribuição Espacial Da Inovação Na Região Sul Do Brasil De 2005 A 2015, A Partir Da Análise Exploratória De Dados Espaciais*. Revista De

Desenvolvimento Econômico – Rde, Salvador, V. 1, N. 48, P. 31–59, 2021.

Gonçalves, E. *O Padrão Espacial Da Atividade Inovadora Brasileira: Uma Análise Exploratória*. Estudos Econômicos, São Paulo, V. 37, N. 2, P. 405–433, 2007.

Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais (INPE). Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais – Sobre O Inpe. São José Dos Campos: Inpe, 2024. Disponível Em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso Em: 14 Ago. 2025.

Lundvall, B. et al. *National Systems of Production, Innovation and Competence Building*. Research Policy, V. 31, N. 2, P. 213-231, 2002.

Malerba, F. Sectoral Systems Of Innovation And Production. Research Policy, V. 31, N. 2, P. 247–264, 2002.

Mazzucato, M. *O Estado Empreendedor: Desmascarando O Mito Do Setor Público Vs. Setor Privado*. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

Mazzucato, M.; Robinson, D.K.R. *Co-Creating and Directing Innovation Ecosystems? Nasa's Changing Approach to Public-Private Partnerships in Low-Earth Orbit. Technological Forecasting And Social Change*, V. 136, P. 166-177, 2018.

Melo, M.; Michels Freitas, L.H. *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, set. 2021.

Mowery, D. *Handbook of the Economics of Innovation*. North-Holland, 2010. p. 1219-1256.

Nakahodo, S.N. Should Space Be Part Of A Development Strategy? Reflections Based Upon The Brazilian Experience. New Space, V. 9, N. 1, P. 19–26, 2021.

Niosi, J. *National Systems Of Innovations Are “X-Efficient”(And X-Effective): Why Some Are Slow Learners*. Research Policy, V. 31, N. 2, P. 291-302, 2002.

Organização Para A Cooperação E Desenvolvimento Econômico (OCDE) – OCDE Handbook On Measuring The Space Economy. Handbook on Measuring the Space Economy, OECD. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264169166-en> Acesso em: fevereiro de 2026.

Organização Para A Cooperação E Desenvolvimento Econômico (OCDE). *The Space Economy in Figures: Responding To Global Challenges*. Paris: Oecd Publishing, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/fa5494aa-en> Acesso Em: 14 Ago. 2025.

Paula, L. F. Sistema Financeiro E O Financiamento Da Inovação: Uma Abordagem Keynesiana-Schumpeteriana. Encontro Nacional De Economia Anpec, 39., 2011.

Pedrosa, T. A.; Cabello, A. F.; Melo, M. Brazil's First Steps In The Commercial Space

Launch Sector: What Has Been Done In The Past Two Years? *New Space*, V. 12, N. 2, P. 80-87, 2024.

Sarli, B. V.; et al. *Review Of Space Activities In South America*. 2018. Disponível Em: (https://www.researchgate.net/publication/327970898_Review_of_Space_Activities_in_South_America). Acesso Em: 17/02/2026.

Satellite Industry Association (SIA). *2024 Global Satellite Industry Revenues – Executive Summary*. Disponível em: <https://sia.org/wp-content/uploads/2025/05/SSIR25-2025-SSIR-FY2024-1-Pager-Exec-Summary-1.pdf> Acesso em: fevereiro de 2026.

Sweeting, M. *Modern small satellites - changing the economics of space*, *Proceedings of the IEEE*, vol. 106, 2018, pp. 343–361. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2018.2806218>.

Suzigan, W.; Albuquerque, E. M. *A Interação Entre Universidades E Empresas Em Perspectiva Histórica No Brasil*. Belo Horizonte: Cedeplar/Ufmg, 2008. (Texto Para Discussão, N. 329).

Szimanski, D. et Al. *Flexible R&D Promotion Instruments As A Way To Develop The Space Industry In Brazil*. *International Journal Of Economics And Finance*, V. 16, N. 2, P. 1-25, 2024.

Velasco, F. M. M. *O Desenvolvimento da Indústria Espacial Brasileira: Uma Abordagem Institucional*. 2019. Dissertação (Mestrado Em Administração Pública) — Escola Nacional De Administração Pública, Brasília, 2019.

2.4 ARTIGO 4

DA PREPONDERÂNCIA ESTATAL À EMERGÊNCIA EMPREENDEDORA: O SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO ESPACIAL NO DF E A ARTICULAÇÃO ENTRE ESTADO, UNIVERSIDADE E STARTUPS.

RESUMO

O artigo analisa a configuração emergente do setor espacial no Distrito Federal (DF), com o objetivo de avaliar em que medida esse arranjo pode ser compreendido como um sistema setorial ou regional de inovação, à luz dos referenciais teóricos dos Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs) e dos Sistemas Regionais de Inovação (SRIs). Ancorado na hipótese da preponderância estatal no Sistema Nacional de Inovação brasileiro, o estudo investiga como a interação entre universidade, governo e iniciativas empresariais tem moldado trajetórias setoriais específicas em um contexto marcado por limitações estruturais e ausência de política industrial integrada. Partindo deste diagnóstico clássico a pesquisa investiga as trajetórias empresariais, as interações entre governo, universidade e setor produtivo e as estratégias de inserção das firmas localizadas em Brasília. Metodologicamente, o estudo combina entrevistas estruturadas, grupos focais com atores de governo, setor produtivo e universidade, combinadas a análise de dados sobre egressos, articulando evidências qualitativas e quantitativas. Os resultados indicam a existência de um cluster produtivo incipiente, com características substantivamente distintas dos polos tradicionais do setor, notadamente São José dos Campos. Esse arranjo apresenta natureza predominantemente relacional e institucional, apoiando-se na circulação de capital humano qualificado, na proximidade com arenas decisórias e na mediação governamental como ativo estratégico. Diferentemente do modelo baseado em manufatura pesada e contratos públicos, o arranjo brasiliense estrutura-se majoritariamente no segmento downstream, com foco em aplicações espaciais, serviços, dados e modelos de negócio intensivos em software, orientados ao mercado internacional. Tal configuração revela possível adaptação ao paradigma New Space, caracterizado por maior flexibilidade organizacional, inserção global e menor dependência direta de grandes encomendas estatais, ainda que permaneça estruturalmente condicionado à presença e às capacidades do Estado. A análise evidencia ainda o papel central da

Universidade de Brasília, especialmente do curso de Engenharia Aeroespacial, e das experiências institucionais associadas à Agência Espacial Brasileira (AEB) na gênese das primeiras startups do cluster. Conclui-se que o cluster espacial do DF emerge menos como resultado de planejamento deliberado e mais da interação contingente entre formação acadêmica, aprendizado institucional e estratégias adaptativas dos empreendedores, evidenciando tanto o potencial transformador quanto os limites estruturais do arranjo na ausência de coordenação pública estável e de longo prazo

Palavras-Chave: Sistema Nacional de Inovação, SNI, Sistema Regional de Inovação, SRI, Sistema Setorial de Inovação, SSI, Setor Espacial, DF, Inovação.

ABSTRACT

This article analyzes the emerging configuration of the space sector in Brazil's Federal District (DF), assessing the extent to which this arrangement can be understood as a Sectoral or Regional Innovation System (SIS/RIS), drawing on the theoretical frameworks of Sectoral Systems of Innovation and Regional Innovation Systems. Anchored in the hypothesis of state preponderance within the Brazilian National Innovation System, the study examines how interactions among university, government, and entrepreneurial initiatives have shaped specific sectoral trajectories in a context marked by structural constraints and the absence of an integrated industrial policy.

Building on this classical diagnostic, the research investigates firm trajectories, university–government–industry linkages, and the insertion strategies of companies located in Brasília. Methodologically, it combines structured interviews and focus groups with actors from government, industry, and academia, alongside quantitative analysis of graduate data, articulating qualitative and quantitative evidence.

The findings indicate the emergence of an incipient productive cluster with characteristics substantially distinct from traditional hubs in the Brazilian space sector, notably São José dos Campos. The Brasília arrangement displays a predominantly relational and institutional nature, relying on the circulation of highly qualified human capital, proximity to decision-making arenas, and government mediation as strategic assets. Unlike the manufacturing-intensive model based on large public procurement contracts, the local configuration is concentrated in the downstream segment, focusing on space applications, services, data, and software-intensive business models oriented toward international markets.

This structure suggests an adaptive alignment with the New Space paradigm, characterized by greater organizational flexibility, global integration, and reduced direct dependence on large-scale state procurement, while remaining structurally conditioned by the presence and capabilities of the State. The analysis further highlights the central role of the University of Brasília—particularly its Aerospace Engineering program—and institutional experiences linked to the Brazilian Space Agency in the genesis of the cluster's first startups.

The study concludes that the DF space cluster has emerged less as the result of deliberate planning and more as a contingent outcome of academic training, institutional learning, and entrepreneurs' adaptive strategies, revealing both the transformative potential and the structural limitations of the arrangement in the absence of stable, long-term public coordination.

Keywords: National Innovation System; Sectoral Innovation System; Regional Innovation System; Space Sector; Federal District; Innovation; New Space.

1 INTRODUÇÃO

O setor espacial vem adquirindo papel estratégico nas transformações tecnológicas contemporâneas, impulsionado tanto pela crescente demanda por serviços baseados em satélites quanto pela emergência de novos atores e modelos de negócio associados ao chamado New Space (Cabello et al., 2022; Cabello et al., 2023). Essa transformação tem redefinido as fronteiras entre Estado e mercado, ampliando a participação de empresas privadas e introduzindo novas dinâmicas competitivas, especialmente no segmento downstream. No Brasil, contudo, essa trajetória tem sido historicamente marcada por forte centralização estatal, dependência de financiamento público e limitada articulação entre os vértices que compõem a estrutura nacional de ciência, tecnologia e inovação. Tal configuração reflete uma trajetória de industrialização tardia e de construção incompleta de capacidades produtivas autônomas, na qual o Estado assume funções simultaneamente indutoras e compensatórias. As análises do ecossistema espacial brasileiro reiteram que o desenvolvimento científico e tecnológico permanece concentrado em instituições públicas, como o INPE, o DCTA e a AEB, e condicionado às decisões governamentais de investimento e orientação estratégica (Cabello et al., 2022; Melo, 2009). Essa concentração institucional contribui para a formação de um arranjo no qual a coordenação pública é central, mas nem sempre acompanhada de mecanismos

estáveis e de articulação produtiva. Tais características aproximam o setor dos diagnósticos clássicos da literatura latino-americana sobre ciência, tecnologia e desenvolvimento, particularmente do Triângulo de Sábato (Sábato; Botana, 1968), que atribui ao Estado papel articulador em contextos de industrialização tardia e baixa densidade produtiva, e dos modelos de Sistemas Nacionais de Inovação (Lundvall, 1992; Nelson; Rosenberg, 1993), que apontam a importância das interações entre governo, empresas e universidades para a construção de capacidades inovadoras. Nesse sentido, o setor espacial brasileiro constitui um campo empírico privilegiado para examinar a hipótese da preponderância estatal no Sistema Nacional de Inovação e seus desdobramentos setoriais e territoriais.

Apesar desse protagonismo estatal persistente, observam-se nas últimas décadas sinais de diversificação institucional e de abertura de novas possibilidades tecnológicas. Esses movimentos sugerem que, mesmo em contextos fortemente centralizados, podem emergir dinâmicas inovativas mais distribuídas e experimentais. A expansão da pós-graduação, a criação de cursos especializados, como Engenharia Aeroespacial, e o surgimento de startups de base científica (AEB, 2025; ABS, 2021) indicam um movimento de reconfiguração emergente da dinâmica inovativa brasileira, ainda que marcado por assimetrias profundas e pela persistência de um “SNI imaturo”, no qual as conexões entre ciência e tecnologia permanecem frágeis e desiguais entre setores (De Negri; Cavalcante, 2013). Essa imaturidade manifesta-se tanto na fragilidade das cadeias produtivas quanto na descontinuidade de políticas públicas e na dificuldade de consolidação de mercados tecnológicos internos. A literatura sistemicamente orientada sugere, contudo, que compreender tais dinâmicas exige ir além do enfoque nacional e incorporar recortes analíticos capazes de captar especificidades setoriais e territoriais, conforme proposto pelas abordagens dos Sistemas Setoriais de Inovação (Malerba, 2002; 2004) e dos Sistemas Regionais de Inovação (Doloreux; Parto, 2005; Asheim; Smith; Oughton, 2011). Essas abordagens permitem analisar como diferentes combinações de atores, instituições e regimes tecnológicos produzem trajetórias divergentes mesmo dentro de um mesmo sistema nacional. Esses referenciais permitem identificar como regimes tecnológicos, bases de conhecimento, proximidades institucionais e capacidades localizadas moldam a emergência de arranjos inovativos.

É precisamente nesse ponto que o caso do Distrito Federal (DF) ganha relevância. Tradicionalmente reconhecido como centro político-administrativo do país, o DF não se destaca historicamente como polo industrial, o que torna ainda mais peculiar a possível

emergência de um arranjo inovativo no setor espacial. A região concentra instituições governamentais decisivas para a política espacial nacional, como a AEB, o MCTI, unidades do INPE e estruturas do COMAE, além da universidade pública que, nas últimas duas décadas, ampliou significativamente sua atuação em engenharia e tecnologia, com destaque para a criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB (UnB) em 2008 (Cabello; Rodrigues, 2020; UnB, 2025). A presença simultânea de arenas decisórias, estruturas de formulação de políticas e instituições formadoras de capital humano cria condições singulares de proximidade institucional e cognitiva. Soma-se a isso o surgimento de startups tecnológicas vinculadas ao setor espacial, algumas já inseridas em redes internacionais, como a International Astronautical Federation (IAF, 2025). Tal inserção internacional indica a busca por mercados externos e por legitimação em circuitos globais de inovação. Esses elementos sugerem que o DF está gestando um ecossistema regional de inovação espacial ainda incipiente, mas sustentado por condições institucionais singulares e por interações emergentes entre governo, universidade e empresas, como características fundamentais para a formação de SRIs, conforme identificado na literatura (Asheim; Smith; Oughton, 2011).

Diante desse cenário, torna-se analiticamente pertinente investigar se o DF apresenta evidências suficientes para ser caracterizado como um sistema setorial ou regional de inovação no campo espacial, bem como compreender os fatores que têm moldado sua configuração inicial. Interessa, particularmente, examinar se esse arranjo configura apenas uma aglomeração circunstancial de iniciativas ou se revela padrões estruturados de interação, aprendizado e coordenação institucional. Este artigo, portanto, busca analisar a interação entre os atores locais, governo, universidades e setor produtivo, à luz dos referenciais de SSIs e SRIs, para avaliar em que medida o DF revela padrões consistentes com a formação de um ecossistema inovativo emergente. Ao articular evidências qualitativas e quantitativas, o estudo procura também identificar os limites estruturais desse arranjo, especialmente no que se refere à ausência de política industrial integrada e à dependência das capacidades estatais. Ao fazê-lo, contribui tanto para o entendimento das dinâmicas espaciais brasileiras quanto para o debate mais amplo sobre a evolução institucional de setores estratégicos em economias em desenvolvimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Setor Espacial E As Abordagens Teóricas Sobre Interação Universidade-Empresa-Governo.

Entre as décadas de 1970 e 1990, diversas contribuições relacionadas ao papel sistêmico da inovação enfatizaram a importância de se investigar as relações entre os diversos atores envolvidos no processo de progresso técnico e desenvolvimento tecnológico nas sociedades. De um lado, as contribuições de Nelson e Winter (1973; 1974; 1977; 1980) começaram a ganhar importância e desenvolver conceitos importantes como rotinas e capacidades de firmas, construindo uma teoria baseada em conceitos evolucionários como replicação, trajetória histórica, sobrevivência, entre outros. Essa nova abordagem teórica criticava a teoria de crescimento tradicional por sua falta de realismo em relação ao processo de inovação e de comportamento da firma e de mercados. A contribuição seminal desses autores é o livro *An evolutionary theory of economic change*, publicado originalmente em 1982 que levou à criação do subcampo da Economia Evolucionária que posteriormente foram complementadas pelos trabalhos de Christopher Freeman (1987), Bengt-Åke Lundvall (1992) e Richard Nelson (1993), conduzindo ao que hoje se chama de abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação.

O ecossistema espacial brasileiro revela, por sua vez, quando examinado sob lentes sistêmicas, dinâmicas que dialogam tanto com o Triângulo de Sábato quanto com a Tripla Hélice, modelos que, embora particulares, convergem ao enfatizar a centralidade das interações entre Estado, infraestrutura científico-tecnológica e setor produtivo.

A formulação clássica de Sábato e Botana (1968) é especialmente elucidativa no caso latino-americano, ao atribuir ao Estado o papel de vértice articulador responsável por coordenar e induzir a modernização produtiva em ambientes historicamente marcados por baixa densidade industrial e dependência tecnológica. Essa perspectiva encontra eco no caso brasileiro, onde a trajetória tardia de consolidação das instituições científicas e da estrutura produtiva reforça a necessidade de um Estado capaz de direcionar, financiar e sustentar processos de inovação em setores estratégicos (De Negri; Cavalcante; 2013).

No setor espacial, esse protagonismo estatal manifesta-se de forma evidente no predomínio do financiamento público em atividades de P&D e na forte dependência da infraestrutura científica e da estrutura produtiva em relação às decisões governamentais, tanto na alocação de recursos quanto na indução de demandas tecnológicas de caráter

estratégico. Essa configuração confirma o diagnóstico latino-americano sobre a centralidade do Estado em processos de desenvolvimento científico e tecnológico (Sábato; Botana, 1968) e é corroborada empiricamente por Cabello et al. (2022), que identificam no Programa Espacial Brasileiro uma dinâmica fortemente estatal. Na perspectiva mais ampla do sistema científico nacional, essa dependência também se expressa, conforme argumenta Melo (2009), na manutenção de um padrão de pesquisa científica e tecnológica amplamente sustentada por recursos públicos, sobretudo em setores de alta complexidade tecnológica.

Por outro lado, a lente da Tripla Hélice evidencia que o ecossistema espacial brasileiro também vem incorporando, ainda que de forma seletiva, elementos de horizontalização e diversificação institucional. A expansão da pós-graduação, a criação de cursos especializados, dentre os quais se destaca a Engenharia Aeroespacial, e o surgimento de startups de base científica representam sinais de crescente participação dos vértices não estatais, conforme evidenciado em levantamentos recentes (AEB, 2025; ABS, 2021). No entanto, tais avanços ainda coexistem com assimetrias significativas: a integração entre universidades, empresas e governo permanece desigual, distanciando-se do arranjo coevolutivo sugerido por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), conforme pontuado na literatura (Cabello et al.; 2022; De Negri; Cavalcante; 2013).

A literatura de Sistemas Nacionais de Inovação oferece suporte adicional a essa leitura. Lundvall (1992) e Nelson e Rosenberg (1993) argumentam que a inovação depende de interações contínuas e bidirecionais entre empresas, universidades e governo; todavia, no setor espacial brasileiro, o governo segue como principal financiador, regulador e demandante, limitando a emergência de dinâmicas mais distribuídas de aprendizagem e empreendedorismo.

De forma mais abrangente, o sistema nacional permanece caracterizado como “imaturo”, apresentando interações frágeis entre ciência e tecnologia, fragilidade historicamente associada ao desenvolvimento tardio das instituições científicas e da industrialização no país. Alguns setores específicos, como agropecuária, aeronáutica, petróleo e saúde, conseguiram consolidar arranjos mais robustos de cooperação, sobretudo porque suas instituições foram originalmente estruturadas para responder a demandas tecnológicas claras e contínuas (De Negri; Cavalcante; 2013).

Nesse contexto, a incorporação recente de novos atores, como startups do New Space, laboratórios universitários com foco aplicado e organizações intermediárias, ainda não foi suficiente para alterar de modo substantivo a lógica hierárquica que organiza o

ecossistema nacional. Persistem dependências estruturais, lacunas de coordenação e tensões institucionais que dificultam a consolidação de dinâmicas plenamente colaborativas entre os vértices do sistema. Assim, o cenário brasileiro combina, simultaneamente, entraves históricos e sinais emergentes de renovação, compondo um quadro híbrido que demanda análises territoriais mais refinadas.

É nesse contexto marcado por desafios persistentes e por possibilidades abertas pela diversificação recente dos atores que se torna relevante examinar o ecossistema espacial do DF. A concentração de instituições governamentais, a criação do curso de Engenharia Aeroespacial na UnB e o surgimento de startups com interface com o setor espacial sugerem a emergência de um arranjo regional em formação. A literatura reforça que superar o descompasso entre capacidade científica e capacidade tecnológica exige compreender melhor a infraestrutura de pesquisa existente e suas interações com o setor produtivo (De Negri; Cavalcante, 2013). Assim, o caso do DF oferece um contexto oportuno para observar como esses desafios nacionais se reproduzem e, eventualmente, se reconfiguram.

2.2 Os Sistemas Setoriais de Inovação e os Sistemas Regionais de Inovação

A análise desse ecossistema no DF, reconhecidamente marcado por desafios persistentes e por oportunidades decorrentes da recente diversificação de atores, exige ainda que sob a perspectiva do SNI, mas considerando suas particularidades, deslocar o foco para escalas analíticas mais específicas do que aquelas tradicionalmente adotadas pela Teoria dos Sistemas Nacionais de Inovação. A concentração de instituições governamentais, a criação do curso de Engenharia Aeroespacial na UnB e o surgimento de startups que operam com interface com o setor sugerem a conformação de um arranjo regional em formação, cujo entendimento requer referenciais capazes de captar particularidades produtivas, tecnológicas e territoriais.

Se no caso brasileiro o SNI brasileiro apresenta um padrão delimitado de interação entre universidades e empresas, restrito a pontos isolados de conexão entre a produção científica e sua aplicação tecnológica; tal configuração parece resultar, em grande medida, do desenvolvimento tardio tanto das instituições de pesquisa e ensino superior quanto do próprio processo de industrialização no país. Nesse cenário, entretanto, alguns setores lograram em estabelecer vínculos mais robustos entre a infraestrutura científica e demanda produtiva, como os casos da Embrapa na agropecuária; do complexo

aeronáutico envolvendo ITA, CTA e INPE; da Fiocruz na área da saúde; e do conjunto Cenpes–COPPE no setor petrolífero; refletindo experiências bem sucedidas que resultaram da concepção de instituições criadas desde a origem para atender necessidades tecnológicas específicas de seus respectivos segmentos, que de certo modo parecem favorecer a criação de sistemas setoriais bem desenvolvidos (De Negri; Cavalcante, 2013).

Tal perspectiva dialoga com uma abordagem analítica da Teoria SNI, com enfoque capaz de captar dinâmicas mais específicas do ciclo, nomeada na literatura como as teorias do Sistemas Setoriais de Inovação (SSI) e do Sistemas Regionais de Inovação (SRI). Essas abordagens distinguem-se do enfoque nacional por transferirem o nível de análise para recortes delimitados, setores econômicos específicos ou territórios subnacionais, permitindo uma maior compreensão dos padrões de interação, aprendizagem e produção tecnológica que podem apresentar variação e particularidades por atividades produtivas e regiões.

O conceito de Sistema Setorial de Inovação emerge da articulação de diferentes enfoques teóricos que apresentam abordagens complementares capazes de delinear uma dinâmica própria para a concepção dessa ideia de sistema setorial. Esse conceito dialoga com a literatura em (Utterback, 1994; Klepper, 1996; Malerba e Orsenigo, 1996) em uma vertente enfatiza que os setores passam por contínuas transformações, o que exige compreender suas leis de movimento e trajetórias de mudança, conforme sugerido por estudos sobre ciclo de vida das indústrias e análises de longo prazo da evolução industrial. Dialoga ainda com o entendimento de que os limites setoriais são fluidos e dependem de interdependências e complementaridades entre atividades, tecnologias e serviços relacionados, destacando o papel das ligações verticais e das sequências de investimentos que geram dinamismo e oportunidades de desenvolvimento em uma noção apresentada por Dahmen (1989), que enfatiza o conceito de complementaridade que cria movimento no sistema e potencial para o desenvolvimento. O conceito de sistema setorial se alimenta ainda da abordagem sistêmica da inovação (Lundvall, 2010; Freeman, 1987, Lundvall, Johnson, 1994; Nelson, 1993), já fortemente sedimentada nesse estudo e ainda pela teoria evolucionária que integra esses elementos ao enfatizar a natureza dinâmica, histórica e heterogênea dos agentes, a centralidade da aprendizagem e do conhecimento, e os processos de criação, replicação e seleção que orientam a evolução econômica (Nelson, 1995 ; Dosi, 1997 ; Metcalfe, 2002) . Em conjunto, essas contribuições fundamentam o conceito de sistema setorial de inovação ao reconhecer que cada setor apresenta bases de

conhecimento, tecnologias, complementaridades, padrões de demanda e instituições específicas, que interagem e se transformam ao longo do tempo (Malerba, 2002; 2004).

Os Sistemas Setoriais de Inovação, de modo sintético se definem por conjuntos de agentes, quer sejam empresas, universidades, centros de pesquisa, órgãos governamentais, fornecedores e usuários que interagem em torno de um campo tecnológico ou produtivo específico, compartilhando uma base de conhecimento, padrões de demanda, arranjos institucionais e trajetórias tecnológicas particulares. Trata-se de um sistema é composto por uma base própria de conhecimentos, tecnologias, insumos e por uma demanda atual, emergente ou potencial, envolvendo tanto organizações empresariais quanto atores não empresariais, como universidades, instituições financeiras, agências governamentais e associações técnicas, além de indivíduos, como consumidores, pesquisadores e empreendedores (Malerba; 2002).

Dito isso, os agentes que compõem o SSI possuem competências, modos de aprendizagem, objetivos e comportamentos próprios, e interagem entre si por meio de relações de cooperação, competição, trocas e até mesmo relações de comando, pautadas pelas instituições que regulam e orientam essas dinâmicas. Por isso, o SSI consiste em um sistema dinâmico, no qual os elementos evoluem por meio das interações e as fronteiras setoriais são móveis, o que os distingue ainda do entendimento tradicional de setor ao incorporar interações não mercantis, múltiplos tipos de agentes e processos contínuos de transformação. Em distinção à Teoria SNI, que privilegia a análise das estruturas e políticas nacionais, o SSI enfatiza as particularidades de cada setor e sua dinâmica própria de inovação. Nessa perspectiva, produtos, agentes, conhecimento, tecnologias, complementaridades, mecanismos de interação, processos competitivos e instituições constituem os pilares fundamentais que estruturam o sistema e explicam sua natureza evolutiva (Malerba, 2002).

Em complementaridade a abordagem setorial, a Teoria dos Sistemas Regionais de Inovação desloca o foco para o território, destacando o papel das proximidades geográfica, institucional, organizacional e cognitiva na promoção de interações inovativas. Um sistema regional de inovação, por definição, se expressa da interação entre um conjunto de atores, instituições, recursos e dinâmicas territoriais que sustentam e moldam a capacidade inovadora de uma região. Esse sistema abarca empresas, universidades, centros de P&D, governo e demais organizações, cujas interações são influenciadas tanto pelas características do conhecimento, como seu grau de tacitidade, apropriabilidade e cumulatividade quanto pelos regimes tecnológicos que orientam as

oportunidades e limitações para inovar. Nessa perspectiva, a inovação não decorre apenas de investimentos diretos em P&D, mas de processos interativos e complementares, dependentes de capacidades organizacionais, ativos intangíveis, spillovers de conhecimento e das condições institucionais e geográficas que estruturam tais relações. Assim, um sistema regional de inovação emerge como uma configuração territorial específica na qual fluxos de conhecimento, cooperação, concorrência e aprendizado coletivo se articulam, influenciando o desempenho inovador e produtivo das firmas e, conseqüentemente, o desenvolvimento regional (McCann; Ortega-Argilés, 2016).

O conceito de sistema regional de inovação tem se demonstrado útil diante de um contexto de intensificação da competição global e considerando as limitações dos modelos tradicionais de desenvolvimento regional diante da emergência de clusters exitosos em diferentes partes do mundo. Nesse sentido ganham destaque elementos como escala regional e recursos territoriais específicos na composição da capacidade inovadora e na competitividade de empresas e regiões. Do ponto de vista da teoria SRI, sustenta-se que vantagens competitivas regionais emergem quando competências empresariais e processos de aprendizagem se apoiam em capacidades localizadas, como recursos especializados, instituições, habilidades e valores socioculturais compartilhados. Assim, o desenvolvimento regional é compreendido como resultado da articulação entre esses ativos territoriais e a dinâmica inovadora das firmas (Doloreux; Parto, 2005).

A ênfase regional emerge como resposta às limitações das abordagens nacionais, que tendem a privilegiar estruturas amplas e políticas macroinstitucionais, deixando menos visíveis os mecanismos concretos pelos quais a inovação se desenvolve nos territórios. O enfoque regional permite identificar com maior precisão os processos localizados de aprendizagem, a formação de clusters, as especializações produtivas, as interações entre empresas, universidades e instituições subnacionais, bem como as dinâmicas de recursos humanos e mercados de trabalho específicos. Nessa perspectiva, os SRIs passam a ser compreendidos como arranjos institucionalmente mediados, constituídos por organizações, agentes e instituições que interagem de forma sistemática para favorecer a produção, o uso e a difusão do conhecimento. Desse modo, a inovação regional deixa de ser concebida como a soma de iniciativas isoladas e passa a ser entendida como um processo sistêmico, no qual a estrutura institucional da região molda incentivos, capacidades e oportunidades (Asheim; Smith; Oughton, 2011).

Cabe destacar, entretanto, que a variedade de definições e formatos atribuídos aos Sistemas Regionais de Inovação, em especial no que se refere à conceituação do que é

“regional” pode gerar ambiguidade conceitual e limitar a comprovação empírica no âmbito da análise (Doloreux; Parto, 2005). Nesse sentido, A literatura dedicada à inovação em escala territorial destaca que a definição dos limites de distritos industriais, clusters e SRIs abrange dimensões que extrapolam o território físico, incorporando aspectos cognitivos, organizacionais e institucionais. Embora esses conceitos apresentem intersecções, cada um possui características específicas associadas ao tipo de interação econômica, social e institucional que estrutura a dinâmica inovativa. A simples proximidade geográfica pode facilitar a circulação de saberes, sobretudo aqueles de natureza tácita, mas não é suficiente para explicar os padrões de inovação, o que exige considerar também proximidades cognitivas, fundamentadas em bases de conhecimento semelhantes, e proximidades organizacionais, vinculadas às formas de coordenação e arranjos de governança. Além disso, a expansão das redes digitais e dos fluxos globais de conhecimento evidencia que clusters e SRIs funcionam como sistemas abertos, cujas fronteiras ultrapassam divisões político-administrativas e são influenciadas por políticas regionais, regulações e mecanismos locais de articulação. A aprendizagem interativa, apoiada tanto em relações frequentes e baseadas em confiança quanto em estruturas formais de gestão presentes em SRIs mais amplos, reforça o caráter multifacetado dessas delimitações. As fronteiras dos sistemas de inovação são multidimensionais, resultando da combinação entre fatores geográficos, institucionais, sociais e cognitivos que, juntos, moldam processos de inovação locais articulados a fluxos globais de conhecimento. Dessa forma, definir um SRI requer compreender como diferentes formas de proximidade se combinam para orientar processos de inovação ancorados no território, mas igualmente conectados a redes externas de conhecimento (Asheim; Smith; Oughton, 2011).

Os SRIs distinguem-se por sua heterogeneidade, refletindo diferenças nas bases de conhecimento, nos modos de aprendizagem, nas instituições e nas trajetórias históricas das regiões, o que dificulta a formulação de um modelo único aplicável a todos os contextos. Apesar dessa diversidade, observa-se que a capacidade inovativa tende a emergir de combinações semelhantes entre capital humano, cuja eficácia depende da articulação entre mercado de trabalho, instituições e base de conhecimento, infraestrutura científica e redes de interação que conectam recursos locais a fluxos externos de conhecimento. Ademais, a abordagem dos SRIs apresenta vantagens em relação à perspectiva dos sistemas nacionais por incorporar as particularidades territoriais, como especificidades cognitivas, mecanismos próprios de aprendizagem, arranjos institucionais e níveis distintos de inserção em redes globais, elementos que modelos padronizados

frequentemente desconsideram (Asheim; Smith; Oughton, 2011).

Dito isso, observa-se que principal distinção metodológica entre as abordagens SNI, SSI e SRI reside, portanto, na escala e no objeto da análise. O SNI busca compreender a configuração macroinstitucional da inovação em nível nacional, envolvendo marcos legais, sistemas educacionais, agências de fomento e políticas públicas gerais. Já o SSI aprofunda a análise sobre setores específicos, como saúde, defesa, energia ou espaço, evidenciando que as dinâmicas inovativas respondem a regimes tecnológicos próprios e a padrões particulares de interação entre atores. O SRI, por sua vez, investiga como a inovação se organiza territorialmente, captando a importância de aglomerações produtivas, universidades regionais, incubadoras, parques tecnológicos e políticas subnacionais e por isso esses enfoques complementam-se analiticamente.

Enquanto o SNI fornece o pano de fundo institucional amplo, os SSI e SRIs permitem compreender por que determinados setores são mais inovadores do que outros dentro do mesmo país e porque certas regiões concentram atividades tecnológicas dinâmicas, enquanto outras permanecem periféricas. No caso do setor espacial, por exemplo, a abordagem setorial possibilita examinar suas especificidades, alta complexidade tecnológica, forte dependência de compras públicas e regulação, como proposto por Malerba (2002; 2004), ao passo que a abordagem regional torna possível investigar a formação de polos localizados de pesquisa e produção, como os clusters de São José dos Campos ou os arranjos emergentes em regiões fora do eixo tradicional, conforme sugerem os estudos de Asheim et al. (2011) e Doloreux e Parto (2005).

Assim, a incorporação dos referenciais de SSIs e SRIs amplia a capacidade analítica para o estudo do setor espacial brasileiro e, em particular, para a investigação do caso emergente do DF, permitindo articular macroestruturas nacionais com dinâmicas produtivas setoriais e processos territoriais localizados.

2.3 Ecossistemas De Inovação Do Setor Espacial

A compreensão das dinâmicas inovativas do setor espacial brasileiro requer articular diferentes escalas analíticas capazes de capturar tanto suas especificidades tecnológicas quanto suas configurações produtivas e territoriais. Conforme discutido nas subseções anteriores, as abordagens dos SSIs e dos SRIs oferecem lentes particularmente úteis para investigar setores caracterizados por alta complexidade tecnológica, forte

dependência de políticas públicas e distribuição espacial desigual, características amplamente observadas no campo espacial. Enquanto o enfoque setorial permite identificar padrões próprios de organização, trajetória tecnológica e interação entre agentes do segmento aeroespacial, a perspectiva regional ilumina como capacidades inovadoras se articulam territorialmente, influenciadas por estruturas institucionais, bases de conhecimento e recursos localizados. Diante dessas especificidades, analisar o ecossistema espacial brasileiro e, de modo particular, o emergente arranjo do DF, demanda combinar esses referenciais para compreender como agentes científicos, governamentais, empresariais e formativos se articulam e de que maneira tais interações moldam oportunidades, constrangimentos e potenciais trajetórias de desenvolvimento para o setor no país.

O desenvolvimento do setor espacial brasileiro possui raízes históricas que remontam às primeiras iniciativas de pesquisa em foguetes de sondagem na década de 1960, impulsionadas pelo interesse governamental em tecnologia estratégica desde os anos 1940 (Cabello et al., 2022). A partir do regime militar de 1964, as atividades espaciais passaram a receber maior centralidade no planejamento estatal, inicialmente sob forte condução das Forças Armadas e, posteriormente, com crescente institucionalização civil, marcada pela expansão dos projetos do INPE e pela criação de organizações como a AEB e associações científicas e jurídicas correlatas (Antunes, 2016).

A trajetória institucional consolidou-se a partir do final da década de 1970 com a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que estruturou o desenvolvimento de satélites, veículos lançadores e infraestrutura de suporte. Como resultado, foram desenvolvidos satélites nacionais (SCD-1 e SCD-2) e ampliadas cooperações internacionais, como o programa CBERS com a China, além de projetos mais recentes, como o Amazonia-1, o Sabia Mar e o GPM-Brasil (Dewes; Padula, 2012). Apesar desse progresso, o setor permanece relativamente pequeno e com forte centralidade estatal, fortemente vinculado ao aparato militar e altamente dependente de encomendas públicas, característica também observada na Base Industrial de Defesa, onde a Embraer representava cerca de 82% da receita aeronáutica em 2010, revelando limitada diversificação produtiva (Cabello et al., 2023).

Esse cenário se reflete na estrutura empresarial: predominam micro e pequenas empresas especializadas, dependentes de contratos governamentais e concentradas geograficamente no eixo Sudeste, em especial no cluster de São José dos Campos, onde se localizam instituições como DCTA, INPE, ITA e Embraer. Tal concentração reforça

desigualdades regionais e evidencia a limitada difusão nacional da indústria espacial (Cabello et al., 2023). Ao mesmo tempo, grande parte da atividade ocorreu historicamente no segmento upstream, enquanto empresas de downstream raramente se reconhecem como pertencentes ao setor, dificultando a consolidação de uma economia espacial integrada.

No campo formativo, a expansão recente de cursos especializados, como engenharia aeroespacial e astronáutica, acompanha a evolução global da área, mas sua distribuição geográfica permanece alinhada aos polos industriais e de pesquisa, sobretudo no estado de São Paulo. O surgimento de programas como o de engenharia astronáutica do ITA (a partir de 2010), seguido por iniciativas na UFMG e UFABC, associou-se ao crescimento das matrículas ao longo da década de 2010, embora ainda haja forte dependência do setor público como empregador, especialmente INPE e Força Aérea Brasileira (Cabello et al., 2024b).

Fora de São José dos Campos, a expansão de outros cursos ganhou fôlego principalmente nos últimos 15 anos. No DF, lócus da análise desse capítulo, o curso de Engenharia Aeroespacial foi inaugurado em 2008, junto com a Faculdade do Gama que criou cinco novos cursos de engenharia na UnB, em um processo de descentralização e expansão de cursos dessa instituição (Cabello; Rodrigues, 2020). É importante ressaltar que esse foi um processo anterior ao Reuni, o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais, que ampliou vagas e criou instituições em todo país a partir de 2008.

No contexto mais recente, a transição para a lógica do New Space envolve esforços de modernização regulatória e fortalecimento da posição do Brasil como país lançador. A abertura comercial do CEA, associada ao Acordo de Salvaguardas Tecnológicas com os Estados Unidos, representa avanço estratégico para inserção internacional, atração de empresas e alinhamento às práticas regulatórias internacionais, conforme destaca a literatura. No entanto, limitações estruturais persistem: dependência de recursos públicos, descontinuidade de políticas, fragilidades regulatórias e alta concentração espacial prejudicam o avanço autônomo do setor (Cepik; Souza; Dal'Berto, 2023; Cabello et al., 2023).

A análise dos dados do CNPq (2005–2024) confirma esse quadro: apesar de 441 instituições participarem da pesquisa espacial, mais de 70% dos pesquisadores vinculam-se a universidades brasileiras, e cerca de 20% concentram-se em instituições governamentais, sobretudo INPE e Observatório Nacional. O sistema apresenta baixa

concentração institucional geral, mas alta concentração por categoria, com forte hegemonia das instituições acadêmicas públicas. Essa distribuição evidencia tanto a predominância do Estado quanto a fragilidade da presença empresarial, além de forte concentração geográfica, alinhada às políticas industriais historicamente focalizadas no Sudeste (Nakahodo, 2021; Cabello et al., 2023).

Em síntese, o setor espacial brasileiro combina capacidades institucionais consolidadas, especialmente no eixo São Paulo–São José dos Campos, com desafios estruturais recorrentes, como dependência estatal, concentração territorial, baixa densidade empresarial e fragilidade das cadeias produtivas. Esses elementos caracterizam um SNI espacial ainda “imaturo”, no qual ciência e tecnologia permanecem parcialmente desconectadas, como apontam De Negri e Cavalcante (2013).

Embora o diagnóstico nacional revele limitações estruturais e forte dependência estatal, já se observam dinâmicas regionais emergentes que contrapõem esse quadro, especialmente em territórios fora do eixo histórico dominante. Nesse sentido, o DF torna-se um caso particularmente relevante: a expansão recente de sua base acadêmica, o fortalecimento institucional e o surgimento de startups vinculadas ao setor espacial indicam a formação de um arranjo inovativo em desenvolvimento. Por essa razão, o DF configura-se como um espaço estratégico para investigação, conforme será discutido na seção seguinte.

3 METODOLOGIA

3.1 Pergunta De Pesquisa

Nossa pergunta de pesquisa principal é: **é possível falar em um sistema setorial de inovação no setor espacial no DF?**

De forma auxiliar a essa pergunta de pesquisa, colocamos às seguintes perguntas adicionais:

As instituições de ensino e pesquisa locais colaboraram para a emergência dos atores do setor privado presentes no DF? Elas colaboram para sua capacidade de inovação? De que forma?

As instituições governamentais colaboraram para a emergência dos atores do setor privado presentes no DF? Elas colaboram para sua capacidade de inovação? De que forma?

O sistema que possivelmente emergiu no DF no setor espacial é replicável para outros setores ou outras unidades da federação? Quais são os principais fatores que levaram à sua emergência e sucesso? Quais são os principais obstáculos a serem vencidos ainda?

3.2 Descrição da abordagem e método de pesquisa

A pesquisa é de cunho qualitativo e interpretativo. Devido à escassez de dados e informações sobre nosso objeto de pesquisa, a abordagem qualitativa se justifica, já que se trata de um estudo exploratório, que busca identificar a presença de um fenômeno, sem, portanto, generalizar condições.

Tal abordagem é bastante presente na literatura na qual nossa discussão se insere, ou seja, a literatura da economia evolucionária. Muitos são os estudos focados em abordagens institucionais, estudos de casos e descrições de sistemas regionais ou setoriais de inovação que buscam enfatizar a inter-relação entre os atores para evidenciar padrões virtuosos e ciclos viciosos no desempenho inovativo.

Dessa forma, para alcançar nosso resultado e responder às nossas perguntas de pesquisa, nós propomos uma coleta primária de dados e informações a ser realizada por duas abordagens complementares: i) entrevistas individuais semiestruturadas e; ii) grupos focais.

A escolha entre entrevistas individuais semiestruturadas e grupos focais depende dos objetivos da pesquisa e da dinâmica social entre os participantes, pois grupos focais só produzem interações ricas e espontâneas quando existe algum histórico de convivência, reconhecimento mútuo ou confiança mínima entre os envolvidos; caso contrário, a ausência de familiaridade pode inibir a troca aberta de percepções, reduzir a profundidade das discussões ou gerar respostas artificiais. Logo, tal preocupação pautou nossa escolha na hora de adotar uma estratégia ou outra.

3.3 Seleção da amostra de entrevistados

A seleção da amostra foi orientada por pressupostos centrais da abordagem dos SNI, como ponto de partida, agregado à complexidade analítica dos SSIs e SRIs, que enfatizam a natureza interativa, heterogênea e institucionalmente mediada dos processos de inovação. À luz dessas teorias, compreender um ecossistema inovativo, especialmente em um setor complexo como o espacial, requer captar a diversidade de agentes, suas

complementaridades, seus modos de aprendizagem e as formas pelas quais se articulam territorialmente. Assim, a amostragem adotada foi intencional e teórica, buscando garantir a inclusão dos três eixos fundamentais que estruturam a dinâmica inovadora: governo, empresas e instituições científico-universitárias.

Ao integrar atores desses três eixos, a amostra assegura condições para analisar simultaneamente dimensões territoriais (SRI) e setoriais (SSI) da inovação no DF. Essa complementaridade é crucial para um setor cuja evolução depende tanto de bases produtivas e tecnológicas específicas quanto de articulações institucionais e de dinâmicas localizadas. A diversidade dos entrevistados amplia, assim, a capacidade de identificar padrões convergentes, assimetrias estruturais e oportunidades de fortalecimento do ecossistema espacial regional, contribuindo para um diagnóstico alinhado às especificidades teóricas que orientam esta pesquisa.

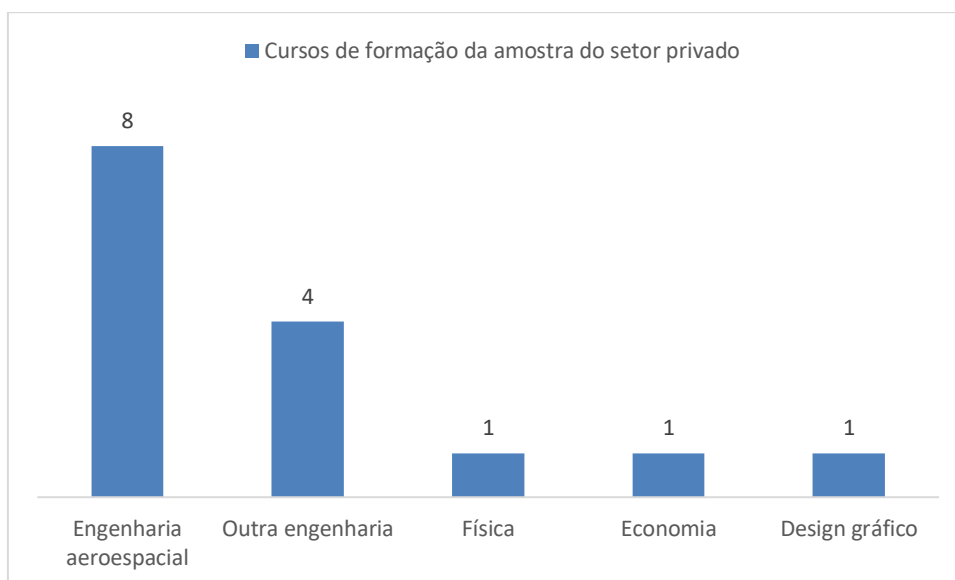
3.3.1 Setor Privado

No eixo privado, a seleção contemplou as *startups* emergentes no setor no DF. Ainda que se tratando de amostra pequena, dado o caráter embrionário do sistema regional analisado, é possível captar certa diversidade vocacional entre as startups entrevistadas que tem desde o viés educacional, até o enfoque em consciência situacional espacial e atuação ligada ao setor de lançamento de *CubeSats*. De acordo com a teoria dos SSI, a heterogeneidade das firmas e suas capacidades diferenciadas de aprendizado são elementos estruturantes da dinâmica setorial. No contexto regional, essas empresas expressam, ainda, como oportunidades tecnológicas são apropriadas territorialmente, revelando gargalos, complementaridades produtivas e padrões de cooperação. A presença desse eixo é essencial para captar necessidades tecnológicas, barreiras de mercado, níveis de articulação com universidades e percepção sobre o ambiente regulatório.

Em relação aos atores ligados ao setor privado, por facilidade e sugestão dos membros desse grupo, optou-se pela realização de um grupo focal que ocorreu dia 13 de novembro de 2026 e contou com a presença de 15 pessoas. Dessas, apenas uma era mulher. Todos cursavam ou já tinham cursado uma instituição de ensino superior – em geral a UnB, mas há casos de estudantes oriundos de outras instituições tanto do DF quanto de cidades próximas. O Gráfico 8 mostra que mais da metade dos respondentes é egresso do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB, enquanto os demais se dividem entre outras formações, em sua maioria ligadas à área de STEM (o que justifica a

predominância de homens na amostra).

Gráfico 8 - Cursos de formação da amostra de respondentes do setor privado

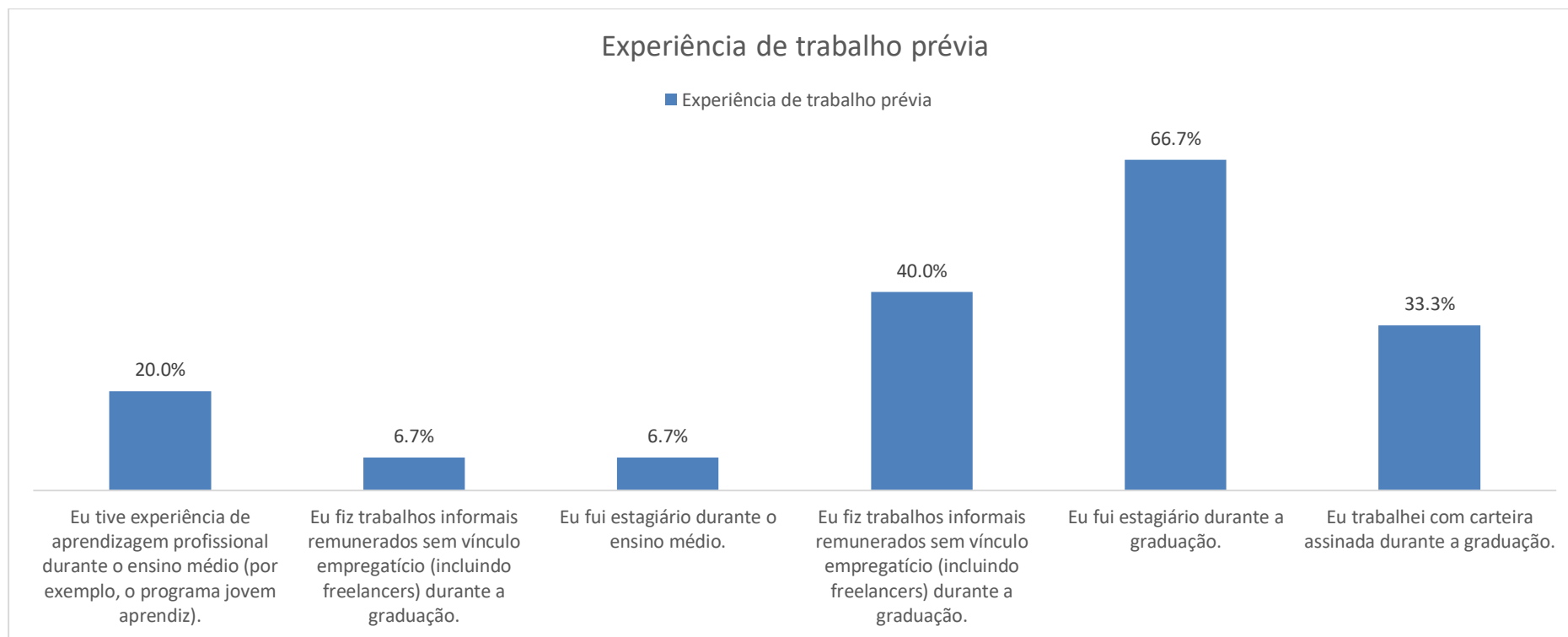


Elaboração própria.

O Gráfico 9 mostra que todos os respondentes já tinham algum tipo de experiência de trabalho prévia a atuarem na empresa do setor espacial em que atuam, seja no ensino médio ou na graduação. Mais da metade deles, 8 dos respondentes no total, já estagiaram na AEB em algum momento de sua trajetória, devido à escassez de oportunidades de estágios em outros locais ligados ao setor espacial no DF. Desses, cinco estagiaram na Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios (DIEN/AEB) e um estagiou no Gabinete da Presidência. Atualmente, um terço deles, ou cinco respondentes, afirmam estudar para passar em um concurso público.

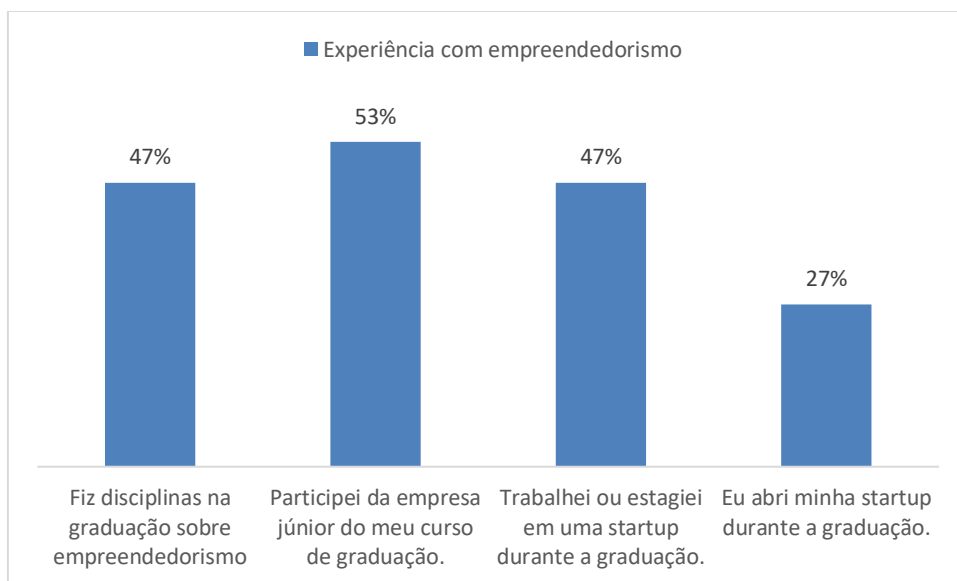
Já o Gráfico 10 mostra que esse é um grupo com bastante experiência com atividades empreendedoras – ao todo, 87% dos respondentes ou participou da empresa júnior de seu curso, ou trabalhou em uma *start-up* ou abriu sua própria *start-up*. Mais da metade (8) afirma que têm vontade de abrir uma *start-up* na área espacial.

Gráfico 9 - Experiência de trabalho prévia da amostra de respondentes do setor privado



Elaboração própria.

Gráfico 10 - Experiência prévia da amostra de respondentes com empreendedorismo



Elaboração própria.

3.3.2 Governo

No campo governamental, foram priorizados atores capazes de oferecer uma visão sobre os arranjos institucionais e regulatórios que moldam o setor espacial no DF do ponto de vista da AEB. Sob a ótica do SRI, o Estado exerce papel decisivo na criação de condições territoriais, físicas e institucionais que sustentam trajetórias de inovação, enquanto na perspectiva do SSI atua como regulador e demandante tecnológico, influenciando regimes setoriais específicos. Entrevistar representantes desse eixo permite, portanto, compreender como políticas públicas, instrumentos de fomento e estruturas organizacionais contribuem ou limitam a consolidação de um ecossistema espacial regional.

Em relação aos atores ligados ao governo, adotou-se uma estratégia híbrida que agregou pontos de vista de atores que ocuparam ou ocupam posições estratégicas na AEB, outros ainda que vivenciaram a criação e o desenvolvimento da referida autarquia. Alguns membros foram entrevistados por meio de entrevistas individuais semiestruturadas, enquanto outros participaram de um grupo focal. As entrevistas ocorreram de 18 de novembro a 9 de dezembro de 2025 e foram entrevistados ao todo 8 pessoas.

3.3.3 Universidade

O eixo das universidades foi composto por docentes, pesquisadores, coordenadores e gestores envolvidos em atividades de formação, P&D e projetos de inovação. Essa escolha se justifica pelo papel central das universidades na construção das bases cognitivas que sustentam sistemas regionais tanto pela importância que, conforme o referencial SSI, detêm na geração de conhecimento científico, no suporte a regimes tecnológicos e na formação de trajetórias setoriais. A inclusão desse grupo permite analisar capacidades instaladas, dinâmicas de interação com empresas e governo e potenciais de transferência de conhecimento.

Foram entrevistados docentes e coordenadores de curso envolvidos na gênese do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB, docentes atualmente vinculados ao curso e pesquisadores do tema e a representante da alta gestão da Universidade, durante o período de formulação, implementação e maturação do curso de Engenharia Aeroespacial assim como da criação da Política de Inovação da UnB.

3.3.4 Método de análise dos dados

Seguindo a abordagem qualitativa proposta para esse capítulo, conduziu-se uma investigação qualitativa de inspiração fenomenológica, baseada em entrevistas narrativas e grupos focais, voltada à reconstrução retrospectiva da experiência vivida e do sentido atribuído pelos participantes a um processo coletivo.

Nossa abordagem foi voltada a uma fenomenologia interpretativa, cujas principais características são o foco na experiência vivida - ou *lived experience* (Paley, 2018; Van Maney, 2016) - e o interesse no significado atribuído pelos sujeitos. Nesse tipo de abordagem, há o reconhecimento de que o sentido emerge na narrativa e é construído retrospectivamente. Dessa forma, tem-se que o pesquisador não é neutro, mas um mediador interpretativo (Heidegger, 1962; Merleau-Ponty, 1962).

Dessa forma, podemos falar em um método de análise narrativa fenomenológica de experiências vividas.

4 RESULTADOS

4.1 ECOSSISTEMAS DE INOVAÇÃO DO SETOR ESPACIAL NO DF

O setor espacial brasileiro, historicamente estruturado sob forte centralidade estatal, vem passando por um processo descontínuo e institucionalmente descoordenado de diversificação institucional e territorial, no âmbito da transição para o que se chama de “*New Space*” (Cabello et al., 2022; Cabello et al., 2023), que oportuniza o surgimento de novos ecossistemas regionais de inovação. Nesse cenário, o DF surge como um arranjo incipiente, mas com sinais claros de potencial, devido à sua singular configuração institucional característica dos sistemas de inovação descritos pelo enfoque SNI: nele se concentram órgãos federais decisivos para a política espacial, como a AEB e o MCTI, além de institutos de pesquisa como o INPE, do MCTI e o COMAE, do COMAER, do MD (AEB, 2025) e da UnB (AEB, 2025).

A presença simultânea de instituições de formulação, coordenação e regulação das políticas de ciência, tecnologia e inovação favorece interações intensivas entre governo, universidades e empresas, alinhando-se ao que a literatura descreve como arranjos impulsionados pela “lógica de Estado empreendedor” (Mazzucato, 2014) e pelos modelos sistêmicos de inovação, como o Triângulo de Sábato (Sábato; Botana, 1968) e a Tripla Hélice (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000).

Nesse contexto, a criação da AEB insere-se em um processo de transição institucional no qual competências espaciais originalmente desenvolvidas no âmbito da Força Aérea Brasileira passam a ser progressivamente incorporadas a uma organização de natureza civil. Instituída em 1994, a AEB foi concebida com a finalidade de formular, coordenar e executar a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, desencadeando uma reconfiguração significativa da governança do setor. A partir dessa reorganização, a Agência assume o papel de órgão central do sistema espacial brasileiro, ainda que com uma estrutura organizacional considerada incipiente. Nesse arranjo, o INPE torna-se responsável pelos projetos de satélites, enquanto à Força Aérea Brasileira cabe a condução dos projetos de lançadores, delineando uma divisão funcional entre os principais atores do setor (Cabello; Freitas; Melo, 2022).

Sob essa perspectiva, a AEB foi instituída com a finalidade de assegurar a

coordenação civil do programa espacial nacional, condição essencial para a cooperação internacional, a afirmação do uso pacífico do espaço e a redução de restrições e embargos tecnológicos. Entretanto, por mais de duas décadas após sua criação, a Agência enfrentou limitações institucionais significativas, sobretudo em razão da ausência de um quadro próprio e multidisciplinar de servidores. Durante esse período, a AEB operou com um contingente técnico restrito, recorrendo majoritariamente a servidores cedidos de outros órgãos, cargos comissionados e terceirizados, uma vez que o primeiro concurso público somente ocorreu em 2014, com a nomeação de 64 servidores em 2016. Essas fragilidades comprometeram sua capacidade técnica, administrativa e política, reduzindo seu protagonismo na definição de prioridades estratégicas, na negociação de recursos e na condução do programa espacial brasileiro, o que acabou por limitar sua atuação, em grande medida, ao papel de ordenadora de despesas diante de instituições dotadas de maior capital político, tecnológico e humano, como o DCTA e o INPE (Velasco, 2019).

A análise do ecossistema do DF à luz dos sistemas regionais de inovação exige reconhecer que, apesar de suas especificidades institucionais e setoriais, a capacidade inovativa tende a emergir de combinações recorrentes de capital humano, cuja efetividade depende do grau de articulação entre o mercado de trabalho, as instituições e a base de conhecimento disponível (Asheim; Smith; Oughton, 2011). Nesse contexto, especialmente em um cenário marcado por limitações institucionais na coordenação central do programa espacial, as universidades assumem papel estratégico como espaços de sustentação, difusão e ampliação das capacidades nacionais. A UnB, em particular, destaca-se como um ator potencialmente relevante, sobretudo a partir da criação do curso de Engenharia Aeroespacial, com primeira oferta em 2012, e da consolidação de laboratórios temáticos nas áreas espacial e aeroespacial (UnB, 2025).

O curso de Engenharia Aeroespacial da UnB foi instituído no âmbito da Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia (FCTE), localizada no campus do Gama. A criação desse campus integrou o Plano de Expansão da UnB para os campi de Planaltina, Ceilândia/Taguatinga e Gama, elaborado em 2005, que tinha como objetivo promover a expansão descentralizada da instituição. Essa diretriz fundamentou-se no crescimento demográfico da região do Entorno, na limitada vitalidade econômica local e na compreensão de que as universidades exercem papel central na qualificação de recursos humanos e no estímulo ao desenvolvimento regional (Cabello; Rodrigues, 2020).

O campus da UnB no Gama iniciou suas atividades em 2008 em instalações provisórias, utilizando temporariamente o antigo Fórum da cidade, cedido pelo TJDF, e

recorreu, ao longo de seus primeiros anos, a diferentes espaços temporários para atender à expansão do número de estudantes. A consolidação física ocorreu de forma gradual, com a inauguração da Unidade Acadêmica em 2011 e, no ano seguinte, da Unidade de Ensino e Docência, embora até 2016 parte das atividades ainda estivesse distribuída entre o novo campus, o antigo Fórum e estruturas externas. Mesmo após a concentração das atividades administrativas e das aulas teóricas no campus, a infraestrutura permanecia incompleta, carecendo de equipamentos e edificações essenciais, como o prédio de laboratórios de pesquisa. Esse quadro foi superado apenas em 2018, com a inauguração do LDTEA, concebido a partir de um projeto financiado pela Finep e desenvolvido de forma coletiva pelo corpo docente, permitindo, enfim, a centralização plena das atividades acadêmicas, administrativas e de pesquisa no espaço do campus (UnB, 2025).

O curso de Engenharia Aeroespacial, por sua vez, foi criado em 2011, com primeira oferta de vagas em 2012, no âmbito da Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia (FCTE), no campus do Gama. O primeiro projeto pedagógico do curso foi concebido em 2012, tendo sido revisado nos anos de 2018 e 2021, visando formar um profissional com sólida base em ciências exatas e forte domínio técnico para atuar no projeto, desenvolvimento, integração, produção, testes e manutenção de veículos e sistemas aeroespaciais, como aeronaves, foguetes, satélites e espaçonaves, preparado para trabalhar de forma multidisciplinar, articulando conhecimentos em materiais, manufatura, propulsão, eletrônica, software, controle, gestão e aspectos econômicos e ambientais do setor, além de desenvolver competências para pesquisa, coordenação de equipes, tomada de decisões técnicas, avaliação de viabilidade de projetos e atuação ética e responsável. A formação busca ainda conferir flexibilidade profissional, permitindo ao egresso transitar entre diferentes áreas da engenharia e adaptar-se às demandas tecnológicas e de mercado do setor aeroespacial. (UnB, 2025).

Com base em dados objetivos da *Pesquisa de Egressos da Graduação – Ano-base 2021*, o curso de Engenharia Aeroespacial contabilizou, até 2021, um total de 553 egressos³ únicos. O registro mais antigo de egressos identificado na RAIS 2021 corresponde ao ano de 2011, fato que pode ser explicado pela existência de um tronco comum de disciplinas compartilhado com os demais cursos de engenharia da FCTE. A turma mais recente identificada é a de 2020, apresentando tempo médio de permanência no curso de 13 semestres. Esses egressos vêm sendo absorvidos principalmente pelos

³ Estudantes que ingressaram no curso e saíram da graduação por formatura ou evasão.

setores de Administração Pública, Defesa, Seguridade Social, Atividades Profissionais, Científicas e Técnicas e Educação, com destaque para a Indústria de Transformação, responsável pela absorção de, no mínimo, 21% do contingente no período analisado. Observa-se, ainda, que a inserção profissional ocorre majoritariamente sob vínculo celetista, que representa 85% do total, enquanto a Administração Pública, considerando vínculos temporários e efetivos, absorveu aproximadamente 10% dos egressos (UnB, 2023).

Essas iniciativas vêm contribuindo simultaneamente para a formação de capital humano altamente qualificado e para o fortalecimento da infraestrutura científica regional, consolidando a universidade como um ator central na articulação entre a produção de conhecimento, a capacitação técnica e as demandas do setor espacial brasileiro. Tangenciando esse ambiente acadêmico-científico, observa-se, no DF, o surgimento de start-ups de base tecnológica vinculadas ao setor espacial, evidenciando desdobramentos diretos desse ecossistema. Destacam-se, nesse contexto, as empresas *Ideia Space* e *Safe on Orbit*, ambas integrantes da *International Astronautical Federation*, o que sinaliza a inserção internacional incipiente, porém relevante, dessas iniciativas empresariais (IAF, 2005).

A *Ideia Space*, fundada em Brasília, atua na interface entre educação e tecnologia espacial, oferecendo jornadas educacionais práticas que conectam escolas e estudantes a missões espaciais reais. Por meio de uma metodologia baseada no aprendizado “mão na massa”, a empresa capacita jovens a projetar, montar e operar satélites do tipo *PocketQube*, convertendo a experiência escolar em competências técnicas, espírito empreendedor e familiaridade com tecnologias avançadas. Ao desenvolver projetos aplicados, missões educacionais e experiências imersivas, a *Ideia Space* busca tornar o setor espacial mais acessível e educacionalmente relevante, estabelecendo uma ponte direta entre a educação básica e a indústria espacial. Sua atuação orienta-se pelos valores da inovação, da colaboração, da excelência técnica e do compromisso com uma educação transformadora, com o objetivo de contribuir para a formação da próxima geração de profissionais e para o fortalecimento do protagonismo brasileiro no cenário espacial global (*Ideia Space*, 2025).

Essa atuação educacional tem se materializado em iniciativas concretas. Em 30 de junho, a *start-up* brasileira *Ideia Space* realizou um evento de pré-lançamento de um satélite desenvolvido por estudantes participantes de seu programa educacional, com apoio do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict). O evento,

realizado no Centro SESI de Formação em Educação, reuniu alunos, professores e parceiros institucionais e marcou o início da preparação para o lançamento oficial do satélite, previsto para o mês de agosto. A iniciativa integra um projeto inovador de educação espacial surgido no âmbito da UnB, voltado à formação de jovens e adolescentes por meio do aprendizado criativo e do desenvolvimento de competências associadas às áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM). O programa combina formação introdutória em ciência e tecnologias espaciais com etapas práticas avançadas, nas quais os próprios estudantes definem e executam missões espaciais reais, envolvendo atividades como eletrônica, comunicações e operação de satélites. Além de fomentar competências técnicas, o projeto promove habilidades transversais, como trabalho em equipe, pensamento crítico e protagonismo juvenil, e possui dimensão de impacto social, ambiental e tecnológico, reforçando o papel da *Ideia Space* como elo entre educação básica, inovação tecnológica e o ecossistema espacial brasileiro. (Brasil, Ibict, 2025)

A *Safe on Orbit* é uma *start-up* brasileira voltada ao desenvolvimento de soluções em Consciência Situacional Espacial (*Space Situational Awareness – SSA*), com foco no aumento da segurança e da sustentabilidade das operações em órbita. Nesse contexto, destaca-se a plataforma COSMOS, concebida para o monitoramento de riscos de colisão entre satélites e detritos espaciais, oferecendo suporte à tomada de decisão por operadores e contribuindo para a preservação do ambiente orbital (AEB, 2025).

A relevância das soluções em Consciência Situacional Espacial torna-se ainda mais evidente diante do crescente congestionamento da órbita terrestre, marcado pela presença de milhares de satélites ativos e de um volume significativo de detritos espaciais, os quais ampliam exponencialmente o risco de colisões e de efeitos em cascata que comprometem a segurança das operações orbitais. Nesse contexto, a *Safe on Orbit* desenvolveu o sistema COSMOS (*Collision Safety Management Orbital System*), uma plataforma baseada em modelagem orbital e análise preditiva capaz de gerar, em tempo real, alertas de risco de colisão entre satélites e fragmentos espaciais, com antecedência de até cinco dias. A tecnologia, atualmente em fase final de validação, foi testada por meio de simulações computacionais com dados reais de catálogos orbitais públicos e privados, apresentando elevada acurácia na estimativa de probabilidades de colisão, independentemente da altitude ou do tipo de órbita. Dotado de arquitetura em nuvem, compatibilidade com diferentes padrões internacionais de dados espaciais e interface multilíngue, o sistema oferece suporte qualificado à tomada de decisão por operadores de

satélites, inclusive com sugestões de manobras evasivas, sem interferir na decisão final, contribuindo para a preservação do ambiente orbital e para a sustentabilidade das atividades espaciais (Vasconcelos, 2025).

Ao tratar das start-ups vinculadas ao ecossistema aeroespacial do DF, é igualmente relevante considerar o papel desempenhado pelas empresas juniores como instrumentos de articulação entre a universidade e o setor produtivo. Nesse contexto, a *Zenit Aerospace*, empresa júnior do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB, destaca-se por promover a aplicação prática do conhecimento acadêmico por meio do desenvolvimento de projetos, serviços técnicos e atividades formativas voltadas ao setor aeroespacial. Gerida por estudantes e apoiada institucionalmente pela UnB, a atuação da empresa contribui para a formação profissional, para a difusão de competências técnicas e para a aproximação precoce dos alunos com demandas reais do mercado, reforçando a função das empresas juniores como espaços estratégicos de aprendizagem aplicada e interação universidade-empresa (Zenit Aerospace, 2025).

A importância da *Zenit Aerospace* no ecossistema aeroespacial brasileiro também se reflete em sua integração em redes colaborativas de inovação. Em 2020, a empresa júnior de engenharia aeroespacial da UnB firmou sua associação ao Cluster Aeroespacial Brasileiro, gerido pelo Parque Tecnológico de São José dos Campos, tornando-se a primeira empresa júnior do país a integrar formalmente essa rede setorial. Essa associação sinaliza o reconhecimento da capacidade de atuação da *Zenit Aerospace* na promoção de projetos de excelência, possibilitando maior articulação com outras instituições, ampliando oportunidades de cooperação e reafirmando seu compromisso com a formação profissional e o impacto positivo no desenvolvimento tecnológico do setor aeroespacial nacional (Parque Tecnológico De São José Dos Campos, 2020).

Em conjunto, os elementos analisados ao longo desta seção indicam que o DF reúne condições institucionais, científicas e organizacionais para a consolidação de um ecossistema regional de inovação no setor espacial, ainda que em estágio inicial e marcado por assimetrias e fragilidades estruturais. A concentração de órgãos federais estratégicos, a presença de universidades com capacidade de formação e produção de conhecimento, bem como o surgimento de start-ups e iniciativas de base tecnológica e educacional, sugerem a emergência de um arranjo regional cuja dinâmica é fortemente influenciada pela proximidade com os principais vértices governamentais do Sistema Nacional de Inovação espacial. Esse arranjo, embora incipiente, revela sinais de aprendizado coletivo, de articulação institucional e de geração de capacidades

tecnológicas, elementos centrais na literatura sobre sistemas regionais de inovação.

Dito isso, compreender o ecossistema espacial do DF exige uma abordagem que vá além da descrição isolada de atores e iniciativas, incorporando uma perspectiva sistêmica capaz de analisar como governo, universidades e empresas interagem, constroem competências e respondem aos desafios históricos do setor espacial brasileiro. Em particular, torna-se relevante investigar em que medida essas interações, ainda que fragmentadas e desigualmente estruturadas, têm contribuído para a conformação de um ecossistema regional embrionário. Com esse propósito, as seções seguintes apresentam e analisam os resultados de entrevistas estruturadas e de grupos focais realizados com atores-chave do setor, cujo objetivo foi examinar empiricamente as percepções, práticas e mecanismos de interação que vêm moldando a dinâmica do ecossistema espacial no DF.

5 ANÁLISE

5.1 O Eixo Universidade

Hipótese U1: O curso de Engenharia Aeroespacial da UnB foi concebido sem aderência significativa a arranjos produtivos locais vinculados ao setor aeroespacial.

Hipótese U2: O curso de aeroespacial da UnB pretendeu ser inovador e internacional com seu corpo docente e seu perfil de egressos.

Hipótese U3: A concepção pedagógica do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB não considerou de forma adequada as preferências territoriais de seus estudantes, em especial a baixa disposição para mobilidade geográfica para fora de Brasília, o que impacta escolhas profissionais, oportunidades de estágio e a inserção no setor aeroespacial.

Hipótese U4: O curso de Engenharia Aeroespacial da UnB apresenta capacidade efetiva de inserção de seus egressos no mercado de trabalho, especialmente no setor espacial.

A análise da Hipótese U1 busca examinar em que medida a criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB esteve articulada ou não a arranjos produtivos locais vinculados ao setor aeroespacial. Parte-se do pressuposto de que a aderência entre a formação universitária e a estrutura produtiva regional constitui elemento central para a consolidação de ecossistemas de inovação, especialmente em setores intensivos em conhecimento. Nesse sentido, os resultados apresentados a seguir investigam as percepções dos atores entrevistados quanto aos vínculos existentes, à época da criação do

curso, entre a universidade e o tecido produtivo local.

O conjunto das entrevistas realizadas indica de forma consistente que a criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB não foi resultado de uma articulação prévia com um arranjo produtivo local, mas sim da iniciativa de um grupo específico de docentes e pesquisadores com trajetória acadêmica e científica na área espacial. Um dos entrevistados afirma que a ideia do curso surgiu a partir de contatos acadêmicos e da percepção da escassez de cursos dessa natureza no país e como esses laços antecederam a criação do curso em pelo menos cinco-dez anos. Esses laços teriam se iniciado, em alguns casos, em São José dos Campos e trazidos para Brasília.

Um elemento recorrente na entrevista é a centralidade da iniciativa individual e do capital científico dos docentes fundadores. O curso foi concebido a partir das experiências acadêmicas internacionais dos professores envolvidos, sem menção a consultas estruturadas a empresas ou arranjos produtivos locais. Um entrevistado relata que a motivação inicial surgiu a partir do fortalecimento de pesquisas em propulsão e veículos lançadores no âmbito da universidade. A fala indica que a decisão foi motivada por uma percepção de oportunidade acadêmica e estratégica, e não por uma pressão ou demanda explícita do setor produtivo regional: “A gente começou a trabalhar muito forte nessa área, em propulsão de foguetes, para veículos lançadores, tudo. Chegou um momento que eu comecei a achar que seria oportuno a UnB ter um curso de engenharia aeroespacial”

Enquanto isso um dos Entrevistados enfatiza uma visão conjunta da equipe idealizadora do curso: “A gente montou o curso baseado nas nossas experiências e em modelos de universidades que a gente conhecia”, mas também descreve o processo inicial como experimental e pouco institucionalizado: “A gente abriu esse curso meio na doida. O básico de engenharia a gente tinha e fomos contratando pessoas para as matérias mais específicas depois”. Esses trechos reforçam a ausência de uma estratégia de integração com o tecido produtivo local no momento de idealização do curso.

Outro Entrevistado faz ainda referência à UnB como “uma universidade consolidada, dotada de departamentos de Física, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica”, reforçando que a criação do curso foi justificada com base na capacidade científica e institucional pré-existente, e não na integração com cadeias produtivas locais. Além disso, este Entrevistado descreve as atividades como “pioneiras no hemisfério sul”, o que indica uma aposta na excelência acadêmica e na produção de conhecimento de

fronteira, mais alinhada a uma lógica de formação de capacidades nacionais do que à absorção imediata por um mercado regional.

Outro entrevistado, por sua vez, reconhece que, naquele momento, não havia um setor produtivo local estruturado que demandasse diretamente esse tipo de formação, destacando inclusive a ausência de um parque industrial aeroespacial no DF: “Brasília não tem uma divulgação industrial, não tem muita coisa porque, principalmente aqui no setor aeroespacial, ainda hoje você ou está na universidade ou está na Agência. (...) _ talvez você não vai ficar trabalhando em Brasília, você se prepare para ir para São Paulo (...) , ou para ir para fora.”

Essas falas indicam que a criação do curso foi motivada mais por uma lógica de oferta acadêmica e de pesquisa do que por uma demanda territorialmente ancorada, e o reconhecimento de uma falta de preocupação com a empregabilidade desse egresso.

O papel da burocracia estatal foi utilizado como argumento para a criação do curso na época, como enfatiza um dos entrevistados: “A gente usou como argumento o fato de a gente estar na sede do governo federal”. Ou seja, a legitimação do curso se deu a partir de uma lógica estatal, baseada na proximidade com os centros decisórios da política espacial brasileira, e não em demandas diretas do mercado regional. Essa interpretação é reforçada quando o entrevistado destaca que a AEB se encontra em Brasília, contrariando a percepção comum de que o núcleo do setor espacial estaria concentrado em São José dos Campos. Esse entrevistado continua: “todos os órgãos de governo são verdadeiros consumidores das tecnologias espaciais”, ratificando essa lógica ao enquadrar o Estado como o principal demandante e articulador do setor, reafirmando o caráter transversal e público das atividades espaciais no Brasil. Nesse sentido, o “consumidor” referido não corresponde a empresas privadas locais, mas a ministérios e órgãos federais, o que desloca a noção clássica de arranjo produtivo para uma configuração fortemente estatal.

Nessa mesma lógica de enquadramento do Estado como principal demandante e articulador um entrevistado relata: “E aí quando a gestão da UnB, na implementação do Reuni, falou que queria urgentemente, um curso de engenharia, mais um curso de engenharia, apresentamos o curso e sua criação foi considerada muito oportuna”. A fala desse entrevistado evidencia que a criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB esteve inserida em uma lógica de política pública educacional, mais especificamente no contexto da implementação do Reuni. Ao afirmar que “quando a gestão da UnB, na implementação do Reuni, falou que queria urgentemente mais um curso de engenharia”, o entrevistado indica que a abertura do curso respondeu, em primeiro lugar, a uma diretriz

institucional e governamental de ampliação da oferta de engenharias, e não a uma demanda originada de arranjos produtivos locais vinculados ao setor aeroespacial. Nesse sentido, o enquadramento do curso como “oportuno” decorre menos de sua inserção em uma dinâmica produtiva regional e mais de sua adequação às prioridades do Estado naquele momento, que buscava expandir vagas, diversificar a formação em áreas estratégicas e fortalecer capacidades nacionais em ciência e tecnologia.

Essa fala também sugere que o Reuni funcionou como um mecanismo habilitador institucional, criando as condições políticas e administrativas para a aprovação do curso, ao mesmo tempo em que reforçou a centralidade do Estado como principal indutor do processo. Assim, a criação do curso de Engenharia Aeroespacial aparece menos como resultado de uma articulação com o mercado regional e mais como fruto da combinação entre políticas públicas educacionais, capacidades acadêmicas pré-existentes e a localização estratégica da UnB no centro decisório do sistema nacional de inovação.

A fala da entrevistada, gestora universitária, confirma e aprofunda as impressões obtidas junto aos demais entrevistados, ao situar a criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB no interior de uma lógica eminentemente institucional e estatal, vinculada aos processos de expansão universitária conduzidos pelo governo federal, e não a partir de demandas oriundas de um arranjo produtivo local. A gestora é enfática ao afirmar que a criação dos cursos no campus do Gama ocorreu no contexto da expansão pactuada com o MEC e da implementação do Reuni, marcada por metas quantitativas de vagas e docentes: “Havia duas coisas acordadas com o MEC: a expansão, que era a criação dos novos campi, e também o Reuni”

Nesse arranjo, a abertura do curso aparece como instrumento para as diretrizes de uma política indutora de amplitude nacional, e não como resposta a demandas produtivas regionais específicas. A Entrevistada 5 explica que o curso de Engenharia Aeroespacial não constava da pactuação original, tendo sido incorporado posteriormente para completar o número de vagas exigidas: “Ele veio depois, para completar a quantidade de vagas que a gente precisava para fechar o programa junto ao MEC. (...) A proposta veio objetivamente do campus do Gama. Veio um grupo de professores conversar comigo, (...), falando que queriam criar o curso”.

Esses trechos evidenciam que, ainda que a criação do curso tenha partido de uma iniciativa individualizada de um grupo de docentes, ela encontrou as condições necessárias no locus das políticas públicas vigentes para que pudesse ser viabilizado. A proposta foi absorvida e legitimada no âmbito institucional não em função de sua

aderência a demandas produtivas regionais específicas, mas por sua capacidade de se enquadrar nos objetivos mais amplos de expansão do ensino superior e de ampliação da oferta de cursos de engenharia estabelecidos em nível nacional.

O conjunto das evidências empíricas levantadas por meio das entrevistas permite concluir que a criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB não esteve articulada de forma significativa a arranjos produtivos locais vinculados ao setor aeroespacial. De modo consistente, os depoimentos indicam que o curso resultou da iniciativa de um grupo restrito de docentes com elevado capital científico e trajetória acadêmica na área espacial, apoiada em experiências internacionais e na percepção de uma lacuna na oferta nacional desse tipo de formação, e não de uma demanda oriunda do tecido produtivo regional do DF.

O relato dos entrevistados evidencia que, à época da criação do curso, inexistia um parque industrial aeroespacial local capaz de absorver diretamente os egressos, sendo reconhecida, inclusive pelos próprios formuladores, a necessidade de formação orientada para a atuação nacional e internacional. Ademais, os argumentos mobilizados para legitimar institucionalmente o curso estiveram fortemente ancorados na centralidade político-administrativa de Brasília como sede da AEB, de ministérios e de órgãos federais considerados “consumidores” das tecnologias espaciais, reforçando uma lógica de articulação Universidade–Estado, em detrimento de uma lógica Universidade–Empresa territorialmente ancorada.

Dessa forma, à luz das evidências analisadas, **a Hipótese U1**, de que o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB foi concebido sem aderência significativa a arranjos produtivos locais vinculados ao setor aeroespacial, **não é rejeitada**. O curso de Engenharia Aeroespacial da UnB foi concebido predominantemente sob uma lógica Universidade–Estado, orientada pela formação de capacidades científicas e tecnológicas de longo prazo e pela centralidade institucional do DF, antecedendo, e possivelmente induzindo a posterior emergência de interações produtivas e de um ecossistema regional ainda embrionário no setor espacial.

No que se refere à **Hipótese U2**, de que o curso de aeroespacial da UnB pretendeu ser inovador e internacional com seu corpo docente e seu perfil de egressos”, o relato de um dos entrevistados demonstra que a dimensão internacional do curso de Engenharia Aeroespacial não foi acessória, mas estruturante do curso desde sua origem. O próprio entrevistado contextualiza sua trajetória acadêmica internacional, com formação na Itália, mestrado nos Estados Unidos e doutorado na Inglaterra, como base para a formulação do

curso, afirmando que a grade curricular foi construída a partir de modelos de universidades estrangeiras conhecidas diretamente pelos docentes fundadores. Nas palavras do entrevistado, “o curso foi montado baseado nas nossas experiências e pegando modelos de várias universidades que a gente conhecia pessoalmente ou famosas (...) a gente fez com as nossas experiências”.

Essa orientação se materializou de forma concreta na composição do corpo docente inicial, fortemente internacionalizado. O entrevistado destaca que, nos primeiros anos, o curso contou com um número expressivo de professores estrangeiros, dentre eles ucranianos, franceses, coreanos e italianos, chegando a haver mais docentes estrangeiros do que brasileiros em determinado momento. Esse dado evidencia uma intencionalidade explícita de internacionalização do ambiente acadêmico.

Esse entrevistado afirma, que a internacionalização foi um princípio estruturante do curso, e não um efeito colateral. Ele afirma que, ao desenhar o curso, estabeleceu-se como condição que o corpo docente fosse formado por professores com formação integral na área espacial, o que, naquele momento, inviabilizava a contratação majoritária de brasileiros: “O corpo docente ser puro-sangue na área espacial, com graduação, mestrado e doutorado na área espacial (...) isso descartou a possibilidade da gente contratar brasileiros (...) porque a gente não tinha nenhum curso de engenharia aeroespacial no Brasil”. Essa fala evidencia uma intencionalidade clara de excelência internacional, baseada na importação de conhecimento de fronteira e na rejeição de modelos de adaptação incremental a partir de outras engenharias.

A estratégia de recrutamento internacional é descrita de forma ativa e planejada, incluindo parcerias formais e contatos diretos em congressos científicos: “Cada vez que alguém viajava para algum país, a gente buscava profissionais (...) fizemos parceria com a Ucrânia (...) no final montamos um curso em que os professores eram estrangeiros”. O entrevistado enumera a diversidade do corpo docente inicial, italianos, ucranianos, francês, sul-coreano, e relata inclusive a percepção institucional de que se tratava de um curso “cheio de estrangeiros”, o que reforça empiricamente o caráter internacional da iniciativa.

Durante o mesmo relato, esse entrevistado menciona ainda crises na Europa como a da Ucrânia e nos Estados Unidos como oportunidades para a contratação de professores descontentes com as condições desses locais: “Vamos agora para Europa trazer esses professores. Esses professores não vão arrumar emprego em lugar nenhum na Europa. E aí foi o que aconteceu (...) e aí veio todo mundo, todo mundo que a gente convidou veio,

a gente trouxe uma nata”. A fala deste entrevistado oferece uma evidência particularmente robusta da intencionalidade internacional do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB, ao revelar que a composição do corpo docente foi resultado de uma estratégia ativa de captação internacional de talentos, informada por uma leitura atenta do contexto macroeconômico global. Ao mencionar a crise econômica que afetava a Europa e os Estados Unidos, o entrevistado discorre que esse cenário foi interpretado como uma janela de oportunidade para atrair pesquisadores altamente qualificados que, naquele momento, enfrentavam restrições no mercado acadêmico internacional.

A decisão de “ir à Europa trazer esses professores” evidencia que a internacionalização do corpo docente não foi apenas um objetivo abstrato, mas uma ação deliberada, ancorada em condições estruturais externas favoráveis. A crise macroeconômica global, ao reduzir oportunidades de emprego para pesquisadores em países do norte global, criou um excedente temporário de capital científico altamente qualificado, o qual foi estrategicamente absorvido pela UnB. Nesse sentido, a coincidência entre o processo de criação do curso e a conjuntura internacional adversa funcionou como um fator catalisador da internacionalização, potencializando a capacidade da universidade de recrutar docentes de excelência.

Assim, o curso se beneficiou não apenas de uma política institucional favorável, mas também de uma conjuntura macroeconômica que ampliou o poder de atração da universidade em um mercado global de trabalho acadêmico momentaneamente retraído. Dessa forma, a incorporação dessa coincidência macroeconômica reforça ainda mais a interpretação de que o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB foi concebido com forte orientação internacional e inovadora, não apenas no campo da idealização do projeto pedagógico, mas também por sua habilidade de se inserir estrategicamente em dinâmicas globais de circulação de conhecimento.

Do ponto de vista discente, entretanto, conforme as experiências relatadas durante a realização do Grupo Focal do setor produtivo, os relatos dos egressos indicam que os estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB internalizaram fortemente a ideia de que o setor espacial é, por natureza, internacional. Essa percepção aparece de forma recorrente quando os participantes afirmam que, ainda durante a graduação, compreenderam que a atuação profissional exigiria circulação em eventos globais, domínio de redes internacionais e interação com atores estrangeiros. Um dos entrevistados afirma que “qualquer aluno de engenharia aeroespacial, a partir do momento que entende que o mercado é internacional, vai buscar estar nos grandes

eventos”, sugerindo que essa compreensão fazia parte do ambiente formativo do curso e da socialização acadêmica dos discentes. Outro entrevistado complementa: “os alunos se matavam pelo Brafítec, um programa de intercâmbio com a França”. A participação (ou tentativa de participação) em congressos internacionais, como o *International Astronautical Congress* (IAC), e a referência a programas de intercâmbio como o Brafítec, reforçam a existência de um horizonte internacional presente na cultura dos alunos.

No que se refere especificamente ao IAC, o relato de entrevistado do Grupo Focal do setor produtivo evidencia que a exposição internacional dos estudantes não decorreu necessariamente de uma estratégia institucionalizada da universidade, mas foi impulsionada, em certa medida, pela iniciativa dos próprios discentes. Ao afirmar que “a gente gerou a demanda de alunos brasileiros indo pro IAC”, o aluno sugere que a participação no dito “principal evento global do setor espacial” emergiu como um movimento liderado pelos estudantes, e não como resultado de divulgação ou incentivo formal por parte da academia. A observação de que o congresso “não é sequer divulgado na academia” é particularmente significativa, pois revela uma lacuna institucional na mediação da experiência internacional, mesmo em um curso que se propunha a formar profissionais para um setor intrinsecamente globalizado. O aluno chama atenção para o fato de que o evento reúne, simultaneamente, produção científica, inovação tecnológica e articulação com a indústria, questionando implicitamente critérios acadêmicos tradicionais que tendem a desvalorizar espaços híbridos entre ciência, tecnologia e mercado. Esse trecho também indica que a descoberta e a valorização do IAC ocorreram por meio de redes informais e trocas entre os próprios alunos. Tal dinâmica reforça a ideia de que a internacionalização, embora efetivamente vivenciada, foi auto-organizada, dependendo fortemente de circuitos paralelos à estrutura formal da universidade.

Ainda do ponto de vista dos discentes na vivência internacional, entrevistado do Grupo focal do setor produtivo apresenta o seguinte relato de quando estagiava na AEB, que moldou sua visão sobre falta de apoio institucional na universidade em relação a oportunidades internacionais: “A agência espacial conseguiu uma bolsa junto com o governo do Japão para 2 pessoas, (...) a gente conseguiu uma liberação do governo japonês para indicar porque era só para servidor público e para indicar estudante de engenharia espacial (...) rodamos um ofício pra todos os cursos de engenharia no espacial do Brasil, graduação e pós-graduação. Só a UnB indicou. E aí entrou o rolo. O coordenador de engenharia no espacial da UnB não queria assinar o documento (...)

alegava de que se uma pessoa resolver levar droga para o Japão e ela for presa lá, a UnB, tu me responsabiliza por isso?”

O relato descreve um episódio no qual uma oportunidade internacional concreta, uma bolsa viabilizada pela AEB em parceria com o governo do Japão, evidenciou tanto o reconhecimento externo da qualidade do curso quanto as limitações institucionais da universidade para lidar com a internacionalização discente.

É significativo que, dentre todos os cursos de engenharia espacial do país, apenas a UnB tenha indicado estudantes, o que sugere tanto a existência de capital relacional acumulado quanto a presença de alunos com perfil compatível com experiências internacionais avançadas, o que reforça a dimensão internacional do curso do ponto de vista externo. No entanto, o episódio também revela um conflito institucional interno que tensiona essa orientação internacional. A recusa do coordenador do curso em assinar o documento necessário para viabilizar a participação da estudante, fundamentada em um argumento de natureza disciplinar e de responsabilidade institucional, evidencia uma postura de aversão ao risco e uma compreensão limitada das práticas correntes de mobilidade acadêmica internacional.

Esse trecho destaca uma dissonância entre o projeto formativo e sua governança institucional. Enquanto o curso formava estudantes capazes de acessar oportunidades internacionais altamente seletivas, a estrutura administrativa e burocrática da universidade apresentou entraves para lidar com esse tipo de mobilidade. Assim, o relato confirma que a experiência internacional estava prevista no projeto pedagógico do curso, reforçando a dimensão internacional da formação pretendida pelo curso, mas que sua execução prática nem sempre ocorria como os idealizadores do curso imaginavam.

No que diz respeito às políticas de fomento à participação discente em experiências internacionais, o Grupo focal do setor produtivo relata, na experiência do entrevistado que: “A gente primeiro (...) escreveu artigo por conta própria (...) começamos toda a garra para conseguir um recurso e aí para aumentar a força, a gente convidou um professor da universidade para estar junto apenas para fortalecer (...) A FAP foi lá e só liberou o recurso para o professor da universidade”. Tal relato evidencia assimetria entre a iniciativa discente e o suporte institucional disponível para a internacionalização desses estudantes, já que a maior parte de fontes de financiamento existentes são voltadas para docentes e não discentes.

Os estudantes descrevem um percurso marcado por iniciativa individual e mobilização ativa para obtenção de recursos que viabilizassem a participação no evento

internacional que esbarrou em entraves institucionais para concretização. Esses elementos indicam que a formação recebida estimulou a inserção em circuitos científicos globais e a busca por reconhecimento internacional, mas não encontrou respaldo em políticas de fomento adequadas. A liberação de recursos apenas para o professor, e não para os estudantes que haviam produzido o trabalho científico, inverte a lógica formativa esperada e desloca o protagonismo da experiência internacional do discente para o docente. Esse episódio sugere que os mecanismos de fomento e apoio institucional funcionam nesse caso segundo critérios pouco alinhados à promoção da formação internacional dos estudantes. Do ponto de vista analítico, esse caso reforça a interpretação de que a internacionalização do curso ocorreu de forma não institucionalizada, dependendo de arranjos externos (agências de fomento, decisões pontuais) e do esforço individual dos estudantes. Embora o curso tenha formado alunos com capacidade técnica e disposição para atuar em ambientes internacionais, a ausência de políticas claras e de instrumentos estáveis de apoio transformou essas experiências em trajetórias marcadas por incerteza e custos adicionais para os discentes.

O problema dessa falta de apoio é a incoerência entre a concepção internacionalizada do curso – que previa um perfil de egresso internacional de forma inovadora, mas que, na visão dos próprios egressos, não proporciona instrumentos para que essa internacionalização seja alcançada na prática.

Retomando a perspectiva do idealizador do curso, o entrevistado do eixo universidade afirma: “E eu tenho informação que até hoje os alunos da área espacial já se preparam, que já sabem que eu vou ter aula em inglês”. O relato do idealizador do curso reforça que o uso do inglês como língua padrão não foi uma contingência, mas uma escolha pedagógica deliberada e antecipada, incorporada desde a idealização do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB. Essa expectativa prévia sugere que o inglês foi concebido como um requisito formativo estrutural, alinhado à natureza internacional do setor espacial e à intenção de posicionar o curso em padrões globais de excelência. Apesar disso, o Projeto Pedagógico do Curso (2018) revela a ausência de mecanismos formais de formação linguística ou de acompanhamento que garantissem condições equitativas de acesso a essa experiência. Assim, o inglês operou simultaneamente como vetor de internacionalização e como potencial barreira implícita, reforçando a interpretação de que a internacionalização do curso foi consistente no desenho e no discurso, mas onerosa para os estudantes na ausência de políticas institucionais de apoio.

Cabe observar ainda a justificativa apresentada, de que essa estratégia visava

“atrair estudantes do mundo todo”, que demonstra a ambição internacional do projeto pedagógico, à luz da literatura a respeito do perfil dos ingressantes da FCTE – UnB. A opção por ministrar disciplinas em inglês, justificada pelo idealizador do curso como estratégia para atrair estudantes estrangeiros, não encontra respaldo empírico no padrão de ingresso observado no período analisado. A análise do perfil dos ingressantes da UnB ao longo do período de 2002 a 2015 indica que, apesar da ampliação do acesso e da diversificação dos mecanismos de ingresso, a maioria dos estudantes permanece concentrada no DF e em seu entorno imediato. Nos campi descentralizados, como o do Gama, a expansão contribuiu principalmente para a inclusão de estudantes oriundos de regiões periféricas e municípios limítrofes, sem evidências de atração significativa de estudantes internacionais ou de outras regiões do país em larga escala (Cabello; Rodrigues, 2020). Nesse contexto, a adoção do inglês como língua de instrução tende a operar menos como mecanismo efetivo de internacionalização do corpo discente e mais como um elemento potencialmente excludente em relação ao perfil socioeducacional predominante dos alunos.

Assim, embora a intenção de internacionalização seja coerente com a natureza do setor aeroespacial e com a cultura acadêmica que se pretende imprimir no curso, os dados indicam que ela não foi acompanhada por mudanças estruturais no padrão de atração discente, tampouco por políticas institucionais capazes de compatibilizar esse projeto com a realidade territorial e social dos ingressantes da UnB/Gama. Cabe destacar, entretanto, que a constituição do curso é relativamente recente, com início em 2012, e que os dados analisados se referem predominantemente aos seus primeiros anos de funcionamento. Nesse sentido, os efeitos da diretriz de internacionalização aqui examinados devem ser interpretados à luz de um processo ainda em maturação, o que limita a possibilidade de avaliações conclusivas de longo prazo sobre seus impactos estruturais.

À luz do conjunto das evidências analisadas, **a Hipótese U2**, de que o curso de aeroespacial da UnB pretendeu ser inovador e internacional com seu corpo docente e seu perfil de egressos, **não é rejeitada parcialmente**. Os relatos dos docentes fundadores e idealizadores demonstram de maneira consistente que a internacionalização e a inovação constituíram princípios estruturantes do projeto pedagógico, materializados tanto na composição fortemente internacional do corpo docente quanto na adoção de modelos curriculares inspirados em universidades estrangeiras, no uso deliberado do inglês como língua de instrução no ciclo profissionalizante e na formação orientada à inserção global.

Do ponto de vista discente, observa-se que essa orientação foi efetivamente internalizada, refletindo-se na busca ativa por experiências internacionais, na participação em eventos globais e na constituição de trajetórias profissionais e empreendedoras com inserção internacional.

Contudo, os relatos também evidenciam limites importantes na implementação institucional dessa diretriz, marcados pela ausência de políticas estruturadas de apoio à mobilidade discente, por entraves administrativos e por assimetrias no acesso às oportunidades internacionais, além do descompasso entre a ambição de atrair estudantes estrangeiros e o perfil predominantemente local dos ingressantes da UnB/Gama. Assim, a hipótese se confirma quanto à intencionalidade e ao desenho do curso, mas apenas parcialmente quanto à sua operacionalização institucional e aos efeitos distributivos dessa estratégia, os quais permanecem condicionados a iniciativas individuais e a um processo ainda em maturação.

No que se refere à **Hipótese U3**, ou seja, de que a concepção pedagógica do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB não considerou de forma adequada as preferências territoriais de seus estudantes, em especial a baixa disposição para mobilidade geográfica para fora de Brasília, o que impacta escolhas profissionais, oportunidades de estágio e a inserção no setor aeroespacial, o relato do entrevistado evidencia que a idealização do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB partiu do reconhecimento de que a disposição para sair de Brasília foi assumida como um pressuposto normativo do curso: “Talvez você não vá ficar trabalhando em Brasília. Você se prepare para ir para São Paulo (...) ou para ir para fora.” Nessa perspectiva, o deslocamento aparece como responsabilidade individual do discente, e não como um problema institucional a ser acomodado no desenho pedagógico. A mobilidade figura como pressuposto e não como uma variável sujeita a restrições socioeconômicas, familiares ou territoriais dos estudantes.

O entrevistado reforça essa orientação ao afirmar que o curso não foi concebido para atender demandas locais, mas para formar um profissional com horizonte nacional e internacional em: “O engenheiro aeroespacial não é para Brasília”. Essa lógica expressa uma orientação formativa fortemente internacionalizada ou com horizonte para além do mercado local pelo menos, porém pouco atenta às preferências territoriais dos estudantes e às limitações concretas relacionadas à sua capacidade de mobilidade geográfica.

O relato de outro entrevistado reforça esse conceito de que a mobilidade geográfica foi concebida como pressuposto estruturante da formação, e não como uma variável a ser considerada no desenho pedagógico do curso. Em seu relato, a circulação

internacional e nacional aparece como elemento natural, desejável e necessário da trajetória formativa, sendo tratada como parte intrínseca do processo de qualificação profissional. Um dos entrevistados ainda complementa: “(...) sempre acho muito importante a formação de uma pessoa passar pelo menos um período fora do Brasil para você não ficar numa mentalidade provinciana, meio fechada”. Tal afirmativa sugere que a escolha por permanecer em Brasília poderia ser lido como sinal de menor ambição profissional, o que reforça a assimetria entre o perfil idealizado do egresso e as condições concretas dos estudantes.

Do ponto de vista discente, conforme relatos obtidos durante a realização do Grupo Focal do setor produtivo, a mobilidade para fora de Brasília aparece reiteradamente como necessária para a inserção profissional no setor aeroespacial, mas estruturalmente dificultada tanto pelo desenho curricular quanto pelas condições socioeconômicas dos alunos. O Entrevistado no Grupo focal do setor produtivo afirma: “[como] a indústria de espaço é concentrada em São José dos Campos (...)_[mas] a pessoa não pode sair fisicamente do estado para fazer o estágio. (...) Quando vai chegar na matéria de estágio obrigatório, ela tem outra matéria presencial aqui em Brasília no mesmo semestre”. Ou seja, os estudantes relatam, mais uma vez, que o curso impunha barreiras práticas a essa mobilidade. Um relato recorrente indica que o estágio obrigatório precisava ser conciliado com disciplinas presenciais em Brasília. Além disso, os discentes relatam que, mesmo quando oportunidades externas surgiam sob formato de estágios em empresas fora do DF ou experiências internacionais, estas frequentemente exigiam trancamento de semestre, perda de créditos ou custos financeiros elevados, o que recaía desproporcionalmente sobre alunos, em especial os de origem periférica: “tiveram oportunidade de ir para a China” mas impuseram penalidades para isso e não haviam soluções institucionais para acomodar estágios fora do DF ou até do país, que seriam alinhados com o projeto idealizado do curso.

Os dados da Pesquisa de Egressos da Graduação – Ano-base 2021 (RAIS 2021) indicam que 45% dos egressos do curso encontram-se trabalhando no Centro-Oeste, percentual expressivo quando considerado o reduzido dinamismo produtivo aeroespacial da região. A remuneração média desses egressos (R\$ 4.312,67) mostra-se comparável à observada no Sudeste (R\$ 4.211,27), região onde se concentram os principais polos industriais e tecnológicos do setor aeroespacial brasileiro. Esse resultado sugere que uma parcela relevante dos formados optou por permanecer no território de origem, mesmo diante de oportunidades mais diretamente alinhadas ao perfil do curso em outros espaços

produtivos, reforçando a hipótese de baixa disposição, ou viabilidade de mobilidade geográfica para fora de Brasília.

Essa interpretação é reforçada quando se considera o perfil dos ingressantes do curso, evidenciado por estudos sobre a composição discente da UnB/FCTE, segundo os quais mais de 90% dos estudantes ingressantes são oriundos do DF e de seu entorno imediato (Cabello; Rodrigues, 2020). Trata-se, portanto, de um público discente territorialmente homogêneo e fortemente enraizado localmente, o que reduz a plausibilidade da suposição de elevada disposição prévia à mobilidade geográfica. Caso a mobilidade fosse uma preferência dominante, seria razoável supor que uma parcela significativa desses estudantes teria se deslocado para outros centros de formação aeroespacial no momento do ingresso, o que não se verifica empiricamente. Nesse sentido, a expectativa de que o estudante se forme em Brasília para, em seguida, se deslocar para mercados de trabalho concentrados em outros territórios implica a imposição de um custo adicional, seja ele financeiro, social ou simbólico, que não foi plenamente considerado no desenho pedagógico do curso.

Ao mesmo tempo, a distribuição regional dos egressos evidencia que, embora exista inserção no Sudeste, ela não é majoritária, ocorrendo em proporção semelhante à permanência no Centro-Oeste. Esse padrão dialoga diretamente com os relatos dos entrevistados e do grupo focal do setor produtivo, que apontam que a mobilidade para polos como São José dos Campos envolve custos elevados, frequentemente incompatíveis com o perfil socioeconômico dos estudantes do campus do Gama. A permanência no Centro-Oeste, mesmo em um contexto de menor densidade produtiva, indica que as decisões territoriais dos egressos não podem ser explicadas exclusivamente por incentivos salariais, mas estão associadas a vínculos familiares, redes sociais locais, estratégias de estabilidade e limitações práticas de deslocamento.

Assim, os dados quantitativos de remuneração e localização profissional corroboram as evidências qualitativas obtidas nas entrevistas: embora o curso tenha sido concebido a partir de uma lógica nacional e internacional de formação, uma parcela significativa dos egressos constrói suas trajetórias profissionais no território local, adaptando-se às oportunidades disponíveis ou criando alternativas de inserção, como a atuação em órgãos públicos, universidades e iniciativas empreendedoras. Esse achado reforça a interpretação de que a concepção pedagógica do curso subestimou o peso das preferências territoriais e do enraizamento local dos estudantes, ao pressupor níveis de mobilidade geográfica que não se aderem plenamente ao perfil dos ingressantes e às suas

condições objetivas de deslocamento.

Nesse sentido, tendo em vista as evidências analisadas, a **Hipótese U3**, de que o desenho pedagógico do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB não considerou de forma adequada as preferências territoriais de seus estudantes, em especial a baixa disposição para mobilidade geográfica para fora de Brasília, o que impacta escolhas profissionais, oportunidades de estágio e a inserção no setor aeroespacial, é **rejeitada parcialmente**. Os relatos dos docentes fundadores indicam que a mobilidade geográfica foi assumida como pressuposto normativo do projeto formativo, ancorada em uma orientação nacional e internacional que naturaliza o deslocamento para outros polos como parte intrínseca da qualificação profissional, sem que as restrições socioeconômicas, familiares e territoriais dos estudantes tenham sido incorporadas de forma sistemática ao desenho pedagógico. Do ponto de vista discente, as entrevistas e o grupo focal do setor produtivo revelam que, embora a mobilidade seja reconhecida como necessária para a inserção no setor aeroespacial, ela é concretamente dificultada pelo arranjo curricular, pela ausência de mecanismos institucionais de apoio e pelos custos associados ao deslocamento, sobretudo para alunos de origem periférica. Os dados quantitativos de egressos reforçam essa interpretação ao indicar que parcela expressiva dos formados permanece atuando no Centro-Oeste, em proporção semelhante à daqueles que se deslocaram para o Sudeste, evidenciando tanto estratégias de permanência territorial quanto trajetórias efetivas de mobilidade. Considerado ainda o perfil dos ingressantes, majoritariamente oriundos do DF e de seu entorno, observa-se que a expectativa de elevada mobilidade posterior implicou a imposição de custos adicionais que não se mostraram plenamente aderentes às condições objetivas do público discente. Assim, embora a formulação pedagógica do curso tenha subestimado o peso do enraizamento territorial dos estudantes, a mobilidade acabou por se consolidar como referência cultural relevante entre os egressos, coexistindo com trajetórias locais e adaptativas, o que fundamenta a rejeição parcial da hipótese.

Em relação à **Hipótese U4**, de que o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB apresenta capacidade efetiva de inserção de seus egressos no mercado de trabalho, especialmente no setor espacial, os relatos dos egressos reunidos no Grupo focal do setor produtivo indicam que o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB foi capaz de promover inserção profissional efetiva, ainda que essa inserção tenha ocorrido majoritariamente por trajetórias não lineares, frequentemente tangenciadas pelo empreendedorismo, por redes informais e experiências institucionais intermediárias. De forma geral, os participantes

reconhecem que dificilmente ingressaram diretamente em empregos formais consolidados logo após a graduação, mas também afirmam que não partiram do “zero”, tendo acumulado experiências relevantes no setor.

Os relatos indicam que a aproximação com o setor ocorreu, em grande medida, por experiências intermediárias e iniciativas individuais, e não por mecanismos institucionais sistemáticos de empregabilidade. Um dos participantes descreve a ausência de uma política institucional clara ao afirmar: “Tem professores que trazem para dentro do curso, até como suporte, o incentivo a abrir um novo negócio ou então até entender um pouco sobre o mercado, mas como instituição não tem como política essa coisa.” Essa fala evidencia que o estímulo à inserção profissional e ao empreendedorismo decorreu mais da atuação pontual de determinados docentes do que de diretrizes institucionais estruturadas, resultando em trajetórias de inserção heterogêneas entre os egressos.

Nesse contexto, a AEB aparece de forma recorrente nos relatos como um espaço relevante de socialização profissional e de aprendizado estratégico sobre o funcionamento do setor, ainda que não orientado diretamente à empregabilidade formal ou ao fomento ao empreendedorismo. Um egresso descreve o papel formativo dessa experiência ao afirmar: “A AEB ajudou muita a gente entender que o mercado de educação era para ser explorado.” Outro egresso complementa essa percepção, delimitando de forma ainda mais precisa o papel da AEB: “A melhor forma de dizer é a agência, ela não fomentou empreendedorismo. A gente já tinha uma mentalidade empreendedora quando entrou na agência, mas a agência permitiu que a gente entendesse o mercado e eu acho que é muito da visão da diretoria também que a gente entrou na época.” Essas falas são particularmente significativas porque indicam que a experiência na AEB funcionou como um dispositivo de leitura do mercado, permitindo aos egressos compreenderem nichos de atuação, limites institucionais e oportunidades latentes, como o mercado de educação espacial, sem que isso decorresse de uma política explícita de incentivo ao empreendedorismo. A inserção profissional, portanto, foi mediada menos por estímulos diretos e mais pela exposição qualificada ao funcionamento real do setor, favorecida pelo contexto institucional e pela orientação da gestão vigente à época.

No Grupo focal governamental, composto por gestores e técnicos vinculados a uma diretoria específica da AEB, emerge de forma recorrente a percepção de que as trajetórias profissionais bem-sucedidas dos egressos estão diretamente associadas à passagem prévia pela universidade e, sobretudo, pela agência. Um dos participantes afirma de forma explícita: “A nossa percepção é que tudo surgiu por causa da relação

direta ou indireta daqueles meninos com a agência. Assim, se eles não tivessem passado pela agência, eles não teriam sido tão bem-sucedidos quanto eles”. Essa fala atribui à AEB um papel central como ambiente formativo ampliado, no qual os egressos adquirem competências que extrapolam o domínio técnico estrito. Outro trecho reforça essa função ao indicar que a agência atuou como espaço de aprendizado prático e construção de visão estratégica: “governo tem essa possibilidade de você ter esse aprendizado, pegar a academia, pegar o setor privado e o público, colocar tudo junto.”

Essa dimensão formativa da AEB se expressa também na trajetória concreta de determinados egressos, cuja inserção na agência ocorreu de forma progressiva e multifacetada. Os relatos do grupo focal governamental evidenciam que a AEB possibilitou uma formação ampliada, combinando aprendizado técnico, compreensão da dinâmica política e experiência em gestão pública, ao mesmo tempo em que coexistia com o desenvolvimento de iniciativas empreendedoras paralelas. Um dos entrevistados reforça essa interpretação ao destacar que a atuação da AEB esteve orientada tanto para a construção de capacidades estatais quanto para a exposição dos egressos a temas estratégicos do setor: “A gente lidava entre a educação, tecnologia, empreendedorismo, novos negócios, regulação, que eram demandas do setor da gente, como também tem um pouco dos meninos, na verdade muito, eu acho que é muito o perfil deles e da experiência deles na empresa júnior (...) que deu grande direcionamento para eles.” Essa fala destaca que a inserção profissional dos egressos resulta de uma combinação entre oportunidades institucionais oferecidas pela agência e disposições prévias construídas na universidade, especialmente por meio da experiência em empresas juniores.

Nesse sentido, a dimensão formativa institucional dialoga diretamente com experiências prévias vivenciadas ainda no âmbito universitário, em especial no contexto da empresa júnior. Conforme relatado por discentes no Grupo Focal do setor produtivo: “Então o fato de passar na Zenit ajudou um pouco você entender melhor a estrutura de negócios. A gente tem o nosso mapeamento, umas cinco iniciativas. Todos eles foram fundados por ex-diretores da Zenit.” Esse depoimento evidencia que a empresa júnior funcionou como espaço inicial de socialização empreendedora, no qual os estudantes desenvolveram competências relacionadas à gestão, à leitura de mercado e à estruturação de iniciativas empresariais, que posteriormente foram aprofundadas e reorientadas a partir da experiência na AEB.

Ao mesmo tempo, os próprios discentes ressaltam que essa formação empreendedora ocorreu apesar de limitações institucionais no interior da universidade.

Como relatado: “Na época que era presidente, tinha que quem se envolvia com a instituição se envolvia no nível de diretoria acabava perdendo o desempenho nas matérias.” Essa fala sugere a existência de uma tensão estrutural entre engajamento em atividades formativas extracurriculares, como a empresa júnior, e o desempenho acadêmico formal, o que reforça o caráter não institucionalizado dessas trajetórias de formação para o mercado.

Outro elemento recorrente nos relatos diz respeito à concentração territorial do setor aeroespacial fora do DF, especialmente em São José dos Campos, o que limita a oferta local de estágios e empregos. Diante desse cenário, os próprios egressos relatam a inexistência prática de estágios formais no setor espacial, o que levou à criação de alternativas pelos próprios ex-alunos. Os entrevistados foram enfáticos em dizer que os estudantes dos cursos os procuravam para cumprir o estágio obrigatório, o que gerou uma oferta de mão de obra barata para as *start-ups* espaciais criadas em Brasília. Um egresso empreendedor afirma de forma explícita: “O estágio tem que ser o estágio na área espacial e tal, na teoria sim, mas na prática, como não existe, então é muito difícil você achar isso. Basicamente. Hoje, quem são as empresas que ofertam estágio? ” A minha e a do (...).” Essa fala demonstra que, diante da ausência de um *cluster* aeroespacial robusto capaz de absorver mão de obra qualificada e do vácuo de políticas públicas voltadas ao fomento estruturado do mercado de trabalho no setor, a inserção discente passou a depender diretamente das empresas criadas pelos próprios egressos. Ou seja, apesar da falta de planejamento e da falta de aderência a arranjos produtivos locais, a partir da criação das primeiras empresas, criou-se a semente para o *cluster* incipiente de Brasília, por meio da necessidade de se estagiar em estágios no setor espacial.

Além disso, é importante observar que o empreendedorismo emerge, assim, menos como escolha voluntária e mais como resposta adaptativa a um ambiente institucionalmente desassistido. Nesse arranjo, as *start-ups* fundadas pelos egressos passam a cumprir uma função sistêmica dupla: por um lado, viabilizam a inserção profissional de seus fundadores; por outro, tornam-se praticamente os únicos espaços de oferta de estágios e experiências profissionais para novos discentes do curso. Esse processo revela um padrão de estruturação do ecossistema marcado pela utilização de mão de obra jovem e de baixo custo como mecanismo de sustentação inicial das empresas, transferindo para os trabalhadores, estudantes e recém-formados, parcela significativa do risco e do custo implícito do processo de fomento.

Os relatos também evidenciam os custos subjetivos associados à dificuldade de

inserção profissional. Um dos depoimentos mais contundentes aponta: “(...) eu entrei em depressão por falta de estágio (...) todos os empregos, todas as vagas que vieram para área de aeroespacial conseguiam só com QI [(quem indica)].” As dificuldades de absorção imediata pelo mercado aparecem ainda em relatos objetivos, como: “Numa turma de 13 formandos, só dois estavam trabalhando quando se formaram.” Em alguns casos, a ausência de alternativas levou à continuidade na pós-graduação como estratégia de sobrevivência profissional, e não como escolha vocacional: “Eu fui para o mestrado contra a minha vontade, porque não tinha emprego.”

Em síntese, a análise da **Hipótese U4**, ou seja, de que o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB apresenta capacidade efetiva de inserção de seus egressos no mercado de trabalho, especialmente no setor espacial, **não permite rejeitá-la**, na medida em que há evidências consistentes de que o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB apresenta capacidade efetiva de inserção de seus egressos no mercado de trabalho, inclusive no setor espacial. Ainda que essa inserção não se dê, em sua maioria, por trajetórias lineares ou por mecanismos institucionais formais de empregabilidade, os relatos dos grupos focais demonstram que os egressos encontram formas concretas de atuação profissional, seja como servidores ou estagiários em órgãos governamentais estratégicos, como a AEB, seja como empregados em empresas do setor, ou ainda como empreendedores que criam suas próprias iniciativas empresariais. A experiência na AEB, a atuação na empresa júnior e a posterior criação de *start-ups* aparecem como dispositivos centrais de mediação entre a formação acadêmica e o mercado de trabalho, compensando, em parte, a ausência de um cluster aeroespacial robusto e de políticas públicas estruturadas de fomento ao emprego no setor. Assim, embora o processo de inserção seja marcado por precariedades iniciais, custos subjetivos e forte dependência de iniciativas individuais e redes informais, os dados indicam que o curso é capaz de formar profissionais que efetivamente se inserem no setor aeroespacial, confirmando a hipótese quanto à sua capacidade formativa e de absorção pelo mercado, ainda que em um contexto institucional e produtivo estruturalmente frágil, e com transferência significativa do risco e do custo implícito do processo de fomento do setor para os trabalhadores, sejam eles estudantes ou recém-formados.

5.2 O Eixo Governo

Hipótese G1: A AEB não dispunha de capacidade técnica institucional consolidada antes de 2016, tendo a Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios (DIEN) sido estruturada e fortalecida com quadros técnicos qualificados apenas a partir da segunda metade da década de 2010.

Hipótese G2: A experiência de estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB como estagiários e/ou terceirizados na AEB contribuiu para sua capacitação profissional, ampliando sua compreensão do funcionamento do setor e potencializando sua visão de mercado.

Hipótese G3: Não há políticas públicas estruturadas voltadas ao fomento industrial do setor espacial, tampouco instrumentos específicos destinados à promoção do empreendedorismo nesse campo.

No que se refere à Hipótese G1, ou seja, que a AEB não dispunha de capacidade técnica institucional consolidada antes de 2016, tendo a Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios (DIEN) sido estruturada e fortalecida com quadros técnicos qualificados apenas a partir da segunda metade da década de 2010, os relatos dos gestores e técnicos da agência convergem para a ideia de que, até meados da segunda metade da década de 2010, a AEB operava com baixa capacidade analítica, ausência de inteligência de mercado, escassez de dados estruturados e atuação predominantemente passiva, limitada à transferência de recursos para outros órgãos. De modo recorrente, os participantes governamentais descrevem um órgão governamental que, durante grande parte de sua trajetória institucional, operou com capacidade técnica limitada, atuação predominantemente administrativa e ausência de instrumentos de análise estratégica. Essa condição é apresentada de maneira direta quando um dos entrevistados do grupo focal governamental afirma: “Ela nunca questiona o projeto da FAB ela nunca questiona os projetos do INPE. Então eles apresentam e a AEB se põe como a financiadora.” Essa fala evidencia que a agência atuava essencialmente como instância repassadora de recursos, sem exercer funções substantivas de avaliação técnica, priorização estratégica ou acompanhamento qualificado dos investimentos realizados.

A ausência de inteligência institucional aparece também na falta de informações básicas sobre o próprio setor espacial brasileiro. Um dos entrevistados do grupo focal

governamental ressalta: “A agência espacial foi criada em [19]94. Ela não sabe hoje quanto o que o setor espacial coloca no PIB. Ela não tem ideia do impacto que ela gera com os investimentos públicos”. Esse depoimento revela que, por mais de duas décadas, a AEB operou sem dados consolidados sobre os efeitos econômicos de suas próprias ações, o que denota uma fragilidade estrutural de capacidade analítica e estratégica. Essa evidência empírica converge com análises da literatura que apontam que, embora a AEB tenha sido criada com a finalidade de assegurar a coordenação civil do programa espacial nacional, a Agência enfrentou, por mais de duas décadas, limitações institucionais significativas, sobretudo em razão da ausência de um quadro próprio e multidisciplinar de servidores. Durante esse período, a AEB operou com um contingente técnico restrito, recorrendo majoritariamente a servidores cedidos de outros órgãos, cargos comissionados e terceirizados, sendo que o primeiro concurso público ocorreu apenas em 2014, com a efetiva nomeação de 64 servidores em 2016, o que comprometeu sua capacidade técnica, administrativa e política e reduziu seu protagonismo na condução do programa espacial brasileiro (Velasco, 2019).

Os relatos indicam que essa situação começa a se alterar apenas a partir de uma reorganização institucional ocorrida no final da década de 2010, quando se cria e se estrutura a DIEN. O marco regulatório dessa reorganização na estrutura organizacional é o Decreto nº 11.192, de 08 de setembro de 2022, que aprova a nova estrutura regimental da AEB e serve como base para a formalização de unidades como a DIEN. Um entrevistado do grupo focal governamental descreve esse momento como um ponto de inflexão: “Houve uma reordenação das diretorias [...] e criaram uma de inteligência estratégica.” Outro participante complementa ao destacar a mudança qualitativa associada à nova diretoria: “A gente conseguiu montar uma equipe muito boa (...), muito diversificada.” Segundo o relato, essa equipe passou a reunir perfis até então ausentes na agência, oriundos de áreas como economia, ciência política, direito, física e gestão, o que ampliou significativamente a capacidade de análise e articulação da AEB.

A inovação promovida pela estruturação da DIEN se expressa ainda na introdução de práticas que antes simplesmente não existiam na agência. Um dos entrevistados afirma de forma categórica: “Sempre identifiquei uma lacuna de falta de informação na AEB.” Em outro momento, reforça-se essa percepção ao afirmar que “não se comprava relatório [técnicos internacionais] antes”, indicando que instrumentos básicos de inteligência de mercado e análise setorial passaram a ser utilizados apenas recentemente, no âmbito da nova diretoria. Essa precariedade institucional também se manifestava na realização de

iniciativas que, embora relevantes, eram conduzidas sem suporte estrutural adequado. Conforme relatado por um dos entrevistados: “A gente não tinha estrutura, nem recursos orçamentários, muito menos recursos humanos.”

Além disso, os participantes reconhecem que essas iniciativas não decorriam de planejamento institucional prévio, mas emergiram de forma reativa e incremental, a partir da atuação de determinados grupos internos e que qualquer planejamento ocorria depois da execução das ações, ou seja, *ex-post*. Um dos depoimentos sintetiza essa lógica ao afirmar: “Não foi feito o planejamento estratégico (...) essas questões todas entraram depois.” Essa fala evidencia que a construção da capacidade técnica da DIEN ocorreu de maneira tardia e fortemente dependente do engajamento individual dos servidores, e não como resultado de um desenho institucional prévio e estável.

Dito isso, em síntese **a Hipótese G1**, de que a AEB não dispunha de capacidade técnica institucional consolidada antes de 2016, tendo a Diretoria de Inteligência Estratégica e Novos Negócios (DIEN) sido estruturada e fortalecida com quadros técnicos qualificados apenas a partir da segunda metade da década de 2010, **não é rejeitada**, à medida que as evidências empíricas extraídas dos relatos dos gestores e técnicos da AEB, em consonância com a literatura especializada, permitem afirmar que, até meados da segunda metade da década de 2010, a AEB operava com limitações estruturais significativas de capacidade técnica e analítica.

A atuação da Agência esteve marcada por uma lógica predominantemente administrativa e financeira, com baixa capacidade de avaliação estratégica, ausência de inteligência de mercado, escassez de dados sistematizados sobre o setor espacial e reduzido protagonismo na coordenação das políticas públicas do campo espacial. A reorganização institucional ocorrida no final da década de 2010, com a criação e posterior fortalecimento da DIEN, representa uma inflexão relevante nesse padrão histórico, ainda em processo de consolidação e institucionalização.

A **Hipótese G2**, ou seja, que a experiência de estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB na AEB contribuiu para sua capacitação profissional, ampliando sua compreensão do funcionamento do setor e potencializando sua visão de mercado, por seu tempo, teve seus elementos analisados previamente nesse estudo ao compor o diagnóstico da inserção de mercado dos egressos do curso de Engenharia Espacial.

Recapitulando os *insights* obtidos a experiência de estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB na AEB contribuiu para sua capacitação profissional, ampliando sua compreensão do funcionamento do setor e potencializando sua visão de

mercado, as evidências empíricas já analisadas neste estudo oferecem suporte consistente a essa proposição. De forma recorrente, a AEB aparece nos relatos não apenas como um espaço de passagem institucional, mas como um ambiente formativo ampliado, no qual os estudantes tiveram contato direto com a lógica de funcionamento do setor espacial brasileiro, suas limitações e oportunidades.

Nesse contexto, a AEB surge nos relatos como um espaço privilegiado de socialização profissional e de aprendizado estratégico sobre o setor, sendo decisivo não apenas o fato de os estudantes terem passado pela agência, mas sobretudo a diretoria específica em que foram lotados. Ainda que a AEB não estivesse estruturada formalmente para a empregabilidade direta ou para o fomento ao empreendedorismo, um egresso descreve o papel formativo dessa experiência ao afirmar: “A AEB ajudou muita a gente entender que o mercado de educação era para ser explorado.” Outro egresso complementa essa percepção, delimitando de forma ainda mais precisa o papel da agência e da diretoria em que atuou, ao afirmar: “A melhor forma de dizer é a agência, ela não fomentou empreendedorismo. A gente já tinha uma mentalidade empreendedora quando entrou na agência, mas a agência permitiu que a gente entendesse o mercado e eu acho que é muito da visão da diretoria também que a gente entrou na época.”

Essas falas indicam que a passagem pela AEB funcionou como um dispositivo de leitura qualificada do mercado, mediado de forma direta pela orientação, agenda e práticas da diretoria em questão, permitindo aos estudantes compreender nichos de atuação, limites institucionais e oportunidades latentes, como o mercado de educação espacial, independentemente da existência de uma política explícita de incentivo ao empreendedorismo. A capacitação profissional, nesse sentido, ocorreu menos por estímulos diretos e mais pela exposição concreta ao funcionamento real do setor, fortemente condicionada à atuação da diretoria responsável, favorecida pelo contexto institucional e pela orientação da gestão vigente à época.

Essa interpretação é reforçada pelos relatos do grupo focal governamental, composto por gestores e técnicos vinculados a uma diretoria específica da AEB, nos quais emerge de forma recorrente a percepção de que as trajetórias profissionais bem-sucedidas dos egressos estão diretamente associadas à experiência prévia na agência. Um dos participantes afirma de forma explícita: “Tudo surgiu por causa da relação direta ou indireta daqueles meninos com a agência. Assim, se eles não tivessem passado pela agência, eles não teriam sido tão bem-sucedidos quanto eles”. Essa fala atribui à AEB um papel central como ambiente formativo ampliado, no qual os egressos adquirem

competências que extrapolam o domínio técnico estrito. Outro trecho reforça essa função ao indicar que a agência atuou como espaço de aprendizado prático e construção de visão estratégica: “governo tem essa possibilidade de você ter esse aprendizado, pegar a academia, pegar o setor privado e o público, colocar tudo junto.”

A dimensão formativa da AEB se expressa também na trajetória concreta e progressiva de determinados egressos, cuja inserção na agência ocorreu de forma multifacetada. Conforme relatado no grupo focal governamental: “Ele entrou no estágio lá e ele aprendeu. (..._ Então ele teve a visão de gabinete política (...), ele teve aquela visão mais a parte de gestão. (...) Mas quando ele veio para minha área, ele já tinha a empresa dele (...), ele já estava pensando nessa empresa.” Esse relato evidencia que a AEB proporcionou uma formação transversal, combinando aprendizado técnico, compreensão da dinâmica político-institucional e experiência em gestão pública, ao mesmo tempo em que coexistia com o desenvolvimento de iniciativas empreendedoras paralelas.

Outro gestor reforça essa leitura ao destacar que a atuação da AEB esteve orientada tanto para a construção de capacidades estatais quanto para a exposição dos estudantes a temas estratégicos do setor: “A AEB trabalhou muito na construção de capacidade estatal, em termos de ter uma equipe diversa, de criar condições para as coisas, de buscar isso também em termos de assuntos que a gente lidava entre a educação, tecnologia, empreendedorismo, novos negócios, regulação, que eram demandas do setor da gente, como também tem um pouco dos meninos, na verdade muito, eu acho que é muito o perfil deles e da experiência deles na empresa júnior (...) que deu grande, talvez, direcionamento para eles.” Essa fala demonstra que a capacitação dos egressos resulta da combinação entre oportunidades institucionais oferecidas pela AEB e disposições previamente construídas no ambiente universitário, especialmente por meio da experiência em empresas juniores.

Outro elemento central identificado nos relatos obtidos junto ao grupo focal do setor produtivo, robustecendo o fato de que a AEB não foi apenas um espaço de aprendizado técnico-administrativo, mas também um ambiente de leitura estratégica do mercado, no qual os estudantes passaram a mapear empresas, dialogar com atores do setor e compreender nichos de atuação, aparece na seguinte afirmação: “eu lembro que os meninos fizeram conversas com umas 30 empresas do setor”, evidenciando um aprendizado ativo e orientado à compreensão do ecossistema produtivo

Considerando os relatos obtidos junto ao grupo focal do setor produtivo,

observou-se ainda que essa exposição institucional permitiu aos estudantes compreenderem não apenas o funcionamento efetivo do mercado, mas também seus limites estruturais, especialmente a forte dependência do setor em relação ao Estado. Tal aprendizado aparece de forma clara quando um entrevistado relata: “a gente está na agência e querendo já começar uma ideia de empreender, meio do que a gente vê a realidade do Brasil. Foi para uma análise que estava em contato com a indústria. Isso influencia para caramba e era uma indústria dependente do governo. Então, é o momento que tu olha e fala: Cara, se a gente for igual, eu vou falir ou eu nem vou começar.” Essa fala evidencia que a experiência na AEB foi fundamental para questionar criticamente a ideia do empreendedorismo no setor espacial, permitindo aos estudantes identificar, de forma crítica, os riscos de replicar modelos de negócio excessivamente ancorados na lógica de dependência estatal, o que influenciou diretamente suas escolhas estratégicas posteriores.

Considerando as evidências analisadas, **a Hipótese G2**, de que a experiência de estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB na AEB contribuiu para sua capacitação profissional, ampliando sua compreensão do funcionamento do setor e potencializando sua visão de mercado, **não é rejeitada**. Os relatos dos egressos e dos gestores da AEB indicam que a experiência dos estudantes do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB na AEB, em especial no âmbito diretoria em que foram alocados, exerceu papel central em sua capacitação profissional. A diretoria em questão operou como um espaço de inteligência de mercado e de intermediação de informações estratégicas, permitindo aos estudantes acessar, organizar e interpretar dados e conhecimentos que, embora não fossem informações privilegiadas, estavam dispersos, e eram de difícil sistematização fora do ambiente governamental. Nesse sentido, a agência funcionou como um locus de aprendizado, no qual os estudantes trabalharam ativamente na sistematização dessas informações, adquirindo competências analíticas e know-how institucional.

Além disso, a experiência na AEB possibilitou aos estudantes a construção de redes de relacionamento qualificadas, permitindo que conhecessem atores centrais do setor, interagissem com pessoas estratégicas e compreendessem a dinâmica do mercado espacial a partir da perspectiva de profissionais com longa trajetória no campo. Esse processo favoreceu não apenas o acúmulo de conhecimento técnico e institucional, mas também o desenvolvimento de uma visão estratégica amadurecida, ancorada na compreensão das relações entre Estado, indústria e academia. Assim, a passagem pela

AEB, e particularmente pela DIEN, configurou-se como um dispositivo formativo decisivo, ampliando a capacidade dos egressos de ler o mercado, identificar oportunidades e formular estratégias profissionais e empreendedoras informadas, o que confirma de maneira robusta a proposição central da Hipótese G2.

Sobre a **Hipótese G3**, de que não há políticas públicas estruturadas voltadas ao fomento industrial do setor espacial, tampouco instrumentos específicos destinados à promoção do empreendedorismo nesse campo, a análise das transcrições do grupo focal governamental revela respaldo empírico consistente nas falas dos gestores e técnicos da AEB. Os entrevistados reconhecem a inexistência de uma política industrial estruturada para o setor espacial, bem como a ausência de instrumentos específicos voltados ao fomento do empreendedorismo. Essa percepção aparece de forma direta quando um dos participantes afirma: “não existe política institucional? Não.”

O trecho é elucidativo por partir de atores internos à agência e por sintetizar, em uma mesma afirmação, a lacuna tanto no campo do fomento industrial quanto no apoio ao empreendedorismo e às *start-ups* do setor. Ao mesmo tempo, os relatos indicam que, diante desse vazio institucional, a atuação da AEB tem se apoiado em iniciativas pontuais, fragmentadas e pouco articuladas entre si, frequentemente voltadas à difusão científica e à formação de base, sem mecanismos claros de transição para o mercado. As falas demonstram que, embora existam ações relevantes de estímulo educacional e científico, não há instrumentos capazes de converter esses esforços em empreendimentos ou negócios estruturados.

Essa ausência de política integrada também se manifesta na necessidade de mapear o setor de forma reativa, como indica o depoimento: “a ideia do catálogo era justamente isso também, saber dessa concentração, onde você podia, onde eu saía um pouco de São José e assim a gente queria entender, queria ter coisas.” A própria criação do catálogo aparece, assim, como um esforço compensatório de inteligência setorial diante da inexistência de diretrizes industriais consolidadas, voltado mais à compreensão do cenário existente do que à indução ativa de novos empreendimentos, ainda que em uma aparente intenção futura de promover ações de incentivo local e desconcentração do setor em relação ao cluster de São José dos Campos.

De forma complementar, outro entrevistado aponta a heterogeneidade territorial e a dependência de arranjos externos para iniciativas de fomento: “(...) em Floripa, você tem lá a EMBRAPPII com a unidade do SESI/SENAI, que está investindo, no Rio Grande do Norte, AEB investe mais, é Minas Gerais (...)”, indicando que os investimentos

ocorrem de maneira particularizada e sem um desenho nacional articulado. Em conjunto, essas falas reforçam que, apesar da existência de projetos, investimentos localizados e esforços de mapeamento, não há uma política pública integrada e estruturada de fomento industrial e empreendedorismo no setor espacial partindo da AEB.

Os relatos também indicam que iniciativas relacionadas a novos negócios, inteligência de mercado ou aproximação com empresas não decorreram de diretrizes estratégicas previamente formalizadas, mas foram construídas de modo reativo e a posteriori, a partir de demandas circunstanciais. Essa dinâmica é sintetizada na fala: “Nada disso estava previsto em objetivo estratégico ou diretriz. Foi feito depois.” Tal afirmação evidencia que ações voltadas à compreensão do mercado, ao diálogo com empresas ou à promoção de eventos e estudos não estavam ancoradas em instrumentos formais de planejamento, reforçando o caráter não estruturado e descontínuo dessas iniciativas no âmbito da política pública. Essa fragilidade se aprofunda quando os entrevistados apontam a inexistência de rotinas analíticas para orientar decisões: “Não existe um acompanhamento sério de projetos no sentido de avaliação de custo-benefício, porque não existe esse pensamento no sentido de qual é a prioridade.” A ausência de critérios de priorização revela a falta de um arcabouço estratégico capaz de orientar escolhas e alinhar ações a objetivos de longo prazo.

Outro conjunto de falas aponta para o papel historicamente limitado da AEB como instância predominantemente administrativa e financeira, sem capacidade efetiva ou mandato claro para indução produtiva. Essa percepção é reforçada pela crítica à governança decisória da agência, conforme afirmação: “o problema da AEB é que eles não conseguem eleger prioridades e eles não elegem prioridades porque eles têm uma gestão que é submissa ao INPE (...), independente do presidente.” Em conjunto, essas falas indicam que a atuação da AEB esteve centrada no repasse de recursos, sem exercer instrumentos típicos de política industrial, como definição de prioridades tecnológicas, coordenação interinstitucional, avaliação de custo-benefício ou estímulo à inovação, o que pode contribuir para a baixa capacidade de indução produtiva do setor espacial.

A ausência de políticas estruturadas também se manifesta na precariedade institucional com que iniciativas relevantes foram conduzidas, mesmo quando bem-sucedidas. Um entrevistado relata: “O evento foi muito bem idealizado no lugar, estava muito bem organizado e assim, de novo, a gente não tinha estrutura, nem recursos orçamentários, muito menos recursos humanos. Quem trabalhou fomos nós e as meninas ali na inscrição e assim direito”. Esse trecho revela que, mesmo quando a agência atuava

na promoção de eventos e ações de articulação setorial, isso ocorria sem suporte institucional adequado, reforçando a inexistência de uma política pública consistente de fomento ao setor.

Os relatos manifestos durante a realização do grupo focal do setor produtivo também indicam que o Estado não atua como fomentador estruturado do empreendedorismo, mas, quando muito, como cliente eventual ou financiador episódico, por meio de editais pontuais e descontinuados. Essa distinção é claramente formulada por um egresso ao afirmar: “eu não vejo o governo mais como um apoiador pra mim. (...) Vejo como um futuro cliente, sim, mas não vejo como um apoiador”. Tal depoimento evidencia a percepção de que o governo não oferece instrumentos de apoio à criação de capacidades empresariais, limitando-se a relações contratuais ou a mecanismos tradicionais de financiamento. Essa visão distancia as empresas de Brasília das empresas de São José dos Campos, introduzindo, possivelmente a distinção *New Space X Old Space* no Brasil, já que os entrevistados do setor produtivo são contundentes ao rechaçar a dependência do setor governamental e enxergam principalmente o mercado internacional como seu principal mercado – e um dos principais motivos pelo qual seria possível um *cluster* espacial em Brasília.

Outro aspecto central diz respeito à dependência estrutural do setor espacial em relação ao Estado, identificada de forma recorrente pelos próprios egressos como um entrave objetivo ao empreendedorismo e à sustentabilidade dos negócios. Essa percepção é aprofundada quando os egressos expressam os mecanismos concretos dessa dependência, afirmando que “(...) é uma indústria que ela depende muito de edital (...). Isso já demonstra uma visão de tipo assim, o governo, seu financiador. Você tem a obrigação de demonstrar desenvolvimento. Você tem a obrigação de prestar conta por centavo de como está o seu produto”. Essa fala evidencia que o Estado atua predominantemente como financiador episódico e controlador, e não como indutor de uma política industrial de longo prazo, impondo lógicas burocráticas e de curto prazo incompatíveis com a dinâmica tecnológica do setor espacial.

Os entrevistados do setor produtivo também apontam que os critérios exigidos pelo governo desconsideram as especificidades do setor, ao afirmar que “eles exigem do setor espacial o mesmo que eles exigem pra outros”, o que homogeneiza setores com ciclos tecnológicos distintos. Essa inadequação torna-se ainda mais evidente quando comparada à realidade internacional: “se você pegar uma empresa média do setor aeroespacial, mundialmente falando, pra ela dar um retorno são 5 anos, a média”. Em

contraste, o ambiente institucional brasileiro impõe prazos incompatíveis com essa lógica, como apresentado no relato: “No Brasil, se você é *start-up*, automaticamente, não importa qual setor, precisa dar um retorno em 2 anos. 2 anos é tipo o tempo limite e paciência.”

As falas dos empreendedores no grupo focal do setor produtivo aprofundam e reforçam o diagnóstico de ausência de uma política pública estruturada para o setor espacial, evidenciando não apenas lacunas instrumentais, mas um déficit de intencionalidade estratégica por parte do Estado. Essa percepção aparece de forma direta quando um entrevistado afirma que “ninguém está preocupado em fazer uma política industrial para o setor espacial”, complementada pela observação de que, “se ele tivesse preocupado em criar isso, a gente estaria sendo consultado sobre a criação”. Esses relatos revelam um distanciamento entre os formuladores de política e os atores efetivamente inseridos no setor, indicando que o desenho das iniciativas governamentais ocorre sem diálogo sistemático com empresas, empreendedores ou profissionais qualificados, o que compromete sua aderência às necessidades reais do ecossistema produtivo.

A crítica à modo de formulação das ações públicas é reforçada quando um entrevistado observa que “eles criam na ideia”, sugerindo que decisões estratégicas são tomadas de maneira pouco informada, fragmentada e descolada de diagnósticos técnicos consistentes. Essa percepção se materializa na análise da sobreposição e redundância de instrumentos de fomento, como expresso na fala: “A gente tem 3 linhas de investimento pra desenvolver, basicamente no mesmo veículo lançador, (...) você tem a força aérea com um recurso específico para isso e tem 2 editais da FINEP específicos para isso também. Não fazem o menor sentido do ponto de vista estratégico de política pública.” Esse relato evidencia a inexistência de coordenação interinstitucional e de uma lógica sistêmica de alocação de recursos, resultando em duplicação de esforços, desperdício de capacidades e ausência de prioridades tecnológicas claramente definidas.

Emerge ainda de forma clara a assimetria de poder institucional entre os atores do setor espacial brasileiro, que ajuda a explicar a fragilidade da coordenação civil e da formulação de políticas industriais. Um entrevistado sintetiza essa relação ao afirmar: “eu acho, principalmente porque é dentro do governo, você não tem essa vontade de ser (...) A agência se vê como uma criança perto da Força Aérea.” Essa metáfora revela uma visão de que a AEB ocupa uma posição subordinada no arranjo institucional, com baixa capacidade de liderança, indução estratégica e coordenação do setor. A percepção de subordinação institucional contribui para a manutenção de um modelo no qual decisões estratégicas são fragmentadas, capturadas por agendas setoriais específicas e pouco

orientadas à construção de um ecossistema industrial robusto.

As falas do grupo focal do setor produtivo também evidenciam que, para os empreendedores, a fragilidade das políticas públicas voltadas ao setor espacial não se resume à ausência de instrumentos de fomento, mas está profundamente associada à descontinuidade temporal e à instabilidade político-institucional. Um dos entrevistados aponta que, “sobre a política pública adequada ao setor, (...) precisa pensar em prazo mais longo”, complementando que são necessárias “continuidade de projetos e políticas também”. Essa percepção indica que, em um setor caracterizado por ciclos longos de desenvolvimento tecnológico, a ausência de planejamento de longo prazo compromete tanto a formação de capacidades produtivas quanto a sustentabilidade de iniciativas empresariais. Essa instabilidade aparece de forma ainda mais concreta quando o entrevistado relata sua experiência na agência: “Vou dar a realidade na época que eu tava na agência. A gente tinha um diretor e uma coordenadora na época que eles tinham um pensamento em mentalidade associada muito a *New Space*. O diretor e a coordenadora da época saíram por motivos políticos, morreu, morreu tudo junto com eles.” A fala evidencia que orientações estratégicas e avanços institucionais estavam excessivamente atrelados a pessoas específicas, e não a estruturas consolidadas de Estado, tornando o setor vulnerável a mudanças políticas. Essa fragilidade institucional é reforçada quando o entrevistado afirma que “em tese, era um planejamento estratégico da agência”, mas que “você não tem um cumprimento de um PNAE (...) você tem um programa, mas ele não é cumprido (...)”. Em conjunto, esses relatos apontam para um padrão recorrente de desalinhamento entre planejamento formal e execução efetiva, no qual documentos estratégicos existem, mas carecem de mecanismos de implementação, monitoramento e continuidade, limitando sua capacidade de orientar o desenvolvimento do setor espacial brasileiro.

Adicionalmente, em entrevista estruturada com servidor da AEB uma perspectiva relevante sobre a transformação em curso no papel do Estado no setor espacial, que dialoga diretamente com o diagnóstico de ausência de uma política industrial estruturada é apresentada. Segundo o entrevistado, “o papel do governo nesse novo paradigma é muito mais estratégico. O poder de compra do Estado é voltado para viabilizar grandes projetos e evitar gargalos tecnológicos presentes e futuros”, indicando uma mudança de orientação em relação ao modelo tradicional de fomento. Essa leitura sugere um deslocamento do Estado de um papel de financiador recorrente de empresas para uma atuação mais seletiva, orientada à coordenação estratégica e à mitigação de falhas

tecnológicas sistêmicas. No entanto, o próprio entrevistado ressalta que essa transição ainda não se materializou como política pública estruturada, ao afirmar que “é o início do fim para o modelo clássico de empresas derivadas de ex-servidores de ICTs, que vivem em dependência da cadência de projetos governamentais”. Essa fala é relevante porque reconhece o desgaste do modelo histórico de dependência de contratos públicos, ao mesmo tempo em que evidencia o caráter incipiente e não institucionalizado do novo paradigma. Cabe destacar que se trata de uma manifestação individual não de uma visão institucionalizada.

Considerando conjunto de evidências analisadas, a **Hipótese G3**, de que não há políticas públicas estruturadas voltadas ao fomento industrial do setor espacial, tampouco instrumentos específicos destinados à promoção do empreendedorismo nesse campo, **não é rejeitada**. As falas dos gestores e técnicos da AEB, corroboradas pelos depoimentos dos egressos empreendedores, convergem de forma ainda mais robusta para o diagnóstico de que inexistem, no período analisado, uma política pública institucionalizada, integrada e estável de fomento industrial para o setor espacial brasileiro, bem como instrumentos específicos e contínuos voltados à promoção do empreendedorismo nesse campo. A atuação estatal, conforme reiteradamente descrita pelos entrevistados, assume caráter fragmentado, reativo e contingente, apoiando-se em iniciativas pontuais, editais episódicos, ações educativas e esforços individuais, sem um desenho sistêmico capaz de articular formação, inovação, produção e mercado ao longo do tempo. Os relatos analisados indicam que, embora existam projetos, investimentos localizados, ações de difusão científica, iniciativas de inteligência de mercado, mapeamentos setoriais e experiências institucionais relevantes, tais esforços permanecem desconectados entre si, não sendo organizados sob um arranjo institucional coerente, dotado de prioridades claras, mecanismos de coordenação interinstitucional e horizonte de longo prazo. As próprias ações de mapeamento e produção de informação estratégica aparecem como respostas compensatórias à ausência de diretrizes consolidadas, voltadas mais à compreensão ex-post do setor do que à sua indução prospectiva.

Adicionalmente, os depoimentos evidenciam que a fragilidade da política pública transfere parte significativa dos riscos para empreendedores e trabalhadores, que passam a operar em um ambiente marcado por instabilidade, descontinuidade, compressão de prazos e exigências incompatíveis com os ciclos tecnológicos do setor espacial. O Estado surge, nesse contexto, mais como cliente eventual ou financiador episódico do que como indutor de capacidades produtivas, reforçando trajetórias defensivas, adaptativas e de

curto prazo. Ao mesmo tempo, a análise revela que há capacidades técnicas acumuladas no interior do próprio Estado, diagnósticos emergentes e visões estratégicas incipientes sobre a necessidade de transformação do papel governamental, como expresso na entrevista estruturada com servidor da AEB, que aponta para um deslocamento desejado do modelo clássico de dependência de contratos públicos para uma atuação estatal mais estratégica e coordenadora. Todavia, essas visões ainda se localizam no plano individual e não se materializaram como política pública em curso, carecendo de institucionalização, instrumentos formais e continuidade administrativa. Dessa forma, o que se observa não é a ausência absoluta de ação estatal, mas a ausência de uma política pública propriamente dita, entendida como um conjunto coerente de objetivos, instrumentos, prioridades e mecanismos de implementação capazes de orientar, de forma consistente, o desenvolvimento industrial e empreendedor do setor espacial brasileiro. O resultado é um ecossistema que se estrutura de maneira adaptativa e defensiva, desperdiçando parte do potencial acumulado no Estado e nas instituições de ensino e pesquisa, ao mesmo tempo em que impõe custos elevados aos atores privados e ao trabalho qualificado, confirmando, de forma consistente, a validade da Hipótese G3.

5.3 Eixo Empresa

Hipótese E7: Existe um cluster do setor espacial em Brasília.

Hipótese E8: O cluster do setor espacial localizado em Brasília apresenta características distintas daquele consolidado em São José dos Campos.

No que se refere à hipótese **Hipótese E7**, de que existe um cluster do setor espacial em Brasília, os relatos obtidos junto aos grupos focais do setor produtivo e o governamental e nas entrevistas estruturadas contando com a participação de ex-gestores da AEB, membros da Força Aérea e gestores da Universidade permitem identificar evidências claras da presença dos elementos constitutivos de um *cluster*, ainda que os próprios entrevistados relativizem o grau de maturidade desse arranjo, em especial quando comparado a polos industriais tradicionais, como São José dos Campos.

Os entrevistados reconhecem a emergência de um sistema produtivo local articulado a partir da interação entre universidade, agência governamental e iniciativas empresariais, indicando a existência de um núcleo estruturante baseado na produção e circulação de conhecimento, elemento central para a caracterização de clusters intensivos

em tecnologia. Esse reconhecimento, contudo, é acompanhado de uma compreensão situada do conceito de cluster, associada às especificidades territoriais de Brasília. Como afirma um dos entrevistados do grupo focal governamental, “acho que a questão de *cluster*, ela depende muito da vocação do local, como das condições que o local também”, sugerindo que a configuração do *cluster* brasileiro não se ancora prioritariamente em densidade industrial, mas em ativos institucionais e relacionais. Outro componente essencial de um *cluster* é a presença de instituições de governo e de mecanismos de interação contínua entre atores públicos e privados. Nesse sentido, os entrevistados destacam que “a gente tem muitas agências governamentais aqui, ou seja, a capital do país, enfim, e outra, a gente tem embaixadas aqui. Então isso abre oportunidades para eles acessarem negociação, o mundo, essas empresas acessarem”, evidenciando o papel singular de Brasília como espaço de articulação política, diplomática e regulatória.

A própria AEB é reconhecida como um ambiente de integração entre academia, governo e setor produtivo, no qual circulam informações estratégicas e demandas do setor. Um dos entrevistados do Grupo focal governamental observa que “governo tem essa possibilidade de você ter esse aprendizado, pegar a academia, pegar o setor privado e o público, colocar tudo junto”, reforçando a função da agência como plataforma de mediação institucional. Essa dinâmica se manifesta também na circulação contínua de atores e problemas, como relatado: “é porque você recebe também pessoas de vários locais mesmo (...) lá no Ministério mesmo da indústria, vocês recebem isso o tempo inteiro”, e na lógica de identificação de demandas concretas: “o pessoal fala, olha, eu tenho um problema com isso, problema com aquilo. Então assim, esse numerando problema, você tem que criar uma solução”. Do ponto de vista dos empreendedores e egressos, esse arranjo relacional é valorizado menos pelo acesso direto a recursos financeiros e mais pela possibilidade de inserção qualificada nesses ambientes institucionais, como sintetiza a fala: “O que a gente pega em relação à questão do governo é, Ah, não quero dinheiro. Eu quero a oportunidade de eu estar nesse ambiente e você me proporcionar isso. Então, por exemplo.” Essa percepção reforça que o cluster brasileiro opera como um ecossistema de acesso, circulação e aprendizagem institucional, no qual a proximidade com arenas decisórias, redes estratégicas e processos de formulação de políticas constitui um ativo central. Esses elementos indicam a percepção de um cluster em Brasília, ainda que particularizado, que se estrutura menos como um polo industrial clássico e mais como um cluster relacional e institucional, ancorado na capacidade de articulação, formulação de problemas, negociação e coordenação entre múltiplos atores

do sistema espacial.

Devemos lembrar ainda que papel da burocracia estatal já tinha sido fator determinante para a criação do curso de Engenharia Aeroespacial na UnB aqui no DF.

Outro elemento central para a caracterização de *clusters* é a disponibilidade de mão de obra qualificada e sua circulação entre universidade, governo e empresas. Nesse aspecto, os relatos indicam que Brasília concentra um contingente expressivo de profissionais altamente qualificados, formados em áreas estratégicas, com destaque para o papel do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB como principal formador desse capital humano especializado. Essa centralidade é reforçada pelo depoimento de um servidor da AEB, ao afirmar que “hoje em dia, o curso de engenharia aeroespacial da UnB tem formado muitos alunos de alto calibre, muitos deles acabam passando pela AEB em seus estágios de graduação”, evidenciando a conexão direta entre formação acadêmica e inserção institucional. Segundo o entrevistado, “aqui eles são inseridos no contexto de um programa espacial e acabam percebendo áreas específicas de atuação que possuam sinergias com seus temas de estudo e pesquisa de interesse”, o que contribui para a orientação profissional e para a identificação de nichos de atuação no setor. Nesse sentido, o curso aparece como um ator estruturante do *cluster* emergente não apenas por formar engenheiros, mas por alimentar continuamente o ecossistema local com profissionais que transitam entre universidade e governo, convertendo essa experiência em iniciativas empreendedoras, como sintetiza a afirmação de que “as principais *start-ups* do DF na área nascem de ex-alunos da UnB, em grande parte que também passaram pela AEB, seja em estágio ou como terceirizados”.

Entretanto, essa capacidade formativa não encontra correspondência proporcional na absorção dessa mão de obra pelo mercado local. Como observa um dos empreendedores, “e toda essa mão de obra qualificada sem emprego, (...) uma oferta muito alta. Então a gente consegue ter profissionais qualificados, tendo uma folha salarial que não pesa e que permite você entender”. A fala evidencia que o próprio sucesso do curso na formação de profissionais altamente qualificados contribui para a criação de um excedente de mão de obra, em um contexto no qual o setor espacial ainda não dispõe de um parque industrial robusto nem de políticas públicas capazes de gerar empregos compatíveis com esse nível de qualificação.

Os relatos do grupo focal do setor produtivo indicam, ainda, que a emergência do empreendedorismo no cluster brasiliense não se deu apenas por uma vocação inovadora espontânea, mas também como resposta à escassez de oportunidades profissionais. Essa

percepção aparece de forma clara quando um dos egressos afirma que “a minha geração com a geração deles é que a gente já não tem tanta necessidade de inovar tanto quanto eles”, explicando que isso ocorre porque “já tinha alguma coisa feita”, enquanto, para as gerações mais recentes, a alternativa empreendedora surge menos como escolha e mais como necessidade. Essa diferença é sintetizada na afirmação: “Eu quero fazer isso, quero, mas não é obrigado”, indicando que, no estágio inicial do cluster, o empreendedorismo funcionou como uma estratégia de inserção diante da ausência de alternativas ocupacionais estruturadas.

Nesse cenário, o curso de Engenharia Aeroespacial da UnB cumpre um papel central no processo de consolidação do cluster, sendo um ativo fundamental do ecossistema ao fornecer a base técnica e cognitiva que viabiliza a emergência de empresas, projetos e iniciativas no setor espacial brasileiro. Por outro lado, a ausência de políticas públicas estruturadas para a absorção dessa mão de obra faz com que o ônus do ajuste recaia sobre os próprios trabalhadores, que enfrentam compressão salarial, instabilidade ocupacional e trajetórias profissionais marcadas pela precariedade inicial. Assim, embora o curso seja indispensável para a constituição do cluster e atue como seu principal provedor de capital humano, sua atuação, na ausência de políticas industriais e de emprego compatíveis, acaba sustentando um modelo de desenvolvimento no qual a abundância de mão de obra qualificada viabiliza o ecossistema produtivo, inclusive seu florescimento inicial, mas ao custo da desvalorização relativa do trabalho, evidenciando limites estruturais desse arranjo.

Dito isso, considerando as evidências empíricas analisadas, a **Hipótese E7**, de que existe um **cluster** do setor espacial em Brasília, **não pode ser rejeitada**. Os relatos dos grupos focais do setor produtivo e governamental e das entrevistas estruturadas indicam, de forma consistente, a presença dos principais elementos constitutivos de um cluster intensivo em conhecimento: a articulação, ainda que intermitente e desarticulada, entre universidade, agência governamental e iniciativas empresariais; a circulação de informações estratégicas e de atores qualificados; a existência de espaços institucionais de mediação; e a disponibilidade contínua de mão de obra altamente qualificada, fortemente ancorada no curso de Engenharia Aeroespacial da UnB. Embora os próprios entrevistados reconheçam que esse arranjo ainda não apresenta o grau de maturidade, densidade industrial ou escala produtiva observado em polos consolidados como São José dos Campos, os dados apontam para um cluster em processo de consolidação, com características próprias, predominantemente relacional, institucional e informacional.

Trata-se de um ecossistema que opera menos pela concentração fabril clássica e mais pela proximidade com centros decisórios, pela capacidade de articulação política, regulatória e diplomática e pela circulação de capital humano especializado.

Assim, Brasília reúne condições estruturais claras para ser caracterizada como um *cluster* espacial emergente e florescente, ainda que marcado por limites relevantes associados à ausência de políticas públicas estruturadas de fomento industrial e de absorção da mão de obra qualificada que ele próprio produz.

Em relação à **Hipótese E8**, de que o *cluster* do setor espacial localizado em Brasília apresenta características distintas daquele consolidado em São José dos Campos, as falas dos entrevistados destacam diferenças históricas, produtivas e estratégicas entre o arranjo tradicional de São José dos Campos e o cluster emergente de Brasília. No grupo focal governamental, os entrevistados descrevem São José dos Campos como um cluster constituído a partir de trajetórias institucionais específicas, fortemente vinculadas ao Estado e à indústria tradicional do setor espacial. Essa origem é apresentada quando afirmam que “o que diferencia ela e São José dos Campos [é] porque São José dos Campos foi montada naquela ideia de que as empresas que são de São José são formadas por ex-funcionários do INPE ou ex-funcionários da Força Aérea”. Essa configuração histórica explica, segundo os próprios entrevistados, o perfil produtivo dominante naquele território, uma vez que “eles são do setor de *upstream*, eles são do setor que vai fabricar satélite, que vai fabricar componentes, porque a visão de vida deles é você fornecedor do INPE e da Força Aérea”. Trata-se, portanto, de um cluster industrial clássico, orientado à manufatura, à produção de *hardware* e à lógica de fornecimento para grandes programas estatais, o que reforça sua dependência de projetos públicos de grande escala.

Em contraste, os relatos indicam que o cluster emergente de Brasília se estrutura a partir de uma lógica distinta, tanto em termos de modelo de negócios quanto de inserção no setor espacial. Ao se referirem aos empreendedores formados nesse ambiente, os entrevistados do Grupo Focal governamental afirmam que “eles saíram dessa visão de setor e entraram de fato no *New Space*” e reforçam que “eles estão praticando *New Space*”. Essa distinção não é apenas retórica, mas estratégica, pois, segundo os participantes, “eles ganham uma vantagem competitiva muito grande, porque o setor ainda está *old*, ou parte do setor ainda está *old*”. A fala evidencia que o cluster brasileiro se posiciona em um segmento mais flexível, orientado a serviços, dados, aplicações e modelos de negócio menos dependentes da produção industrial pesada. Essa orientação é incrementada pelas características institucionais do território, como destacado no grupo

focal governamental, indicando que a vocação do cluster de Brasília está fortemente associada à sua capacidade de articulação política, diplomática e regulatória, o que amplia o alcance internacional e a inserção estratégica das iniciativas empreendedoras vinculadas ao *New Space*.

Essa distinção é claramente reforçada no relato de um servidor da AEB, ao afirmar que “o DF aparentemente está desenvolvendo um setor espacial diferenciado daquele clássico de São José dos Campos”, indicando que não se trata apenas de estágios distintos de maturidade, mas de modelos de organização produtiva distintos. Segundo o entrevistado, enquanto São José dos Campos permanece fortemente associado ao setor *upstream*, voltado à fabricação de satélites, foguetes e componentes de alta intensidade tecnológica, em Brasília “as start-ups estão mirando muito mais o *downstream* do que *upstream*”. Essa orientação é interpretada como uma resposta às condições estruturais do território, uma vez que, “talvez, motivados pela falta de acesso direto ao setor produtivo de tecnologia dura (satélites e foguetes), os jovens profissionais se desdobrem para criar modelos de negócios baseados em aplicações”. O relato sugere que o *cluster* brasiliense se organiza a partir de uma lógica adaptativa, na qual a ausência de um parque industrial consolidado não impede a inserção no setor espacial, mas direciona os empreendedores para nichos baseados em serviços, dados e aplicações com alcance “regionais, nacionais e internacionais”. Ao aproximar esse modelo daqueles “seguidos por países de menor expressão tecnológica, mas com alta capacidade empresarial”, o entrevistado reforça a ideia de que o cluster de Brasília se estrutura menos pela produção de hardware e mais pela exploração criativa de oportunidades no *downstream*.

Essa diferença de orientação produtiva também se reflete na relação com o território. Enquanto São José dos Campos aparece como um cluster fortemente territorializado, associado a um parque industrial específico, os entrevistados destacam que o cluster de Brasília opera de maneira menos localizada. Isso é destacado quando afirmam que “a ideia do cluster [...] também não está muito localizada, não precisa ser localizada”, pois “é onde quer que eles atuem, mas pelo modo de atuação deles, diferente, virtual, virtual territorial, não territorial”. Essa característica reforça a noção de um cluster relacional e cognitivo, no qual a proximidade institucional, as redes de contato e o acesso à informação estratégica são mais relevantes do que a localização industrial. Os entrevistados pontuam a própria adequação de São José dos Campos como espaço para empresas orientadas ao *New Space*, ao afirmar que “talvez se você seja uma empresa que queira ser do *New Space*, estar em São José seja um atraso”, complementando que isso

ocorre “porque você é contaminado” por uma lógica produtiva mais tradicional. Essa crítica revela a percepção de que os dois clusters não apenas são diferentes, mas operam segundo paradigmas tecnológicos e organizacionais distintos.

Outro elemento distintivo diz respeito à relação com o governo que aparece com clareza nas falas do grupo focal do setor produtivo. Enquanto São José dos Campos é associado a uma dependência histórica de grandes contratos públicos e da infraestrutura militar e tecnológica, Brasília é percebida como um espaço em que a proximidade com o Estado opera menos como fonte direta de financiamento e mais como mecanismo de acesso institucional, construção de credibilidade e articulação estratégica, sem necessariamente implicar subordinação produtiva. Essa lógica é demonstrada quando um entrevistado afirma: “O que a gente pega em relação a questão do governo é, ah, não quero dinheiro. Eu quero a oportunidade de eu estar nesse ambiente e você me proporcionar isso.” A diferença aparece ainda na forma como a inserção institucional viabiliza conexões internacionais e legitimação externa, como ilustrado na fala: “A AEB assinou um memorando de entendimento com a agência espacial espanhola, a agência mais nova do mundo. Que que eles estão contratando, que que eles estão olhando pra cá, que qual que é o interesse é tal? Coloca assim as brasileiras para conversar com a agência espacial espanhola.” Nesse mesmo sentido, os entrevistados destacam que “outra coisa é você estar na comitiva do governo, porque a partir do momento em que o outro contratante do outro lado é o outro governo, ele vai entender você como uma indústria que seu governo confia”, indicando que a proximidade com o Estado funciona como selo de confiabilidade. Essa estratégia aparece de forma concreta quando um empreendedor relata: “Então eu digo assim, muitas vezes a gente se ancorou para fechar com o governo do Azerbaijão. Do lado da agência para ganhar credibilidade.” Ao mesmo tempo, os próprios participantes reconhecem que “Brasília (...) é mais dependente da relação do governo do que São José dos Campos”, o que indica não apenas uma distinção entre os dois *clusters*, mas formas qualitativamente distintas de dependência e de inserção institucional, nas quais o governo atua como mediador relacional e diplomático no caso brasiliense, em contraste com a lógica produtivo-industrial mais consolidada observada em São José dos Campos.

Considerando as evidências compiladas, a **Hipótese E8**, de que o *cluster* do setor espacial localizado em Brasília apresenta características distintas daquele consolidado em São José dos Campos, **não é rejeitada**, uma vez que os relatos analisados indicam de forma consistente que o cluster do setor espacial localizado em Brasília apresenta

características distintas daquele consolidado em São José dos Campos. Enquanto o arranjo de São José dos Campos se configura como um cluster industrial clássico, historicamente ancorado na manufatura de hardware, na lógica de *upstream* e na dependência de grandes projetos estatais conduzidos por instituições como o INPE e a Força Aérea, o cluster brasiliense emerge a partir de uma configuração informacional, relacional, institucional e cognitiva, menos territorial e menos dependente da produção industrial pesada. Brasília se estrutura como um ecossistema orientado ao New Space, com foco em serviços, dados, aplicações, modelos de negócio flexíveis e atuação em mercados internacionais, no qual a proximidade com o Estado opera sobretudo como ativo de articulação, credibilidade e acesso a espaços decisórios e diplomáticos, e não primordialmente como fonte direta de financiamento. Nesse sentido, o cluster de Brasília pode ser caracterizado como um cluster institucional-relacional, sustentado pela interação entre universidade, agência governamental e iniciativas empreendedoras, pela circulação de informação estratégica e pela capacidade de mediação política e internacional, contrastando com o perfil industrial-tecnológico mais maduro, territorial e produtivamente dependente do Estado que caracteriza São José dos Campos. Essas diferenças confirmam que se trata não apenas de graus distintos de maturidade, mas de paradigmas organizacionais e produtivos distintos, o que sustenta empiricamente a não rejeição da Hipótese E8.

6 CONCLUSÃO

Este artigo examinou as evidências empíricas e institucionais associadas à configuração do setor espacial no Distrito Federal, buscando avaliar em que medida esse arranjo pode ser compreendido como um cluster produtivo emergente, à luz dos referenciais de sistemas setoriais e regionais de inovação. Ao fazê-lo, o artigo também contribuiu para a estratégia analítica da tese ao deslocar a hipótese da preponderância estatal, previamente demonstrada em nível teórico, histórico e quantitativo, para a escala regional e qualitativa, permitindo observar como essa preponderância se manifesta, se reconfigura e é reinterpretada no território. A análise das trajetórias empresariais, das interações entre universidade, governo e setor produtivo e das estratégias de inserção das firmas permitiu identificar a formação de um arranjo específico, ainda incipiente, mas dotado de características próprias que o diferenciam dos polos tradicionais do setor espacial brasileiro. Tal achado reforça a ideia de que a dinâmica do Sistema Nacional de Inovação brasileiro não é homogênea, mas se expressa por meio de combinações territoriais distintas entre Estado, universidade e mercado.

Há evidências da existência de um cluster do setor espacial em Brasília, ainda que com características substantivamente distintas do cluster tradicionalmente consolidado em São José dos Campos. Trata-se de um arranjo produtivo emergente, pequeno e incipiente, cuja lógica de funcionamento, perfil produtivo e trajetória histórica desafiam interpretações clássicas sobre clusters tecnológicos fortemente ancorados em parques industriais, contratos públicos e grandes programas estatais. Nesse sentido, o caso do DF tensiona leituras simplificadas segundo as quais a presença estatal conduz necessariamente à reprodução de modelos industriais tradicionais, indicando a possibilidade de trajetórias alternativas dentro de um mesmo arranjo nacional.

Em primeiro lugar, o cluster brasiliense se diferencia por não ter como eixo central a manufatura de satélites, componentes ou sistemas espaciais, mas sim a atuação no segmento de aplicações espaciais, serviços, dados e modelos de negócio downstream. Essa distinção não é meramente setorial, mas profundamente histórica e institucional. Enquanto São José dos Campos se estruturou a partir da presença do INPE, da Força Aérea Brasileira e de uma cultura técnico-industrial associada à produção de hardware e à lógica de fornecimento para grandes programas governamentais, Brasília desenvolveu um arranjo produtivo que emerge justamente da ausência desse parque industrial pesado. Essa ausência, longe de representar apenas uma limitação, funcionou como condicionante

estruturante de uma especialização distinta, coerente com as bases de conhecimento disponíveis localmente e com o perfil formativo da universidade. No caso paulista, a trajetória profissional dos fundadores das empresas, frequentemente ex-funcionários do INPE ou da FAB, moldou um cluster clássico, fortemente dependente de encomendas públicas, projetos de grande escala e ciclos longos de investimento. Já no caso brasiliense, a falta de acesso direto à “tecnologia dura” (satélites e lançadores) funcionou como um fator de direcionamento estratégico, empurrando os empreendedores para nichos mais flexíveis, baseados em software, soluções educacionais, aplicações e soluções customizadas.

Essa configuração explica por que o cluster de Brasília é menos dependente de demanda e editais governamentais como fonte direta de receita, embora utilize o governo de maneira estratégica como intermediário diplomático, institucional e informacional para acessar o mercado internacional, que, segundo os relatos analisados, constitui seu principal cliente. Observa-se, portanto, uma reconfiguração do papel estatal: de financiador direto e comprador dominante para mediador institucional e facilitador de inserção externa. Paradoxalmente, foi justamente essa orientação externa que tornou possível o surgimento de um cluster produtivo em um território sem tradição industrial ou tecnológica consolidada no setor espacial. Ao mirar mercados regionais, nacionais e internacionais, as empresas brasilienses passaram a operar em uma lógica semelhante à de países com menor densidade tecnológica, mas com elevada capacidade empresarial, criatividade institucional e habilidade de inserção em cadeias globais de valor no downstream espacial.

O surgimento desse cluster está intimamente ligado à criação do curso de Engenharia Aeroespacial da UnB, em 2012. Concebido com uma proposta inovadora e internacionalizada, tanto em termos de currículo quanto de corpo docente, o curso não foi desenhado em articulação com arranjos produtivos locais existentes. Essa desconexão produziu efeitos ambíguos. Por um lado, gerou dificuldades concretas de inserção profissional, especialmente no que diz respeito à oferta de estágios, dada a escassez de empresas do setor na região. Por outro, acabou criando as condições para uma resposta empreendedora endógena, na medida em que muitos estudantes egressos apresentavam baixa disposição para mobilidade geográfica, preferindo permanecer em Brasília por razões pessoais, familiares e institucionais. Nesse ponto, confirma-se empiricamente a tese de que a universidade opera como infraestrutura formadora de capital humano e como vetor indutor de trajetórias produtivas, mesmo quando tal indução não decorre de

planejamento explícito.

É nesse contexto que ganham relevância as experiências de alguns egressos que estagiaram na AEB, particularmente na DIEN, sua diretoria de inteligência estratégica e novos negócios. A exposição a informações estratégicas, redes de contato e ao funcionamento interno do setor permitiu a esses jovens profissionais identificarem vícios estruturais, dependências excessivas e nichos pouco explorados da política espacial brasileira. A partir desse aprendizado, surgiram as primeiras startups do cluster, orientadas desde o início por uma visão crítica do setor, por estratégias de internacionalização e pela tentativa deliberada de não reproduzir os modelos de negócios excessivamente dependentes do Estado. Esse processo revela como a interação entre burocracia estatal e formação universitária pode gerar efeitos não intencionais de diversificação produtiva no interior de um sistema historicamente centralizado.

O estágio obrigatório previsto no curso de Engenharia Aeroespacial da UnB desempenhou, então, um papel central na consolidação inicial do cluster. Ele criou um círculo de retroalimentação, ainda que ambíguo mais uma vez: de um lado, forneceu mão de obra jovem, qualificada e de baixo custo para as startups nascentes; de outro, ofereceu aos estudantes oportunidades concretas de inserção profissional e aprendizado prático em um setor inexistente até poucos anos antes no território. Esse mecanismo contribuiu para a formação de empresas com ampla visão estratégica, vocação internacional e foco em aplicações espaciais, reforçando a diferenciação estrutural do cluster de Brasília em relação ao de São José dos Campos. Observa-se, assim, uma dinâmica de coevolução entre universidade e empresas locais, na qual escolhas curriculares e exigências institucionais impactam diretamente a configuração do arranjo regional.

Apesar desses avanços, é fundamental reconhecer que a formação e o desenvolvimento desse cluster não foram resultados de políticas públicas planejadas ou articuladas. Pelo contrário, sua trajetória é marcada por uma sucessão de coincidências institucionais, iniciativas individuais e adaptações oportunistas, tanto do ponto de vista da universidade quanto da agência espacial e do governo local do DF. Tal constatação dialoga com o diagnóstico mais amplo da tese acerca da volatilidade e da descontinuidade das políticas públicas brasileiras, reforçando a necessidade de coordenação estável e de longo prazo para a consolidação de capacidades inovativas. Essa ausência de planejamento estratégico impõe limites claros à expansão e à consolidação do cluster. Sem políticas consistentes de fomento à inovação, à indústria local e ao setor espacial como um todo, há o risco de que o arranjo produtivo permaneça pequeno, frágil e

excessivamente dependente das trajetórias das empresas pioneiras.

Por fim, para que o cluster espacial de Brasília se transforme em uma alternativa produtiva efetiva de alta tecnologia para a economia do DF, será indispensável a construção de um ambiente institucional mais favorável. Isso inclui políticas de apoio à criação de novas startups, instrumentos de financiamento adequados ao perfil de empresas de serviços e dados, estratégias de internacionalização e mecanismos que reduzam a dependência indireta do setor governamental. Mais amplamente, requer-se a articulação entre política científica, política industrial e estratégia espacial nacional, de modo a integrar o potencial formativo da universidade às demandas produtivas e às prioridades de desenvolvimento do país. Caso contrário, o cluster corre o risco de reproduzir, em nova escala, as vulnerabilidades já conhecidas do setor espacial brasileiro: sensibilidade a crises fiscais, instabilidade da demanda pública e dificuldades de sustentação de longo prazo. A singularidade do cluster brasiliense reside justamente em seu potencial de romper com esse padrão — potencial que, até o momento, permanece aberto e ainda em disputa. Assim, o caso analisado reafirma a centralidade do Estado e o papel estratégico da universidade no SNI brasileiro, ao mesmo tempo em que evidencia que sua eficácia depende menos da mera presença institucional e mais da qualidade da coordenação, da estabilidade das políticas e da capacidade de articulação sistêmica entre escalas nacional, setorial e regional. A centralidade do Estado no SNI, porém, não precisa ser essencialmente uma vulnerabilidade, podendo ser também um meio para viabilização de políticas públicas centralizadas, coordenadas e perenes para o fomento dos sistema de inovação brasileiro.

7 REFERÊNCIAS

- Abstartups. *Playbook-PitchGov*. São Paulo: ABStartups, 2025. Disponível em: <https://abstartups.com.br/wp-content/uploads/2025/06/Playbook-PitchGov.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- Agência Espacial Brasileira (AEB). *Explorador de dados de capital humano. Observatório Espacial*. Disponível em: <https://observatorio.aeb.gov.br/dados-e-indicadores/tema-capital-humano/explorador-de-dados-de-capital-humano>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- Agência Espacial Brasileira (AEB). *Instituições do setor espacial brasileiro*. Observatório do Programa Espacial Brasileiro, Brasília, [s.d.]. Disponível em: <https://observatorio.aeb.gov.br/politica-espacial/instituicoes-do-setor-espacial-brasileiro>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- Agência Espacial Brasileira (AEB). *Safe on Orbit*. Catálogo da Indústria Espacial Brasileira. Brasília: AEB, 2025. Disponível em: <https://spaceindustry.aeb.gov.br/pt-br/catalogo/empresa/safe-on-orbit/>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- Asheim, B. T.; Smith, H. L.; Oughton, C. *Regional Innovation Systems: Theory, Empirics And Policy*. *Regional Studies*, V. 45, N. 7, P. 875–891, 2011.
- Cabello, A. F.; Rodrigues, R. N. Ampliação do acesso à Educação Superior com Dispersão Geográfica: o caso dos ingressantes na UnB de 2002 a 2015. *Revista Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*, v. 7, n. 4, p. 60-73, 2020.
- Cabello, A.; Melo, M.; Michels Freitas, L.H.; Ferreira, G.M.; Lima, F.M.C. The Incipient Brazilian Private Space Sector: A Brief Description. *New Space. The Journal of Space Entrepreneurship and Innovation*. Vol. 11, I, Issue 3, September, 2023. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/space.2022.0012>. Acesso em fevereiro de 2026.
- Cabello, A.; Michels Freitas, L.H.; Melo, M. *Brazilian Space Sector: Historical Analysis of the Public Budget*. *Space Policy*. Vol. 62, 2022. ISSN 0265-9646, <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2022.101502>. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265964622000285>. Acesso em fevereiro de 2026.
- Cepik, M.A.C; Souza, J.G.; Dal-Berto, V. R. *The Consolidation Of The Brazilian Space Program*. *Austral: Brazilian Journal of Strategy & International Relations*, v. 12, n. 23, p. 11-39, 2023.
- Dewes, M. F.; Padula, A. D. *Innovation in A Strategic Development Program: The*

Aerospace Program In Brazil. Revista Brasileira De Inovação, V. 11, N. 1, P. 169-194, 2012.

De Negri, F.; Cavalcante, L. R. *Sistemas De Inovação e Infraestrutura De Pesquisa: Considerações Sobre o Caso Brasileiro*. Radar - Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, Brasília, n. 24, fev. 2013.

Dahmen, E. *Development blocks in industrial economics*. Scandinavian Economic History Review, v. 36, n. 1, p. 3-14, 1988.

Dosi, G., 1997. *Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change*. The Economic Journal, Volume 107, Issue 444, 1 September 1997, Pages 1530–1547.

Doloreux, D.; Parto, S. *Regional Innovation Systems: Current Discourse And Unresolved Issues*. *Technology In Society*, V. 27, N. 2, P. 133–153, 2005.

Etzkowitz, H.; Leydesdorff, L. *The Dynamics of Innovation: From National Systems and “Mode 2” to A Triple Helix of University–Industry–Government Relations*. *Research Policy*, V. 29, N. 2, P. 109-123, 2000.

Freeman, C., 1987. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons From Japan*. Frances Pinter, London.

Heidegger, M. (1962). *Being And Time*. 1927. *Trans. John Macquarrie And Edward Robinson*. New York: Harper.

International Astronautical Federation (IAF). *All Iaf Members*. Disponível Em: [https://www.iafastro.org/membership/all-members/?member category=&contact country=brazil&search=](https://www.iafastro.org/membership/all-members/?member%20category=&contact%20country=brazil&search=) Acesso Em: 20 Nov. 2025.

Ideia Space. *O Ideia Space Oferece Jornadas Educacionais Práticas Que Conectam Escolas E Estudantes A Missões Espaciais Reais... Sobre Nós*. Brasília, 2025. Disponível Em: <https://www.ideiaspace.com.br/pt/about>. Acesso em: 22 Dez. 2025.

Klepper, S. *Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle*. *American Economic Review*, 86(3), 562–583, 1996.

Lundvall, B.A *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Anthem press, 2010.

Lundvall, B.A., Johnson, B., *The learning economy*. *Journal of industry studies*, v. 1, n. 2, p. 23-42, 1994.

Malerba, F. *Sectoral Systems Of Innovation: Concepts, Issues And Analyses Of Six Major Sectors In Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Malerba, F. *Sectoral systems of innovation and production*. Research policy, v. 31, n. 2, p. 247-264, 2002

Malerba, F.; Orsenigo, L. *Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific*. *Research Policy*, 25(3), 451–478, 1996.

Mazzucato, M. *O Estado Empreendedor: Desmascarando O Mito Do Setor Público Vs. Setor Privado*. Portfolio-Penguin, 2014.

Mazzucato, M. *From Market Fixing To Market-Creating: A New Framework For Innovation Policy*. *Industry And Innovation*, V. 23, N. 2, P. 140-156, 2016.

Merleau-Ponty, M. *Phénoménologie De La Perception. Phenomenology Of Perception... Translated... By Colin Smith*. London; Humanities Press: New York. 1962.

Mccann, P.; Ortega-Argilés, R. *Regional innovation, R & D and knowledge spillovers: the role played by geographical and non-geographical factors*. *Handbook on the Geographies of Innovation*. Edward Elgar Publishing, 2016. p. 22-44.

Nakahodo, S.N. *Should Space Be Part Of A Development Strategy? Reflections Based Upon The Brazilian Experience*. *New Space*, V. 9, N. 1, P. 19–26, 2021.

Niosi, J. *National Systems Of Innovations Are “X-Efficient”(And X-Effective): Why Some Are Slow Learners*. *Research Policy*, V. 31, N. 2, P. 291-302, 2002.

Nelson, R., Rosenberg, N. *Technical innovation and national systems*. *National innovation systems: A comparative analysis*, v. 1, p. 3-21, 1993.

Paley, J. (2018). *Meaning, lived experience, empathy and boredom: Max van Manen on phenomenology and Heidegger*. *Nursing Philosophy*, v. 19, n. 3, p. e12211, 2018.

Parque de Inovação Tecnológica de São José Dos Campos (PIT). *Zenit Aerospace se associa ao Cluster Aeroespacial Brasileiro*. São José dos Campos, 2020. Disponível em: <https://pitsjc.org.br/noticias/cluster-aero/zenit-aerospace-se-associa-ao-cluster-aeroespacial-brasileiro/> Acesso em: 24 dez. 2025.

Sábato, Jorge A.; Botana, Natalio. *La Ciencia Y La Tecnología En El Desarrollo Futuro De América Latina*. *Revista De La Integración*, N. 1, P. 15-36, 1968.

Universidade de Brasília (UnB). Faculdade do Gama. Curso de Engenharia Aeroespacial. Disponível em: <https://fcte.unb.br/engenharia-aeroespacial/>. Acesso em: 22 nov. 2025.

Universidade de Brasília (UnB). *Memória FCTE – campus UnB Gama*. Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, UnB, 2024. Disponível em: <https://fcte.unb.br/memoria-fga/>. Acesso em: 22 dez. 2025.

Universidade de Brasília (UnB). *Engenharia Aeroespacial: currículo e estrutura curricular*. Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), UnB,

2025. Disponível em:
https://sigaa.unb.br/sigaa/public/curso/curriculo.jsf?lc=en_US&id=414916. Acesso em:
22 dez. 2025.

Universidade de Brasília (UnB). *Pesquisa de egressos da graduação: ano-base 2021 — RAIS 2021*. Diretoria de Avaliação e Informações Gerenciais (DAI). Decanato de Planejamento, Orçamento e Avaliação Institucional (DPO). Brasília: UnB, 2023. Última atualização em: 20 jul. 2023.

Utterback, J. *Mastering The Dynamics Of Innovation*. Harvard Business School Press, Boston, Ma. Utterback, J., 1994.

Vasconcelos, Y. *Startup Brasileira Desenvolve Tecnologia Para Prevenir Colisões No Espaço: Sistema Dará Alertas que Poderão Ajudar A Evitar Choques Entre Satélites e Detritos Ao Redor Do Planeta*. Revista Pesquisa Fapesp, 2 Dez. 2025. Disponível Em:
<https://revistapesquisa.fapesp.br/Startup-Brasileira-Desenvolve-Tecnologia-Para-Prevenir-Colisoes-No-Espaco/> Acesso Em: 22 Dez. 2025.

Zenit Aerospace. *Sobre A Zenit Aerospace*. Brasília, 2025. Disponível Em:
<https://www.zenitaerospace.com/> Acesso Em: 24 Dez. 2025.

3 CONCLUSÃO GERAL DA TESE

Os resultados apresentados ao longo desta tese convergem para uma constatação central: a universidade ocupa uma posição estratégica e estrutural nos sistemas de inovação, especialmente em países como o Brasil, nos quais o Estado desempenha papel preponderante na coordenação do desenvolvimento científico e tecnológico. Essa constatação, elaborada de modo cumulativo ao longo dos quatro artigos, confirma a hipótese central da tese acerca da preponderância estatal no Sistema Nacional de Inovação brasileiro e evidencia que a universidade pública constitui seu principal vértice estruturante. No entanto, essa centralidade não garante, por si só, resultados sustentáveis ou trajetórias virtuosas de inovação. A análise constituída de modo teórico, histórico, quantitativo e qualitativo demonstrou que a presença do Estado, embora condição necessária para a constituição de capacidades inovativas em setores estratégicos, pode converter-se em vulnerabilidade quando associada à descontinuidade, à volatilidade fiscal e à ausência de coordenação estável de longo prazo. A experiência analisada evidencia que, na ausência de políticas planejadas e articuladas, tanto para o sistema universitário quanto para o sistema de inovação como um todo, mesmo iniciativas bem-sucedidas e promissoras podem assumir caráter efêmero, dependente de conjunturas específicas, lideranças individuais ou incentivos difusos e pouco coordenados.

O surgimento do cluster espacial em Brasília ilustra de forma exemplar essa dinâmica. Embora represente um caso relevante de empreendedorismo inovador em um território sem tradição industrial no setor espacial, sua formação ocorreu de maneira oportunista e não intencional, como resultado de combinações contingentes entre a criação de um curso universitário, experiências individuais de egressos e brechas institucionais existentes no sistema. Essa trajetória demonstra que incentivos difusos podem, em determinados contextos, gerar resultados positivos, mas também evidencia os limites desse modelo: sem políticas de fomento claramente orientadas, o cluster permanece pequeno, vulnerável e altamente sensível a choques externos, como crises fiscais, mudanças regulatórias ou retração do apoio institucional indireto do Estado. Reafirma-se, assim, a dupla face da preponderância estatal: ao mesmo tempo ferramenta indispensável de implementação de políticas coordenadas e perenes, e fonte de instabilidade quando da ausência de coordenação continuada.

Nesse sentido, a tese reforça a necessidade de pensar políticas para a universidade e políticas de inovação de forma integrada, superando a fragmentação historicamente observada no Brasil. A tese evidencia que o SNI brasileiro não pode ser compreendido apenas como um conjunto de instituições, mas como um arranjo hierarquizado no qual Estado e universidade formam um núcleo estruturante, cuja eficácia depende da coerência entre formação, financiamento, regulação e estratégia setorial. Nesse sentido, o desenho e a implementação de cursos estratégicos, como os de engenharia em áreas de alta complexidade tecnológica, não podem ser dissociados de uma reflexão mais ampla sobre o território, o mercado de trabalho, a capacidade de absorção local e as estratégias nacionais de desenvolvimento setorial. Do mesmo modo, políticas de inovação que ignoram o papel formador e indutor das universidades tendem a reforçar assimetrias regionais, concentrar recursos em poucos polos tradicionais e limitar o potencial de emergência de novos arranjos produtivos locais. A experiência analisada demonstra que escolhas curriculares e institucionais universitárias possuem capacidade concreta de influenciar trajetórias produtivas, especialmente em contextos nos quais o setor privado apresenta fragilidade estrutural.

A experiência do setor espacial sugere que o planejamento estatal continua sendo condição necessária para a consolidação de capacidades inovativas de longo prazo, ainda que deva assumir formatos mais flexíveis e sensíveis às dinâmicas do paradigma do New Space. Planejar, nesse contexto, não significa engessar iniciativas ou substituir a ação empreendedora, mas criar ambientes institucionais estáveis, com instrumentos de financiamento, regulação e coordenação capazes de transformar experiências pontuais em trajetórias sustentáveis. Significa, sobretudo, converter a preponderância estatal em capacidade estratégica de coordenação intertemporal, reduzindo a volatilidade que historicamente marcou o sistema brasileiro. Sem esse esforço deliberado, há o risco de que clusters emergentes reproduzam padrões conhecidos de dependência do setor público ou desapareçam à medida que os incentivos circunstanciais que os originaram se esgotem.

Dito isso, esta tese sustenta que evitar a efemeridade de experiências como a do cluster espacial de Brasília exige políticas públicas orientadas no tempo, capazes de articular universidade, Estado e mercado em torno de objetivos claros de desenvolvimento.

Tal contribuição permite concluir que a inovação, no caso brasileiro, emerge da interação estruturada entre esses três vértices, mas que é o Estado quem detém maior capacidade de coordenação sistêmica, enquanto a universidade opera como principal

infraestrutura científica e indutora de capacidades. Isso implica ainda em reconhecer que a inovação não emerge apenas da soma de iniciativas individuais bem-sucedidas, mas da construção contínua de arranjos institucionais coerentes. Transformar eventos oportunistas em estratégias estruturantes é, portanto, o desafio central para que a universidade brasileira possa cumprir plenamente seu papel como vetor de inovação, desenvolvimento econômico e transformação territorial no longo prazo.

Por fim, converter a preponderância estatal de fator de vulnerabilidade em instrumento de políticas coordenadas e perenes, e potencializar o papel estratégico das universidades públicas como indutoras de trajetórias setoriais e regionais, constitui, assim, a principal implicação teórica e normativa desta tese.

A fim de ilustrar e sintetizar a arquitetura da tese, facilitando a compreensão de seu arco teórico-histórico-empírico, segue Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – A Arquitetura da Tese.

Elemento	Papel na Tese	Contribuições	Como conecta com o seguinte
Artigo 1	Fundamento conceitual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Define o arcabouço teórico e propõe agenda de pesquisa que norteará a tese. 2. Ele fornece a base teórica que sustenta o argumento central de que o SNI brasileiro é estruturalmente marcado pela preponderância do Estado — não como distorção, mas como característica histórica e institucional. 3. Legitima a escolha metodológica de analisar o Brasil não como “caso malsucedido”, mas como sistema com lógica própria. 4. Fundamento o arcabouço analítico que será base para análise dos artigos empíricos. 5. Legitima metodologicamente a escolha do setor espacial como objeto empírico. 6. Identifica a universidade como vértice estratégico e ao evidenciar que os SNI são moldados por suas trajetórias institucionais e históricas, recomenda a compreensão desse vértice estratégico do ponto de vista da sua gênese e a evolução. 	<p>Fornece a lente teórica para reinterpretar a trajetória do SNI brasileiro e propõe agenda de pesquisa com base em uma investigação histórica do vértice estratégico Universidade e por meio de uma investigação empírica das particularidades desse sistema por meio das lentes setoriais e regionais; tendo como objeto de estudo o setor espacial, apontado pela literatura como referência de melhor desempenho.</p>
Artigo 2	Contextualização histórico-institucional	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ao reconstruir a gênese das universidades no Brasil, do nascimento elitista à separação histórica entre ensino e pesquisa, passando por uma lógica de 	<p>Explica do ponto de vista histórico as particularidades e restrições estruturais do sistema de ensino superior, no qual a Universidade de Brasília está inserida, que serão investigadas a</p>

Elemento	Papel na Tese	Contribuições	Como conecta com o seguinte
		<p>expansão privada mercantil e pela massificação precarizada, o artigo elabora explicação histórica para os limites sistêmicos da produção científica e tecnológica identificados na literatura do artigo 1.</p> <p>2. Mostra que reformas institucionais moldam profundamente a universidade, que políticas públicas (REUNI, ProUni, FIES, UAB) alteram estruturalmente o sistema e mudanças regulatórias produzem impactos sistêmicos duradouros, contribuindo com isso para a fundamentação do argumento de que a universidade é altamente sensível ao desenho de políticas públicas. Portanto, se ela pode ser reconfigurada por políticas expansionistas e mercantilizantes, também pode ser estruturada estrategicamente para atuar como vetor de inovação. Enrobustece, desse modo, o argumento do Estado preponderante como potencial coordenador e centralizador de políticas públicas perenes em inovação.</p>	<p>seguir, do ponto de vista empírico e com enfoque setorial e regional.</p>
Artigo 3	Diagnóstico setorial do SNI espacial	<p>1. Enquanto o Artigo 1 fundamenta teoricamente o papel central do Estado no SNI brasileiro, e o Artigo 2 fundamenta historicamente como o Estado estruturou o vértice universidade e as consequências disso para o SNI brasileiro; o Artigo 3 é a confirmação de forma empírica setorial da</p>	<p>Revela vulnerabilidades estruturais do sistema de pesquisa e inovação brasileiros por meio de evidências quantitativas que explicam a emergência dos arranjos inovativos que serão explorados qualitativamente por meio da análise dos mecanismos de coordenação e dos desafios concretos de articulação entre os atores do</p>

Elemento	Papel na Tese	Contribuições	Como conecta com o seguinte
		<p>tese central, demonstrando com base em dados a preponderância estatal.</p> <p>2. Evidencia ainda a centralidade do Estado e o papel estratégico das universidades públicas na produção científica espacial e em um contexto em que o Estado não é apenas financista, mas organiza, estrutura e condiciona o sistema inovativo.</p> <p>3. Demonstra empiricamente que o Sistema Setorial de Inovação Espacial Brasileiro é estruturado e sustentado pela ação estatal, tanto no financiamento quanto na formação e alocação de recursos humanos altamente qualificados</p> <p>4. Mostra que a universidade é o principal vetor indutor e sustentador da capacidade inovativa em setores estratégicos como o analisado, já que maioria dos pesquisadores está nas universidades públicas e que essas sustentam o estoque de capital humano do setor. Isso robustece a conclusão de que a universidade funciona como infraestrutura científica, formadora de recursos humanos, base de P&D e até mesmo como “amortecedor” institucional em contextos de instabilidade fiscal, dialogando com a fundamentação elaborada nos artigos 1 e 2.</p> <p>5. O artigo abre ainda reflexão sobre a presença do Estado, sob a ótica de que o problema não está na presença do Estado,</p>	<p>sistema, tenho como objeto de estudo o DF.</p>

Elemento	Papel na Tese	Contribuições	Como conecta com o seguinte
		<p>mas a ausência de coordenação, na descontinuidade e na volatilidade da ação estatal.</p> <p>6. Esses resultados reforçam a hipótese central da tese sobre a preponderância estatal no SNI brasileiro e consolidam o argumento de que a universidade pública atua como principal vetor indutor da capacidade inovativa nacional, abrindo espaço para uma investigação exploratória da interação entre esses vértices por meio da análise da dinâmica particular do Distrito Federal.</p>	
Artigo 4	Análise Regional	<p>1. Qualifica o argumento do artigo 1 demonstrando não apenas a preponderância do Estado, mas sua atuação fragmentada, descontínua e pouco coordenada.</p> <p>2. Demonstra como a universidade pode induzir, ainda que não intencionalmente, a formação de um cluster inovativo. Curso não foi criado para atender demanda local, não havia cluster estruturado, não estava articulado a arranjos produtivo e mesmo assim formou capital humano altamente qualificado, alimentou a AEB, gerou <i>start-ups</i> e criou a base cognitiva do cluster. A universidade</p>	<p>Ilustra empiricamente o potencial indutor da universidade, sua capacidade de geração de inovação e os limites da ausência de política coordenada.</p>

Elemento	Papel na Tese	Contribuições	Como conecta com o seguinte
		antecede o mercado e induz o ecossistema.	
		3. Reforça fortemente sua tese de que a universidade é infraestrutura científica, é formadora de capital humano estratégico, é amortecedora institucional e geradora de externalidades sistêmicas.	
		4. Apresenta um SNI que funciona, mas de forma reativa e adaptativa — não coordenada.	
		5. Do ponto de vista da inovação da tese, o artigo contribui teoricamente ao mostrar que em economias periféricas e em setores inovativos específicos, clusters podem emergir a partir da centralidade institucional e não da base industrial.	
		6. Reforça o argumento de que o problema não é a presença do Estado, mas a ausência de coordenação estratégica perene, já que o Estado aparece como indutor (REUNI, criação do curso), formador, mediador internacional, cliente eventual, mas também como fragmentado, descoordenado, volátil e carente de política industrial estruturada.	

Elemento	Papel na Tese	Contribuições	Como conecta com o seguinte
Conclusão Geral	Síntese	Sustenta que a universidade é ator estratégico no SNI brasileiro e que o Estado deve exercer papel coordenador e planejador para evitar a efemeridade de arranjos emergentes. A universidade pública pode induzir ecossistemas inovativos mesmo em contextos periféricos e descoordenados, mas a consolidação dessas capacidades depende de coordenação estatal estratégica de longo prazo. O problema não é a presença do Estado, mas a ausência de coordenação estratégica perene.	Sustenta-se que a UnB e as start-ups surgidas em seu entorno integram um sistema local de inovação, cuja gênese está diretamente associada à criação do curso de Engenharia Aeroespacial, responsável por estabelecer as condições institucionais, formativas e cognitivas iniciais desse ecossistema. Nesse sentido, o argumento articula a abordagem dos sistemas nacionais, setoriais e regionais de inovação ao percurso histórico do ensino superior brasileiro e às políticas recentes que possibilitaram a implantação do curso. Essa reconstrução permite conectar tais transformações institucionais à dinâmica do setor espacial nacional e, de modo particular, à sua configuração no Distrito Federal.

Fonte: Elaboração própria