

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GOVERNANÇA
E DESENVOLVIMENTO

O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL
BRASILEIRA: UMA ABORDAGEM INSTITUCIONAL
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FABIANY MARIA MADE E VELLASCO

BRASÍLIA – DF

2019

O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL BRASILEIRA: UMA ABORDAGEM INSTITUCIONAL

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Governança e Desenvolvimento da Escola Nacional de Administração Pública - ENAP como requisito para obtenção do título de Mestre em Governança e Desenvolvimento.

Aluna: Fabiany Maria Made e Vellasco

Orientador: Prof. Francisco Gaetani

Brasília - DF

2019

Ficha catalográfica elaborada pela equipe da Biblioteca
Graciliano Ramos da Enap

V438d Vellasco, Fabiany Maria Made e

O desenvolvimento da indústria espacial brasileira: uma abordagem
institucional / Fabiany Maria Made e Vellasco. -- Brasília, 2019.

143 f. : il.

Dissertação (Mestrado -- Programa de Mestrado Profissional em
Governança e Desenvolvimento) -- Escola Nacional de Administração
Pública, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Gaetani.

1. Políticas Públicas. 2. Indústria Espacial - Brasil. 3. Agência Espacial
Brasileira (AEB). 4. Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE). I.
Gaetani, Francisco, orient. II. Título.

CDU 658.514

Bibliotecária: Carmenisia Jacobina Ferraz – CRB1/1219

FABIANY MARIA MADE E VELLASCO

**O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL
BRASILEIRA: UMA ABORDAGEM INSTITUCIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Governança e Desenvolvimento da Escola Nacional de Administração Pública - ENAP como requisito para obtenção do título de Mestre em Governança e Desenvolvimento.

Defendida em 29 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Francisco Gaetani, Orientador - ENAP

Prof. Dr. Mauro Silva - ENAP

Prof^ª. Dra. Michele Silva Melo – Agência Espacial Brasileira

BRASÍLIA

2019

Ao meu filhote Caetano, ao meu amado Henrique, à minha incansável mami, ao meu papi amigo e ao meu irmão amado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe e ao meu pai pela vida, pelos ensinamentos, pelo estímulo aos estudos, por acreditarem em mim e por me apoiarem sempre, incondicionalmente. Sem essa base eu não teria vontade, estímulo, ânimo e disciplina para iniciar e terminar o mestrado.

Agradeço ao meu amado por ter me dado todo o suporte para fazer e concluir este projeto! Não foi fácil, mas foi imprescindível ter você para suprir minhas ausências com o Caetano e para me apoiar nas dificuldades.

Agradeço ao Caetano pela compreensão dos momentos em que a mamãe teve que se ausentar ou ficar no escritório estudando. Este projeto cresceu junto de você! Entre 1 e 3 anos de idade você teve que dividir a minha atenção com ele.

Agradeço aos meus sogros por me apoiarem tanto, pela disponibilidade, pela entrega, pelo amor ao Caetano.

Agradeço à AEB por me permitir ampliar meus conhecimentos, cursar o mestrado e aprofundar o entendimento sobre a indústria espacial. O apoio dos meus chefes Petrônio Souza e Michele Melo foi fundamental. Assim como o da Andrea Macera, minha chefe no Ministério da Indústria e o da minha equipe à época.

Agradeço a todos os colegas da AEB que, diariamente, com debates, conversas, dados e estudos puderam trocar conhecimento comigo e me engrandecerem nas compreensões acerca da indústria espacial. Sem essas trocas este trabalho não teria ficado tão rico. À Aline, ao Fábio e ao Akira, um agradecimento especial por colaborarem diretamente na produção de dados utilizados aqui.

Agradeço à ENAP por ofertar um curso com tamanha qualidade e com professores tão capacitados.

Agradeço ao meu orientador e aos membros da banca de qualificação e de defesa por todas as instruções, sugestões e pela dedicação. Vocês foram fantásticos!

Agradeço à minha turma de mestrado por ser tão querida, tão diversa, tão enriquecedora e tão acolhedora! Vocês foram demais!! E mesmo com tudo de bom que houve nesse mestrado, vocês conseguiram ser a melhor parte.

Agradeço aos entrevistados por compartilharem conhecimentos e percepções, assim como às pessoas que antes de mim estudaram o setor espacial, vocês foram ótimas fontes de dados.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AEB	Agência Espacial Brasileira
AFA	Academia da Força Aérea
AIAB	Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANPEI	Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
APLs	Arranjos Produtivos Locais
AST	Acordo de Salvaguarda Tecnológico
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCISE	Comissão de Coordenação de Implantação de Sistema Espaciais
C&T	Ciência e Tecnologia
CTI	Ciência, Tecnologia e Inovação
CAST	Chinese Academy of Space Technology
CBERS	China Brazil Earth Resource Satellite
CCT	Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia
CDPEB	Comitê de Desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro
CEA	Ciências Espaciais e Atmosférica
CEE	Comitê Executivo do Espaço
CF	Constituição Federal
CF 88	Constituição Federal de 1988
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNE	Conselho Nacional do Espaço
CNES	Centre National d'Études Spatiales
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COMAER	Comando da Aeronáutica
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CONFAP	Conselho Nacional de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONSECTI	Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação
DAS	Direção e Assessoramento Superior
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DLR	Agencia Espacial Alemã
DSAD	Diretoria de Satélites, Aplicações e Desenvolvimento da AEB
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EMBRAER	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EMBRAPII	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
EMCFA	Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
END	Estratégia Nacional de Defesa
ESA	European Space Agency
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FAPs	Fundações de Amparo à Pesquisa
FCPE	Funções Comissionadas do Poder Executivo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GTI	Grupo de Trabalho Interministerial
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
ICTs	Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação
IFEs	Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia
IFI	Instituto de Coordenação e Fomento Industrial
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISI	Institutos Senai de Inovação
ISS	Estação Espacial Internacional
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
L-75	Motor de foguete a propelente líquido com capacidade de gerar empuxo de 75 kN
LIT	Laboratório de Integração e Testes
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MD	Ministério da Defesa
MEC	Ministério da Educação
MEI	Mobilização Empresarial pela Inovação
MRE	Ministério de Relações Exteriores
MTCR	Missile Technology Control Regime
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OBT	Observação da Terra
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PESE	Programa Estratégico de Sistemas Espaciais
PMM	Plataforma Multimissão
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PNBL	Programa Nacional de Banda Larga
PND AE	Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
PSM	Plataforma Suborbital de Microgravidade
SACI	Satélite de Aplicações Científicas
SAE	Secretaria de Assuntos Especiais
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SCD	Satélite de Coleta de Dados
SCI	Space Competitiveness Index
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa
SES	<i>Schumpeterian, evolutionist and structuralist</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SGDC	Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas
SICONV	Sistema de Convênios da União
SINDAE	Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
SJC	São José dos Campos
SNCTI	Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação
SNI	Sistemas Nacionais de Inovação
TCU	Tribunal de Contas da União
TELEBRAS	Telecomunicações Brasileiras S.A.
ToT	Transfer of Technology
TRL	Technology Readiness Level
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unidos
VLM	Veículo Lançador de Microssatélites
VLS	Veículo Lançador de Satélites
VSB-30	Foguete de sondagem direcionado a realizar experimentos em ambientes microgravitacionais

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Principais atores do SNCTI

FIGURA 2: A cadeia de valor do setor espacial

FIGURA 3: Número de empresas participantes da cadeia de valor do setor espacial

FIGURA 4: Economia espacial global: a receita mundial de 2017 em bilhões de dólares

FIGURA 5: Ciclo de vida de um projeto espacial

FIGURA 6: Entidades participantes do desenvolvimento tecnológico

FIGURA 7: Solução tecnológica inovadora e suas premissas principais

FIGURA 8: A organização industrial do projeto Galileo

FIGURA 9: Representação do setor espacial a partir da ótica de APLs

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Índice Futron de Competitividade Espacial – agregados totais por país no ano de 2009

GRAFICO 2: Limite orçamentário da AEB – 2009 a 2018

RESUMO

A descoberta científica e a inovação tecnológica são vetores essenciais para a promoção do desenvolvimento social e econômico. A indústria espacial, por sua vez, é intensiva em tecnologia, altamente inovativa e está na fronteira do conhecimento, por isso, apresenta um potencial enorme de indução do desenvolvimento tecnológico e econômico de um país. No entanto, no Brasil, essa indústria é enxuta, apresenta dificuldades financeiras e limitações de desenvolvimento tecnológico. O objetivo principal desta dissertação foi analisar, à luz das teorias institucionalista e evolucionista, como o arranjo institucional do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), no período de 1996 a 2018, condicionou o comportamento dos atores e organizações e causou efeitos sobre o desenvolvimento da indústria espacial brasileira. Para desenvolver a pesquisa, optou-se pela abordagem de estudo de caso, com a triangulação de diferentes fontes de dados (leis e normas gerais; publicações acadêmicas e técnicas; e entrevistas formais). Os principais resultados encontrados apontam para as limitações da Agência Espacial Brasileira (AEB) como centro estratégico; para a concentração de poder nos institutos de pesquisa; para uma relação intensa entre institutos de pesquisa e empresa. Se, por um lado, esta relação permitiu a construção de capacidade industrial no país, por outro, ela é restrita ao desenvolvimento e fabricação de subsistemas. Há resistência dos institutos para que as empresas se tornem integradoras de artefatos espaciais, bem como participem das fases 0 e A das missões espaciais (quando poderiam influenciar na definição do produto sob o aspecto comercial) ou, ainda, detenham a propriedade intelectual dos produtos que desenvolvem para os institutos. Para gerar capacidade de aprendizado e de inovação no setor, é fundamental que as empresas e os institutos não concorram entre si. O arranjo institucional deve gerar incentivos e reduzir as restrições para a participação da indústria, já que condiciona o desenvolvimento desta e também os resultados do próprio PNAE, os quais ficam aquém do esperado. É preciso, então, convergir esforços entre instituições para propiciar o desenvolvimento nacional. Os interesses como nação devem ser maiores e prioritários em relação aos das instituições isoladamente.

Palavras Chaves: indústria espacial, arranjo institucional, Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

ABSTRACT

Scientific discovery and technological innovation are essential for promoting social and economic development. In particular, the space industry is technology-intensive and highly innovative and therefore has a prodigious leading potential for inducing nation's technological and economic development. However, in Brazil, this industry has limited technological development, insufficient financial and human resources. Mainly, this dissertation investigated how different actors and organizations' behaviours were influenced by the institutional arrangement of the National Program of Space Activities (PNAE) between 1996 and 2018. Through the institutionalist and evolutionist theories, this research was a case study that also examined these arrangement's consequences on the progress of the Brazilian space industry. The methodology included crossing information from a wide range of data sources, such as legislation, academic and technical publications, and formal interviews. This analysis revealed substantial limitations on Brazilian Space Agency (AEB), which as designed to be a strategic centre. Additionally, this study also shown a noticeable power concentration in research institutes as well as an intense relationship between research institutes and private companies. Even though this arrangement allowed a minimum industrial capacity to be built in the country, it also restrained major development of subsystems. The research institutes are reluctant to empower private companies to become prime-contractors of space-based artefacts and to allow them to participate in spatial missions phases classified as 0 and A. The cautious is due to the significant risk of commercial interest in product definition and the uncertainty regarding the invention's intellectual property. Finally, this dissertation concludes that the institutional arrangement should encourage private participation by reducing restrictions and increasing incentives, since the special industry's progress is dependent of this arrangement. An underdeveloped PNAE is a strong indicative of the urgent need of integrated efforts to foster national advancement, as well as the necessity of realigning individual's interests towards Brazil's.

KEYWORDS: Space industry, institutional arrangement, Brazil's National Program of Space Activities (PNAE).

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES	8
2.2 ESTRUTURAS DE GOVERNANÇA OU ARRANJOS INSTITUCIONAIS	10
2.3 INSTITUIÇÕES IMPORTAM PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO: SCHUMPETER E A TEORIA EVOLUCIONISTA	15
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	29
4. O AMBIENTE INSTITUCIONAL E AS REGRAS QUE FUNDAMENTAM O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E O SISTEMA ESPACIAL	32
4.1. A POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	32
4.1.1. <i>Legislação</i>	32
4.1.2. <i>A Estratégia de CT&I e o Sistema Nacional de CT&I</i>	35
4.1.3. <i>As instâncias de governança e a descentralização da Política de CT&I</i>	37
4.2. A LEGISLAÇÃO QUE DELIMITA O SISTEMA ESPACIAL	40
4.2.1. <i>A Lei de criação da AEB</i>	40
4.2.2. <i>A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)</i>	41
4.2.3. <i>O Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE</i>	44
5. A INDÚSTRIA ESPACIAL	46
5.1. UM PRODUTO ESPECIAL!	49
5.1.1. <i>Os riscos tecnológicos e comerciais</i>	52
5.2. UM RESUMO DAS PECULIARIDADES DA INDÚSTRIA ESPACIAL	55
5.3. O ARRANJO INDUSTRIAL ESPACIAL INTERNACIONAL	56
5.4. O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL NO MUNDO E NO BRASIL	57
5.5. A INDÚSTRIA ESPACIAL BRASILEIRA	62
5.5.1. <i>Identificação, perfil e número de empresas do setor espacial brasileiro</i>	63
5.5.2. <i>Participação da indústria nos projetos de lançadores brasileiros</i>	69
5.5.3. <i>Participação da indústria nos projetos de satélites brasileiros</i>	70
5.5.4. <i>A competitividade da indústria brasileira comparada com a de outros países</i>	74
6. O ARRANJO INSTITUCIONAL HÍBRIDO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PNAE NO PERÍODO DE 1996 – 2018 E O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL	77
6.1. O CENTRO ESTRATÉGICO DO SINDAE	77
6.1.1. <i>A quem o centro estratégico está vinculado e qual o papel deste órgão?</i>	82
6.2. ÓRGÃOS SETORIAIS DO SINDAE	86
6.3. O SETOR PRIVADO NO SINDAE	88
6.4. A INTERAÇÃO ENTRE EMPRESAS E ICT NO SETOR ESPACIAL	89
6.4.1. <i>Atualmente...</i>	90
6.4.2. <i>A que poderia ser...</i>	96

6.5	INCENTIVOS, ESTÍMULOS OU RESTRIÇÕES ENFRENTADAS PELOS AGENTES NO PROCESSO DE INOVAÇÃO	101
7	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	111
	ANEXO I	118
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

1. INTRODUÇÃO

A indústria espacial é intensiva em tecnologia, altamente inovativa e está na fronteira do conhecimento (OCDE, 2013). Utiliza mão de obra muito qualificada; integra conhecimentos e atividades multidisciplinares; é geradora de tecnologia de ponta com rápida evolução; propicia a transferência de inovações para outras indústrias e setores; e desenvolve produtos complexos e de alto valor agregado.

Desde as teorizações de Schumpeter (1934), passando pelas pesquisas empíricas dos anos 50 e 60, compreende-se que o avanço tecnológico compõe a chave para o crescimento econômico. A descoberta científica e a inovação tecnológica são vetores essenciais para incremento da produtividade e para a promoção do desenvolvimento social e econômico em uma sociedade baseada em conhecimento. Por tudo isso, a indústria espacial apresenta um potencial enorme de indução do desenvolvimento tecnológico e, portanto, de impulsionar o crescimento econômico de um país.

As nações que priorizam a política espacial buscam ter autonomia no acesso ao espaço e, portanto, nas atividades espaciais. Para tanto, elas promovem o desenvolvimento da indústria espacial, pois a geração de conhecimento e de inovação não é natural ou automática. Nelson (2008), Dosi (1998), Cimoli *et al* (2007), Peres & Primi (2009) e outros autores veem o desenvolvimento econômico como um processo evolutivo em que o aprendizado tecnológico está no cerne. Além disso, para eles, o desenvolvimento é resultado da interação e da co-evolução das tecnologias, das firmas, da estrutura industrial, e das instituições de suporte e governamentais.

Nelson (2008) considera que as relações de mercado são complexas e estão embebidas por uma estrutura institucional e pelos elementos de cooperação e confiança existentes. Nesse sentido, o papel das instituições econômicas e daquelas de fora do mercado são relevantes, pois elas mantêm uma dinâmica econômica essencial para o desenvolvimento. De forma que não é viável o desenvolvimento da indústria espacial sem instituições de apoio que favoreçam e cooperem para tal.

Segundo Cimoli *et al* (2007), outra questão essencial para a manutenção do dinamismo tecnológico e do desenvolvimento é a progressiva constituição de um setor industrial em expansão e capaz de envolver competências locais em um conjunto de tecnologias centrais. Segundo Fajnzylber (1983, *apud* Peres & Primi, 2009), a industrialização promove a diversificação e favorece o aumento da densidade da economia. Ainda, desde Schumpeter (1934), é sabido que o desenvolvimento econômico é um processo que envolve

uma mudança qualitativa da estrutura de produção, tendo associação entre o desenvolvimento e difusão da inovação (principalmente a tecnológica). Nesse sentido, é relevante considerar a importância da indústria como promotora da inovação e, por isso, este trabalho analisará os segmentos da indústria espacial que trabalham com *hardware* e não aqueles voltados para serviços espaciais.

No Brasil, a política espacial não tem sido prioridade dos governantes e o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) sofre, há anos, com baixos investimentos, piorados por frequentes contingenciamentos. Em decorrência disso, a indústria espacial brasileira é enxuta; composta por empresas de pequeno porte; está territorialmente concentrada em São José dos Campos/SP; vem passando por precária situação financeira, o que acarretou em fechamento de algumas empresas e venda de outras; apresenta limitações de desenvolvimento tecnológicos, sendo dependentes de subvenção econômica. Mantiveram-se no mercado aquelas que diversificaram a produção, comercializando componentes e produtos para outros setores industriais; ou que foram adquiridas, em parte ou na totalidade, por empresas estrangeiras (SAE, 2011).

O Brasil é o quinto país mais populoso do mundo, também o quinto em dimensão territorial e está entre as dez maiores economias do mundo (FMI, 2017), sendo um grande consumidor de serviços espaciais, com destaque para as telecomunicações, além de observação da terra, posicionamento, serviços meteorológicos, dentre outros. Esse é mais um fator que justificaria um alto investimento na política espacial como forma de viabilizar, por exemplo, a produção direta de parte das imagens e dos dados de satélites, em substituição aos milhões de reais que são gastos anualmente¹, por diferentes órgãos governamentais e demais organizações, para comprar imagens de satélites estrangeiros.

Outro ponto crucial que permeia a compreensão sobre a importância da indústria espacial é a questão de autonomia do país para acesso ao espaço. Como envolve *status* e poder, as potências que têm acesso ao espaço hoje – a saber: EUA, Rússia, China, Japão, Índia, Ucrânia, Europa (ESA)², Israel, Irã, Coreia do Sul, Coreia do Norte – dificultam, com embargos comerciais e políticos, o acesso a componentes, subsistemas e sistemas que são fundamentais para o desenvolvimento de satélites e lançadores próprios. Dessa forma,

¹ O valor exato ainda está sendo calculado, porém em apenas uma compra conjunta para imagens de satélites, em 2015, foram gastos cerca de 7 milhões para o período de um ano. Esses dados são da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), a qual informou, ainda, que essa foi a primeira compra conjunta, sendo que poucas instituições públicas fizeram adesão de ata de registro de preços.

² Agência Espacial Europeia: organização intergovernamental de 22 Estados-Membros dedicada à exploração do espaço. Fundada em 1975 e com sede em Paris, França.

dominar as tecnologias de desenvolvimento de satélites e lançadores é fundamental para fortalecer a soberania do país e para promover desenvolvimento econômico. No entanto, essa autonomia depende de aval de grandes países, em especial, dos EUA, com o qual assinamos recentemente o Acordo de Salvaguarda Tecnológico (AST)³, o qual precisará ainda ser apreciado pelo Congresso Nacional.

Uma característica marcante do setor é a dualidade, isto é, o uso civil e militar das atividades espaciais. Isso agrega complexidade ao setor e torna os embargos e restrições ainda mais duros, além de aumentar a sensibilidade das questões de segredo industrial. No Brasil, existem dois programas relacionados ao setor espacial: o Programa Estratégico de Sistemas Espaciais – PESE, de direção militar, e o PNAE, de coordenação civil.

O PESE, coordenado pelo Ministério da Defesa, foi criado em fevereiro de 2012 como forma de operacionalizar a Estratégia Nacional de Defesa (END) naquilo que concerne ao setor espacial. O PESE sofre, desde a sua criação, com poucos recursos e ainda não conseguiu operacionalizar em grande medida suas linhas de ação. O PESE não será objeto deste estudo.

O objeto de pesquisa será a vertente civil do programa espacial. Desde a criação da AEB (Lei n. 8.854, de 10 de fevereiro de 1994), compete a ela a elaboração da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e do Programa Nacional, o PNAE.

A AEB foi criada devido à importância internacional de se ter uma agência civil na coordenação do programa espacial. A gestão civil permite realizar parcerias internacionais, reforçar o uso pacífico do espaço pelo Brasil e a compra de componentes e de sistemas espaciais de outras nações sem sofrer embargos. A questão de coordenação civil é tão importante que a tentativa de aquisição de sistemas espaciais idênticos quando realizada por uma instituição civil brasileira é realizada com sucesso, porém, a mesma tentativa por uma instituição militar brasileira sofre embargos (é o caso de componentes e subsistemas para o desenvolvimento da Plataforma Suborbital de Microgravidade - PSM).

Para a articulação entre atores públicos e privados, no âmbito da implementação de um programa governamental que envolva diversas instituições, sem dúvidas, é necessária a consolidação de um arranjo institucional. Em geral, esse arranjo é formalizado por meio de

³ O AST é um acordo recíproco de proteção de tecnologias. Com a assinatura do AST, os dois países estabelecem compromisso mútuo de proteger as tecnologias e patentes da outra parte contra uso ou cópia não autorizados. Ou seja, o AST com os EUA protege tecnologias norte-americanas e brasileiras. ASTs são praxe no setor espacial. O Brasil já tem acordos semelhantes celebrados com Rússia e Ucrânia. Já os EUA têm Acordos de Salvaguardas com Rússia, Índia e Nova Zelândia.

uma instância decisória responsável por definir as funções de cada órgão nos projetos, estabelecer cronogramas conjuntos, tomar deliberações necessárias ao longo da implementação do programa.

No caso do setor espacial, foi criado, pelo Decreto n. 1953, de 1996, o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), o qual corresponde à estrutura institucional formal do setor, cujo órgão central é a AEB. A finalidade do Sistema é organizar a execução das atividades destinadas ao desenvolvimento espacial de interesse nacional. Ao longo desse trabalho, falar-se-á do funcionamento do SINDAE para se tratar do arranjo de implementação do PNAE.

O PNAE foi elaborado pela AEB no mesmo ano de criação do SINDAE. Desde então, foram editadas mais três versões do Programa (além da de 1996, foram elaboradas as de 1998, 2005 e 2012). Ao longo desses anos, os resultados do Programa, mesmo aquém do planejado, geraram diversos entregáveis à sociedade, dentre eles, 9 satélites (sendo que dois serão lançados em breve), os quais foram gradualmente contendo maior participação da indústria nacional.

No Brasil, as missões desenvolvidas pelo PNAE contêm participação industrial, no entanto, ainda há grande concentração do desenvolvimento e da integração de sistemas espaciais nos institutos de pesquisa e não nas empresas do setor. Dois institutos de pesquisa trabalham diretamente com o setor espacial e ocupam posição de destaque na implementação do PNAE, a saber: o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que é civil e faz pesquisa e desenvolvimento de satélites; e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), o qual é militar e lida com o desenvolvimento de lançadores, conforme dito acima.

O arranjo institucional consolidado na Política Espacial aparenta ter fortalecido em demasia esses institutos de pesquisa, os quais desenvolvem tecnologias, mas têm resistência, ou dificuldades de natureza legal ou administrativa, em repassá-las à indústria. No caso de alguns artefatos, os institutos chegam a comercializá-los, realizando atividades que deveriam ser repassadas ao setor produtivo. Outro impacto da força dos institutos de pesquisa é a tendência de que as missões espaciais planejadas atendam aos interesses de pesquisa desses próprios institutos e não necessariamente às necessidades de resolução de grandes problemas nacionais.

Outro fator que dificulta a sustentabilidade das empresas nacionais é a cadência de demandas para indústria, as quais são baixas e esporádicas. Por uma característica do setor em todo o mundo, as empresas são altamente dependentes de demandas governamentais. Tal dependência deveria concentrar-se principalmente nos desenvolvimentos iniciais de um

produto ou sistema, pois esses são caros, de alto risco e incertezas, e demandam longo período de desenvolvimento. Somado a isso, existe ainda a exigência de que para serem comercializados no mundo esses componentes e sistemas tenham “herança de voo”, isto é, tenham sido qualificados em missões espaciais, as quais geralmente são patrocinadas pelos países de origem das empresas e dos institutos envolvidos.

No entanto, no caso do Brasil, essa dependência perdura mesmo após o desenvolvimento e qualificação em voo de determinada tecnologia, pois muitas vezes o desenvolvimento tecnológico realizado pelas empresas brasileiras não é competitivo internacionalmente e, para piorar, a propriedade intelectual é dos institutos, o que dificulta qualquer aperfeiçoamento e melhoria das empresas para tornar os produtos mais comercializáveis. Esse ponto envolve mais uma fragilidade do arranjo institucional, o qual cria incentivos para a produção de produtos específicos que não são necessariamente comercializáveis internacionalmente. Isso retroalimenta a dependência governamental das empresas do setor.

Além disso, a atuação das empresas brasileiras está restrita ao desenvolvimento e ao fornecimento de componentes e subsistemas, não havendo no âmbito do PNAE, até o momento, a contratação de uma empresa como integradora de satélites ou de lançadores no país. Ao longo do projeto espacial, a participação das empresas está restrita ao desenvolvimento de subsistemas ou exclusivamente ao fornecimento desses, não participando das fases de concepção da missão e da de especificação funcional do projeto como um todo.

Além do instrumento de contratação, o outro incentivo utilizado hoje pelas empresas do setor espacial são as subvenções econômicas (recurso não-reembolsável). Programas que incentivaram o uso de recursos reembolsáveis, como estava previsto, por exemplo, no Inova Aerodefesa⁴, não foram bem-sucedidos nesse aspecto, devido à necessidade das empresas de terem garantia de compras governamentais para realizarem quaisquer investimentos próprios.

Nesse contexto, o Brasil perde oportunidade de desenvolver uma indústria com alto potencial de gerar tecnologia, de comercializar produtos de alto valor agregado, de transbordar tecnologias e inovações para os demais setores produtivos, de empregar mão de

⁴ Segundo VELLASCO (2017, no prelo), o Inova Empresa é um Programa da FINEP e do BNDES que unifica a porta de entrada de acesso das empresas aos instrumentos de apoio dessas duas instituições. Os instrumentos disponíveis para o setor espacial no único Edital lançado em 2014 foram os seguintes: modalidades de financiamento reembolsável, instrumentos de renda variável (participação acionária e aporte em fundos de investimento), financiamento não-reembolsável para Institutos de Ciência e Tecnologia - ICTs em cooperação com empresas e, por parte da Finep, houve também subvenção econômica. Ao final de todo o processo de seleção, as empresas aptas a receberem os recursos não quiseram aqueles reembolsáveis, pois não havia garantia de compra governamental.

obra qualificada, de reter talentos no Brasil e de impulsionar crescimento econômico do país. A motivação de entender a participação do arranjo institucional do SINDAE nesse desenvolvimento limitado da indústria espacial é o que move este trabalho de pesquisa. Dessa forma, a pergunta central do estudo será: qual o efeito da configuração do arranjo institucional de implementação do PNAE, no período de 1996 a 2018, sobre o desenvolvimento da indústria espacial brasileira?

O objetivo geral da pesquisa é analisar como o arranjo institucional vigente condiciona o comportamento dos atores e das organizações e causa efeitos sobre a indústria espacial.

Os objetivos específicos consistem em:

- a) Fazer uma revisão bibliográfica dos institucionalistas e dos evolucionistas como base teórica para análise do objeto de estudo;
- b) Analisar o arcabouço legal que compõe os ambientes institucionais de ciência, tecnologia e inovação e de espaço no Brasil;
- c) Apresentar uma visão geral sobre a indústria espacial no mundo e o papel do Estado no desenvolvimento do setor; bem como o perfil da indústria nacional a partir de um consolidado dos estudos de mapeamento já publicados;
- d) Analisar, por fim, o arranjo institucional de implementação do PNAE e aspectos das relações entre as empresas do setor espacial e os órgãos que compõem o SINDAE, observando a frequência e os custos das transações envolvidos; a estrutura de incentivos; a flexibilidade institucional para lidar com riscos e incertezas; as estratégias de governança bem e malsucedidas.

A hipótese a ser verificada será a seguinte: o arranjo institucional vigente hoje impõe um conjunto de incentivos e restrições à atividade industrial, o qual, ao final, limita o desenvolvimento da indústria espacial.

Entende-se que conhecer o arranjo institucional que dá suporte e regula a atuação da indústria espacial cria condições para repensar esse arranjo, com todos seus incentivos e restrições; desenhar programas que sejam adequados ao perfil do setor; e que colaborem para o desenvolvimento e a sustentabilidade não só do Programa, mas também da indústria espacial.

Dessa forma, além desta Introdução, essa dissertação conta com um Capítulo 2, que traz o referencial teórico dos institucionalistas e dos evolucionistas. À luz dessas teorias buscou-se o entendimento sobre o arranjo institucional do setor espacial, o papel destinado a

cada uma das instituições e as possíveis mudanças relevantes para um desempenho melhor do setor espacial.

Na sequência, é detalhada no Capítulo 3 a metodologia de pesquisa. A abordagem selecionada para a pesquisa foi o estudo de caso. Foram utilizadas diferentes fontes de evidência, para que houvesse uma triangulação entre elas: (i) leis e normas gerais, (ii) publicações acadêmicas e técnicas, e (iii) entrevistas formais. Além disso, o embasamento teórico subsidiou a elaboração de proposições prévias que nortearam a coleta e a análise dos dados.

No Capítulo 4, é apresentada a análise do ambiente institucional em que o setor espacial está envolto, abordando a legislação e a forma de gestão da Política de CT&I⁵, além das legislações específicas sobre o setor espacial.

Na sequência, o Capítulo 5 apresenta uma visão geral sobre a indústria espacial no mundo, detalhando informações sobre a cadeia global de valor e os segmentos que a compõe; as características do produto espacial e, decorrentes destas, as peculiaridades da indústria espacial mundial; o arranjo industrial consolidado internacionalmente; e o papel do Estado no desenvolvimento do setor em todo o mundo. Por fim, a sessão apresenta também o perfil da indústria nacional; a participação desta nos projetos do PNAE; e a competitividade dela quando comparada com outros países.

O Capítulo 6 traz o cerne da análise desta pesquisa, isto é, os detalhes sobre o arranjo institucional híbrido do PNAE no período de 1996 a 2018. São levantados os atores participantes do arranjo e os papéis desempenhados por eles; os elementos de controle e de incentivos usados na implementação do PNAE; bem como o efeito de tais elementos no desenvolvimento da indústria espacial.

Por fim, este trabalho é composto por uma conclusão, que traz os achados dessa pesquisa e algumas recomendações que podem ser adotadas a fim de aprimorar o arranjo atual e proporcionar melhor desenvolvimento para a indústria espacial, para o setor e, conseqüentemente, para o país.

⁵ Hoje a AEB está vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A área espacial é reconhecida por ser um setor localizado na fronteira tecnológica, intensiva em tecnologia e com mão de obra altamente qualificada. Tais características fazem com que os investimentos nessa área sejam de longo prazo (de cinco a dez anos); de valores elevados (milhões de dólares); e com riscos de alto nível, atrelados ao desenvolvimento tecnológico. Assim, a despeito das mudanças recentes (com maior participação do setor privado), a evolução dos programas espaciais ao redor do globo sempre foi muito dependente da participação governamental, como forma de garantir os recursos necessários frente aos riscos inerentes. Nesse contexto, buscou-se aprofundar os conceitos que os institucionalistas e os evolucionistas trazem, para, à luz deles, analisar e compreender o arranjo de implementação do PNAE, o papel destinado a cada organização nesse arranjo, os incentivos e as restrições estabelecidos.

2.1 O papel das instituições

A fim de compreender a relação entre regras, instituições e desenvolvimento, é importante detalhar e esclarecer alguns conceitos que serão relevantes para a análise a ser realizada neste trabalho. O primeiro deles é compreender o conceito de instituição, a partir da definição de Douglas North, para o qual as instituições são as regras formais e informais que regulam as interações sociais ou, ainda, são “as regras do jogo numa sociedade; mais formalmente, representam os limites estabelecidos pelo homem para disciplinar as interações humanas. Consequentemente, e em compensação, estruturam incentivos de natureza política, social e econômica” (NORTH, 1998, p. 7).

Se as instituições constituem a regra do jogo, as organizações são os jogadores. Em outras palavras, são os grupos de indivíduos voltados para determinada atividade, a qual é realizada com um fim específico. São as limitações institucionais impostas que definem o leque de oportunidades e, portanto, os tipos de organizações a serem fundadas.

Por sua vez, o ambiente institucional (*institutional environment*), segundo Davis e North (1971, p.6), é formado pelas regras políticas, sociais e legais mais básicas e gerais que definem os fundamentos para o desenvolvimento do sistema econômico. São essas regras básicas e gerais que definem o sistema político e econômico. As regras do ambiente institucional, contudo, transcendem o sistema político e econômico e definem as regras que os agentes privados estabelecem para si em suas transações econômicas ou nas relações políticas e sociais particulares, as quais constituem os arranjos institucionais (DAVIS e NORTH,

1971). Em outras palavras, o arranjo institucional é um conjunto de regras que define a forma pela qual agentes econômicos podem cooperar ou competir (DAVIS e NORTH, 1971), ou ainda, as regras que definem a forma de coordenar um conjunto específico de atividades econômicas em uma sociedade (FIANI, 2011, p. 4).

Douglass North (1998) ao abordar como as instituições evoluem ao longo do tempo, juntamente com a tecnologia empregada, acaba por determinar como os custos de transação e de produção afetam as decisões dos agentes. Por custos de transação entende-se “aqueles a que estão sujeitas todas as operações de um sistema econômico” (NORTH, 1998, p. 8). A Teoria dos Custos de Transação traz três pontos importantes para a análise (Williamson, 1991):

- (a) As transações e os custos associados a cada tipo irão definir diferentes arranjos institucionais;
- (b) A tecnologia não é determinante da firma; e
- (c) As falhas de mercado são fundamentais para entender os arranjos institucionais.

Quanto mais complexa a economia, maior a quantidade de transações e atores envolvidos na coordenação e operação do sistema. Um ponto muito importante é que a forma de organização do sistema determina também a distribuição de seus benefícios. Logo, os atores têm interesses de organizar o sistema de forma a se beneficiar.

O resultado da organização do sistema econômico vai depender de quatro fatores, a saber (NORTH, 1998):

- (i) acesso à informação, pois essas possuem alto custo e os atores têm acesso a diferentes níveis de informação;
- (ii) tamanho do mercado, o qual dita se o intercâmbio é pessoal (no qual as relações pessoais estabelecem limites ao comportamento dos atores) ou impessoal (sendo os contratos os garantidores de tais limites);
- (iii) cumprimento das obrigações assumidas, considerando que é real e onerosa a dificuldade de se criar um sistema jurídico relativamente imparcial, que zele pela execução dos contratos, reprimindo comportamentos oportunistas; e
- (iv) atitudes ideológicas e percepções, isto é, o modelo mental de como os atores encaram os problemas, pois como a avaliação e a garantia de execução de contratos custam caro, a ideologia tem importância.

Os mercados eficientes serão decorrência de instituições que conseguem oferecer avaliação e execução contratual de baixo custo, não só em um determinado momento, mas

também de forma perene. Daí a importância de um sistema legal eficiente e de uma cultura de respeito aos contratos, pois são os contratos que “regulam” as interações entre os agentes econômicos. Para alcançarem isto, necessariamente precisarão ser flexíveis e se adaptarem às novas oportunidades, pois as instituições têm a atribuição de assegurar o cumprimento dos contratos e, assim, coordenar as atividades econômicas. Além disso, “tais instituições eficientes e adaptáveis têm que oferecer incentivos para a aquisição de conhecimento e instrução, promover inovações e estimular a disposição de correr riscos e criatividade” (NORTH, 1998, p. 11). Em um mundo de incertezas, em que os caminhos de sucesso não estão claros, cabe a essas instituições estimularem os ensaios, aprenderem com os erros e eliminá-los. Também é relevante que elas promovam descentralização das decisões, como forma da sociedade vivenciar diferentes soluções para determinados problemas.

Em termos de aplicação do referencial teórico, North (1998) sugere: (i) analisar as estruturas de incentivo, isto é, o conjunto de oportunidades de determinada nação ou economia; (ii) conhecer os modelos mentais (teorias, dogmas, ideologias e visões) de organizações e empresários para interpretar e analisar as questões; (iii) explorar as características de incentivos das organizações resultantes, principalmente, em termos de problemas que surgirão entre autores e agentes. Nessa pesquisa específica, a análise estará focada nas aplicações dos itens um e três. As questões afetas ao modelo mental dos atores não faz parte do escopo do trabalho.

2.2 Estruturas de Governança ou Arranjos Institucionais

As instituições evoluem ao longo do tempo, se adaptando ao ambiente. Contudo, um cenário onde ocorra a reversão da trajetória institucional implica na criação de novas organizações ou a modificação daquelas já existentes (North, 1998). A reversão depende da percepção de ganhos futuros ou da alteração de expectativas dos empresários. O dilema da mudança institucional consiste em fazê-la de forma brusca, enfrentando comoção social e política, uma vez em que as percepções ideológicas não mudam bruscamente; ou fazê-la de forma lenta, correndo-se o risco de ser sabotada pela burocracia ou pelos grupos de interesse, resultando em reformas distorcidas, dissipadas e diluídas.

Oliver Williamson (2012) apresenta os diferentes arranjos institucionais (ou estruturas de governança⁶) possíveis de organizarem o sistema econômico. A definição desses

⁶ Oliver Williamson emprega o termo “estrutura de governança” no mesmo sentido de “arranjo institucional” de Douglass North. Neste trabalho, será empregado o termo “arranjo institucional”, apesar do arcabouço

arranjos, com vistas a garantir a melhor estrutura de governança e com o menor custo de transação possível, leva em conta três aspectos:

(i) a incerteza: diz respeito ao grau de confiança em antecipar ações. Desse modo, para se proteger em cenários incertos, os contratos tendem a ser mais complexos e com mais garantias;

(ii) a frequência das transações: quanto mais frequente, mais complexa tende a ser a relação entre as partes. Exemplo: a compra recorrente de determinados insumos requer contratos mais detalhados e com regras para atrasos e não cumprimentos; e

(iii) as especificidades do ativo: diz respeito ao quanto os ativos são específicos de tais atividades, isto é, em caso de encerramento das atividades em que grau eles poderiam ser reaproveitados. Segundo Fiani (2013, p. 25), “ativos específicos são aqueles que não podem ser aplicados em uma atividade diferente daquela para a qual foram planejados, sem com isso sofrerem uma redução expressiva no seu valor, além daquela que eventualmente decorra da apreciação pelo uso”.

Com base nos três aspectos, as relações econômicas podem estar organizadas em forma de: (1) mercado, (2) hierárquicas ou (3) de estruturas híbridas. Esse entendimento é importante quando se deseja estudar as condições institucionais mais adequadas para o desenvolvimento econômico.

A estrutura de mercado é a mais impessoal dos arranjos, pois se sustenta pelo mecanismo de preço. O mercado, através dos processos de compra e venda, é o responsável por determinar as transações. Os agentes irão tentar reduzir seus custos, através da barganha e das economias de escala e de escopo. O mercado é a melhor opção de arranjo institucional quando os ativos não apresentam especificidade significativa, no sentido de que as regras que regem as transações desse ativo são gerais e simples de serem aplicadas indistintamente a qualquer transação. Nesses casos, independente da frequência com que as transações acontecem, o mercado demonstra ser a melhor estrutura de governança devido à baixa especificidade do ativo.

A estrutura hierárquica apresenta a verticalização da cadeia produtiva, absorvendo os segmentos a jusante ou a montante, como forma de reduzir os custos. Os mecanismos de controle se tornam mais presentes e atuam para garantir a redução de custo de forma integrada. As decisões se dão pela autoridade hierárquica, como acontece na administração de

teórico de estruturas híbridas e centros estratégicos serem oriundos de Williamson e desenvolvido por Claude Ménard, por exemplo. A escolha do termo a ser utilizado perpassa a ampla variedade de situações em que a palavra governança é empregada, evitando-se assim, possíveis equívocos.

empresas públicas e privadas, na administração pública direta, dentre outros. Nesse ambiente, as relações de interdependência mútuas são muito importantes, por isso, a busca por soluções cooperativas exige forte controle administrativo e poucos incentivos. Essa é a estrutura ideal quando os ativos possuem alta especificidades e a frequência das transações também é alta.

Por fim, as estruturas híbridas se encontram entre as estruturas de mercado e as estruturas hierárquica. Aquelas estão no meio termo exatamente por conterem elementos de incentivos e também de controle, reservando espaço tanto para a adaptação autônoma (como na estrutura de mercado), quanto para a adaptação coordenada (como na estrutura hierárquica). A estrutura híbrida é a ideal quando os ativos envolvidos já apresentam alguma especificidade e as transações acontecem com alguma frequência; ou quando os ativos possuem alta especificidade, no entanto, há baixa frequência de transações. É essa estrutura adequada para compreender o setor espacial, por isso, essa categoria será considerada na análise.

Para o processo de desenvolvimento, são essenciais tanto tecnologias mais sofisticadas, quanto a formação de mão de obra especializada, como é o caso do setor espacial. Ao classificar uma estrutura como híbrida, considera-se, portanto, tanto a especificidade de ativos físicos, quanto dos humanos.

Nesse estudo específico, o setor espacial é idiossincrásico, estratégico e mobiliza recursos variados de grande natureza. Por isso, é importante compreender as condições do arranjo híbrido do setor, que combina ativos muito específicos com incentivos e controles variados. Além disso, esse arranjo institucional híbrido fundamenta-se na necessidade de coordenação de atores públicos e privados para que esses cooperem e trabalhem com vistas à consecução de determinados objetivos econômicos e tecnológicos.

Claude Ménard (2011) foi um dos principais autores a desenvolver os conceitos elaborados por Williamson. Um destes foi o de centro estratégico ou, nos termos de Ménard, “entidade estratégica”. O centro estratégico é responsável pela coordenação das organizações, manipulando os incentivos e controles administrativos de intensidade moderada que caracterizam os híbridos, com o objetivo de preservar a relação entre os agentes, evitando-se, assim, a depreciação dos ativos específicos na forma de recursos compartilhados.

O centro estratégico faz-se necessário, em especial, quando as organizações possuem ativos e direitos compartilhados na relação, assim como o centro estratégico. Nesses casos, embora as organizações possuam recompensas individuais, haverá também aquelas conjuntas cuja relação de alocação entre organizações é definida pelo centro estratégico.

Para Ménard (2011), existe uma extensa variedade de possibilidade de combinações das três dimensões que compõem um centro estratégico, a saber: os ativos específicos, os direitos de decisão e os pagamentos associados com os direitos de propriedade. A presença ou a ausência de uma entidade coordenadora e a extensão de sua autoridade, quando ela existir, que parecem diferenciar os arranjos no amplo espectro das organizações de modelo híbridos.

Ménard (2011) entende que a motivação para os parceiros cederem parte de seus direitos em tomar decisão e optarem por estruturas híbridas, deve-se a três fatores. Primeiro, ao entendimento da complexidade da situação, que se deve à necessidade de coordenar múltiplas transações entrelaçadas ou a um ambiente em processo de mudança. Segundo, as partes podem ver na parceria uma resposta à dependência de recursos, assegurando o acesso a recursos existentes ou facilitando o acesso a novos, em especial, quando o tamanho dos investimentos necessários extrapola as capacidades individuais. Por fim, o terceiro fator consiste no entendimento de que o retorno esperado da interação entre as partes pode não ser calculável *ex ante*.

Assim, os parceiros buscam soluções organizacionais que facilitam negociações *ex post* para compartilhar ativos com os menores custos de transação possíveis. Para isso, são buscados contratos que garantam uma divisão satisfatória dos ganhos. No entanto, a definição dessas regras não é algo trivial. Além disso, a compreensão analítica que se tem a respeito das regras contratuais que realmente funcionam é limitada.

Os arranjos híbridos devem ser sempre monitorados, pois existe uma tensão contínua entre a busca pela estabilidade e a pressão advinda de tentações oportunistas ou de comportamento carona. A esse respeito, diferentes mecanismos podem ser implementados, com vários graus de autoridade sobre os parceiros. Os contratos formais, por exemplo, são importantes por fornecerem uma estrutura, facilitando as decisões e orientando ações conjuntas, em termos de planejamento, de estabelecimento de expectativas recíprocas e de redução de mal-entendidos e erros.

Também, as tecnologias da informação desempenhem um papel importante, assim como os relacionamentos informais, uma vez em que estes são essenciais na construção de laços sociais, os quais permitem o compartilhamento adequado de informações a fim de organizar e consolidar os arranjos híbridos.

Por fim, os híbridos geralmente são coordenados através de um corpo formal, o qual funciona como depositário de autoridade competente para monitorar as ações conjuntas. Como uma resolução mais complexa, um centro estratégico pode operar com regras sobre os parceiros individuais, para controlar atividades conjuntas, definindo ações coletivas e

estratégias conjuntas, projetando mecanismos de execução e regras de execução. Essas entidades podem ter diferentes formas, como assembleias e conselho, ou uma entidade permanente específica. Quaisquer um desses arranjos envolvem a centralização de decisões, um nível não desprezível de regras formais e controle parcial sobre os direitos de propriedade (MENARD, 2011).

No caso da Política Espacial, a função de centro estratégico é legalmente atribuída à AEB, a qual é o órgão central do SINDAE e compete a coordenação dos diversos atores envolvidos na Política. No entanto, o arranjo institucional consolidado até o momento demonstra uma fragilidade na execução desse papel por parte da Agência, a qual apresenta dificuldades de estabelecer os incentivos e controles necessários à manutenção da relação entre os atores.

Ainda, com o intuito de ampliar a compreensão sobre governança (ou arranjo institucional), é importante trazer as considerações de Capano, Howlett e Ramesh (2015). Os autores apresentam governança como uma forma de análise da complexidade contemporânea do processo de fazer política pública. Eles consideram o conceito importante para redefinir o escopo de pesquisa de políticas públicas, em que muitos atores interagem de maneira formal e informal.

Os autores detalham três aspectos do conceito de governança, a saber: dinâmica, estratégia e capacidade. O primeiro trata da característica de instabilidade da governança. Esta não é estável, muda e se ajusta ao tempo, às mudanças de arquitetura institucional e às ferramentas de políticas públicas. Nessa perspectiva, um modo de governança é um equilíbrio do momento e não uma construção estável e permanente. Dessa forma, este estudo terá como recorte o arranjo institucional vigente hoje, ciente de que ele representa uma foto apenas.

A estratégia de governança reflete a habilidade dos governos em alterar os arranjos de governança e dar a eles sua característica dinâmica. Por trás de cada equilíbrio de governança existe a intenção de diferentes atores em criar arranjos favoráveis para atingir seus propósitos específicos e tornar aqueles o mais estável possível.

Já a capacidade de governança enfatiza que nem todo mecanismo de governança é igualmente bem-sucedido em gerar os resultados governamentais esperados. Para os autores, um arranjo de governança é efetivo quando capaz de resolver problemas políticos e de políticas públicas, no entanto, apenas o desenho e a busca de consolidação de um arranjo específico não garantem que ele será bem-sucedido.

2.3 Instituições importam para o desenvolvimento econômico: Schumpeter e a Teoria Evolucionista

Schumpeter (1988) enfatizou a importância da inovação tecnológica em suas obras, definindo-a como a força central no dinamismo do sistema capitalista. Para o autor, o desenvolvimento nada mais é do que a ruptura do “fluxo circular⁷” através de inovações que ocorreriam ao longo do tempo. O desenvolvimento “é uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente” (SCHUMPETER, 1988, p.47).

As fontes de tais inovações são variadas, tais como, a introdução de um novo bem, a introdução de um novo modo de produção, a abertura de um novo mercado, a conquista de uma nova fonte de matéria prima ou o estabelecimento de uma forma de organização industrial (a constituição de um monopólio, por exemplo).

Assim, para inovar, é necessário realizar novas combinações de insumos, uma vez que os mesmos não estariam ociosos no fluxo circular. A função do empresário é, portanto, realocar a utilização dos insumos de forma a produzir as inovações, em um processo chamado de “destruição criativa”. Cabe destacar que, o sistema de crédito é essencial nessa fase.

A inovação é, portanto, um fenômeno de desequilíbrio, gerando as flutuações cíclicas da economia. Ao mesmo tempo, seu resultado é *ex-post*, isto é, somente após sua introdução no mercado é que o mesmo irá aprová-la ou não. O empresário somente se sentirá estimulado a inovar e a correr riscos, se souber que conseguirá usufruir de lucros de monopólio durante um período de tempo, antes que novas empresas entrem no setor.

Dando prosseguimento ao pensamento de Schumpeter, os autores conhecidos como neo-schumpeterianos (Nelson, 2008; Winter, 1982; Dosi, 1988; e outros), estudam a inovação como um fator endógeno à dinâmica econômica, ou seja, existe uma relação entre crescimento econômico e inovação. Contudo, para este grupo de autores, a tecnologia não é um bem livre. Existe assimetria entre as firmas, de forma que a tecnologia não pode ser facilmente replicada e os custos associados à reprodução não são baixos.

Existem duas formas de se entender os efeitos da tecnologia no sistema econômico. O primeiro deles é a hipótese de *technology-push*. Nessa a tecnologia passar a ser entendida como um processo cumulativo. As empresas que queiram inovar devem ter um “estoque mínimo” de conhecimento tecnológico, ou seja, não se inova do dia para a noite. Por sua vez,

⁷ O fluxo circular refere-se a um sistema que muda lentamente, não implicando em um estado estacionário rígido.

a hipótese de *demand-pull* aposta no mercado como o sinalizador da direção da mudança tecnológica.

De forma resumida, para os autores de cunho neo-schumpeteriano, as duas abordagens não conseguem explicar o fenômeno da inovação de forma conclusiva. A hipótese de *demand-pull* apresenta um conceito passivo e reativo às condições de mercado, não sendo capaz de contemplar o tempo das inovações, sua continuidade ou descontinuidade e o papel da incerteza. A hipótese de *technology-push* considera a ciência como um fator exógeno ao sistema e sem interação com a economia (CARIO & PEREIRA, 2002).

Para sanar tais deficiências os autores neo-schumpeterianos distanciam dos conceitos da física (Teoria neoclássica tradicional) e aproximam-se das ciências biológicas (Teoria da Evolução). A abordagem evolucionária traz agora um ambiente econômico com seleção natural, em que o sucesso das firmas depende de sua sobrevivência em um ambiente competitivo. O modelo passa a ser dinâmico e inclui o comportamento de longo prazo com mudanças progressivas. As ações das empresas são resultados de seus comportamentos anteriores.

Nelson (2008) defende que o desenvolvimento econômico é um processo evolutivo em que o aprendizado tecnológico está no cerne. Uma mudança econômica de longo caminho acontece a partir da co-evolução de tecnologias conhecidas e em uso, e de instituições que dão suporte e regulam-nas. A partir desse entendimento, Nelson (2008) constrói um comparativo entre as Teoria Neoclássica e a Evolutiva e aponta as falhas ou carências da primeira.

A primeira divergência entre as teorias é o contexto em que a econômica funciona, isto é, a cena econômica. Para os neoclássicos, esse contexto é conhecido pelos atores econômicos e esses são capazes de antecipar as mudanças e calcular racionalmente suas ações em função do que aprenderam anteriormente. Para os evolucionistas, a economia está em processo contínuo de mudança, sendo que a atividade econômica é precedida de um contexto que não é completamente familiar aos atores ou compreendido por eles.

Outra distinção consequente dessa primeira é a racionalidade dos atores. As duas teorias assumem que os atores individuais e organizacionais definem seus objetivos de forma inteligente. No entanto, para a Teoria Evolucionista, a racionalidade é limitada. Os atores não têm condições de compreender completamente o contexto em que estão operando, o que os leva para dois caminhos: às vezes copiar uma rotina que teve resultado satisfatório em determinado contexto ou momento; outras vezes, inovar, quando veem oportunidade para tal.

Em relação à boa performance econômica, as teorias também divergem. Na Teoria Evolutiva, não há ótimo teórico a ser alcançado, porque as possibilidades econômicas estão

sempre mudando, de forma que não é possível prevê-la em detalhes. Enquanto na Teoria Neoclássica a performance econômica é julgada a partir da proximidade da realidade com o ótimo teórico. Para os neoclássicos, este entendimento justifica a existência de instituições apenas quando há falhas de mercado, isto é, quando a realidade se distancia da teoria.

De forma oposta, os evolucionistas, por influência de Schumpeter, acreditam nas incertezas do contexto econômico e na geração de inovações, que, em geral, envolvem ganhadores e perdedores ao longo do processo inovativo. Além disso, os evolucionistas reconhecem a complexidade institucional dos mercados modernos e apontam isso como um ponto cego da Teoria Schumpeteriana. As relações de mercado são complexas e estão embebidas por uma estrutura institucional e pelos elementos de cooperação e confiança existentes. Nesse sentido, o papel das instituições econômicas e das instituições de fora do mercado são relevantes, pois elas mantêm uma dinâmica econômica essencial para o desenvolvimento. Para Nelson (2008), a estrutura institucional sempre esteve envolvida, não foi criada para maximizar o comportamento dos agentes econômicos, não sendo, portanto, apenas uma questão de “falha de mercado”.

As pesquisas empíricas desde os anos 50 e 60 demonstram que o avanço tecnológico era a chave para o crescimento econômico. Elas reforçaram a importância da inovação para a atividade econômica, como havia argumentado Schumpeter alguns anos antes. A Teoria Evolucionista vê o crescimento econômico como o resultado da interação e da co-evolução das tecnologias, das firmas, da estrutura industrial, e das instituições de suporte e governamentais.

Nelson (2008) entende que para compreender a economia é preciso perceber que ela é formada por diferentes setores, cada um com sua própria dinâmica. Há tecnologias e indústrias de determinados setores que conduzem ao processo de crescimento econômico. Por outro lado, tecnologias-chave e indústrias de diferentes setores requerem conjuntos distintos de instituições de apoio. Segundo Freeman & Perez (1998, *apud* Nelson, 2008) as nações que conseguiram se tornar líderes em diferentes áreas são aquelas que mantêm um conjunto apropriado de instituições.

Além da co-evolução de tecnologia, firmas e estrutura industrial, e de uma variedade de instituições de fora do mercado, Nelson (2008) destaca: (i) a importância de compreender os detalhes do desenvolvimento, a partir de uma perspectiva evolucionária na dinâmica econômica; e (ii) a importância das leis para a dinâmica das políticas públicas e dos programas de apoio ao desenvolvimento. As políticas e os programas são parte da questão e podem favorecer ou atrapalhar o processo.

Para um país conseguir aprender a produzir tecnologias já usadas em economias avançadas, isto é, realizar um processo de “*catch-up*”, ele precisa quebrar o ciclo da atividade econômica e desenvolver novas capacidades, gerando, a partir disso, inovação. Diferente do que pregam os neoclássicos, o crescimento econômico não é uma questão de acumulação, de investimentos em capital físico e humano. Esses são importantes, mas não suficientes. O crescimento trata-se de assimilação e aprendizado para fazer com eficiência, de inovação e de aprendizado efetivo para gerar retornos altos do uso dos capitais físicos e humanos.

O processo de *catch-up* envolve mais do que ganhar o domínio sobre novas tecnologias e uma mão de obra tecnologicamente qualificada. Ele abarca novas formas de organização e de administração do trabalho, o que muitas vezes significam um processo doloroso de destruição criativa, conforme já definido por Schumpeter. Em muitos casos, velhas empresas e indústrias irão desaparecer e, para evitar isso, criarão resistência ao processo de *catch-up* que se inicia.

As mudanças necessárias nas firmas e nas estruturas industriais dependem das estruturas institucionais de apoio e de modelagem da atividade econômica, bem como da extensão em que elas facilitam a mudança produtiva. Nelson (2008) destaca as estruturas institucionais que considera mais relevantes no processo de desenvolvimento. Em primeiro lugar, as estruturas financeiras, que são primordiais pelo volume de recursos que o processo exige. Em segundo, as estruturas educacionais, pois, historicamente, os países que tiveram sucesso no desenvolvimento conseguiram-no por meio da priorização dos ensinamentos fundamentais e básicos, desenvolvendo nos jovens a capacidade de operar tecnologias modernas. Em terceiro lugar, ocupa papel de destaque um sistema avançado de treinamento em ciência e tecnologia. E em quarto, as universidades e os laboratórios públicos, *locus* apropriado para pesquisa e treinamento, contando com a experiência de cientistas e engenheiros.

Em resumo, para Nelson (2008) o centro da mudança está na capacidade de aprendizado e inovação das firmas. No entanto, para isso, é fundamental o suporte institucional de dentro e de fora do mercado.

Seguindo a mesma linha, Dosi (1988) apresenta o entendimento da Teoria Neoclássica, que reduz as questões institucionais e de políticas públicas à exceção, à falha de mercado, às anomalias, ao desequilíbrio econômico. A realidade é sempre comparada ao modelo ideal e é essa comparação que delimita o domínio da intervenção institucional, sendo que a intenção é fazer o mundo mais semelhante à teoria. As mudanças tecnológicas e

econômicas também são vistas em termos de “falhas de mercado” associado à incerteza tecnológica, ou “mercado imperfeito” decorrente do direito de propriedade sobre inovação.

Indo em direção contrária, Dosi (1988) propõe um quadro de análise não reducionista das instituições. As hipóteses que inspiram essa abordagem são as seguintes: a) os comportamentos não são explicados em sua totalidade pela racionalidade do *homo economicus*; b) o mercado, a economia e os seus processos internos representam, por si só, configurações institucionais específicas para um período, uma cultura, um país, etc; c) há combinações entre processos de mercado e instituições *lato sensu* que combinam determinados padrões de desempenho; d) variáveis não mercantis são características permanentes do sistema econômico e parte essencial da maneira como a economia evolui.

As instituições são importantes também para moldar a busca de interesse dos agentes privados, procurando resultar em um bem social mais amplo. Para isso, coordenar o processo de busca de interesses é muito importante.

Dosi (1988) elaborou sete proposições a respeito do papel das variáveis não mercantis no desempenho econômico e no dinamismo tecnológico. A primeira delas relata a tecnologia como um bem não livre, o qual exige um aspecto de aprendizagem caracterizado por diferentes graus de cumulatividade, oportunidade e apropriabilidade. Esses aspectos são afetados pelos graus de compreensão formal e tácitos da tecnologia. Quanto mais tácita a tecnologia, maior a dificuldade em transmiti-la. A combinação destas três características permite que as firmas formem estratégias tecnológicas apropriadas ao ambiente em que estão.

A segunda proposição aborda as assimetrias nas capacidades tecnológicas como uma consequência direta da natureza idiossincrática e parcialmente adequada dos avanços tecnológicos. Quanto mais cumulativo são os avanços tecnológicos a nível da empresa, maior a probabilidade de reprodução do sucesso. Também, quanto maior a oportunidade para o progresso tecnológico, maior a possibilidade de ampliar as lacunas tecnológicas entre inovadores de sucesso e empresas retardatárias.

A terceira proposição trata da forma mais adequada de representar o comportamento dos agentes: rotinas, estratégias, processo de busca. Isso porque os comportamentos não podem ser inteiramente deduzidos a partir do conhecimento exclusivo do objetivo do agente e da estrutura econômica. Em um ambiente complexo, mutante e incerto, as empresas podem não adotar comportamentos maximizadores, porque, por exemplo, não têm eficiência dinâmica. Além disso, os comportamentos são moldados pelas instituições, na medida em que essas estabelecem as regras do jogo, moldam as interações entre os agentes econômicos,

criam expectativas. Ao criar as condições estruturais, as instituições influenciam a direção dos processos de ajuste microeconômico. A não ser que as estratégias microeconômicas tenham direções conflitantes com os objetivos da política pública, como, por exemplo, o caso em que os agentes privados são fortemente contra os "ajustes schumpeterianos" e, portanto, os incentivos públicos podem não ser muito eficazes na promoção de uma taxa suficiente de inovação.

A quarta proposição aborda o papel das variáveis não mercantis nas externalidades tecnológicas e nos resultados não intencionais dos processos de mercado. As externalidades (complementaridades tecnológicas não comercializadas, interdependências tecnológicas e fluxos de informação que não correspondem inteiramente os fluxos de mercadorias) representam um ativo coletivo de grupos de empresas/indústrias dentro de países/regiões e/ou internalizadas em empresas individuais. Isso significa que, por exemplo, gargalos tecnológicos e oportunidades, experiências e habilidades incorporadas nas pessoas e organizações, capacidades e memórias que se sobrepõem de uma atividade econômica a outra tendem a organizar condições de contexto. E essas são fundamentais no processo inovativo, uma vez em que a arquitetura institucional do sistema molda escolhas, resultados e desempenhos econômicos.

A quinta proposição de Dosi (1998) relata a importância do contexto institucional e científicos e das políticas públicas no processo de busca e seleção de novos paradigmas tecnológicos⁸, uma vez em que eles afetam (a) os mecanismos de ligação entre ciência pura e desenvolvimentos tecnológicos; (b) os critérios e capacidades de pesquisa pelos agentes do setor; e (c) as restrições, incentivos e incertezas enfrentados por possíveis inovadores. O sucesso relativo dos vários países em alcançar novos paradigmas depende da correspondência bem-sucedida entre (a) o contexto científico e as capacidades tecnológicas de um país; b) a natureza de suas "instituições de transição"; c) as suas condições estritamente econômicas, tais como preços relativos, natureza e tamanho dos mercados, disponibilidade de matérias-primas, etc.; (d) a natureza das regras dominantes de comportamento, estratégias, formas de organização dos atores econômicos.

⁸ "(...) um paradigma tecnológico, dentre várias definições, é compreendido como sendo um conjunto de procedimentos que servem de base para orientar pesquisas tecnológicas, onde poderão ser identificados os problemas, além de serem especificados os objetivos a serem perseguidos" (TAVARES; KRETZER; MEDEIROS, 2005, p. 5). Ou, ainda, segundo Dosi (2006, p.41), "trata-se de um modelo ou padrão de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseado em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em tecnologias selecionadas".

A sexta proposição pressupõe que os mercados são abertos e elucida como as capacidades tecnológicas e os processos de aprendizagem de cada empresa e de cada país são geralmente associados ao processo real de produção de cada tecnologia e de cada setor. Dessa forma, os mecanismos de especialização internacional têm um efeito dinâmico na medida em que também selecionam as áreas onde haja habilidades técnicas acumulada, inovação empreendida, economias de escala, etc. E quanto maior a lacuna nas tecnologias mais dinâmicas, as de maiores oportunidades tecnológicas, por exemplo, maior o conflito entre a eficiência alocativa e a dinâmica.

Por fim, a sétima proposição informa que os possíveis *trade-offs* entre eficiência alocativa (mudanças nos custos, preços, quantidades, lucratividade), schumpeteriana (oportunidades tecnológicas) e de crescimento (taxa de crescimento da demanda) não tem a ver com casos excepcionais de condições da “indústria nascente”, mas são estruturalmente o núcleo dos mecanismos de sinalização e alocação de nosso sistema econômico. Os países que apresentam maior liderança tecnológica em novos paradigmas tecnológicos contêm um padrão de intersetorialidade e possibilidade de se direcionar para outras atividades que também tenham crescimento de demanda e maior potencial de gerar inovações de produtos e processos. Já os países muito atrás da fronteira tecnológica, com pouca dinamicidade tecnológica, contêm uma eficiência alocativa intersetorial que não favorece a geração de inovação, nem a quebra de paradigmas tecnológicos.

Referente ao papel das instituições, Dosi (1998) parte de uma categoria de variáveis sobre as quais as políticas podem influenciar o progresso tecnológico, a saber: (i) a capacidade do sistema tecnológico em fornecer grandes inovações e a organização das condições de contexto tecnológico; (ii) as capacidades dos agentes econômicos para incorporar tecnologias, promoverem mudança tecnológica e organizacional; (iii) os padrões de sinais, os quais dependem também das relações inter-empresariais e internacionais de assimetrias tecnológicas; (iv) as formas de relação dentro e entre os mercados (as formas de relações industriais, o equilíbrio entre cooperação e concorrência, etc); (v) e os incentivos, estímulos ou restrições enfrentados pelos agentes no processo de inovação.

Dosi (1998) considera que os países ocidentais apresentam graus relativamente altos de intervenção, sendo que a diferença entre eles é basicamente o arranjo institucional e a filosofia de intervenção. Além disso, destaca que historicamente um esforço de recuperação bem-sucedido no que tange a renda e a salários per capita sempre foram acompanhados pelo *catching up* tecnológico, incluindo paradigmas tecnológicos novos e mais dinâmicos, independentemente dos padrões iniciais de vantagens comparativas, especializações e sinais

gerados pelo mercado. Essa consideração tão relevante vem acompanhada de outra: o papel que as políticas e instituições desempenham na mudança tecnológica. O processo inovador incorpora necessariamente uma mistura complexa e diferenciada de apropriação privada e aspectos do bem público. De forma que ponto a ser discutido não foca em se, mas em como e em que medida as políticas devem afetar as atividades inovadoras.

De acordo com o perfil temporal dos desenvolvimentos tecnológicos, as políticas relacionam-se ao surgimento de novos paradigmas ou à sustentação das atividades tecnológicas ao longo do tempo. Para cada caso, deve-se estabelecer instrumentos diferentes. Para o primeiro, por exemplo, garantia de fluxo de avanços tecnológicos e da relação entre esses e a exploração econômica, suporte financeiro para as incertezas do processo, etc. Para o segundo, manutenção do fornecimento de avanços tecnológicos e condições de benefício para a inovação. Os países abaixo da fronteira tecnológica podem agir também sobre os níveis das empresas nacionais e contra as barreiras de entrada de seu país e empresas no comércio mundial.

As condições de contexto que envolvem externalidades e infraestrutura também são fundamentais no processo de transição entre novos regimes tecnológicos, pois são necessários novos padrões de intersetorialidade, de fluxos de mercadorias e informação, de infraestruturas comuns e de interdependências não comerciais entre empresas e setores.

Por fim, Dosi (1988) ainda destaca o quanto as políticas públicas afetam a racionalidade dos agentes e moldam as formas pelas quais suas expectativas e objetivos são formados.

Cimoli *et al* (2007), por sua vez, constataram empiricamente a inexistência de um processo de desenvolvimento apartado das condições proporcionadas por um rico conjunto de instituições complementares, de normas de comportamento compartilhadas e de políticas públicas. Além disso, explicitaram o papel das políticas discricionárias como ingredientes para as estratégias de desenvolvimento nacional, em especial, nos países em que houve o processo de emparelhamento (*catching up*).

Apontam, ainda, a consistência teórica da tese de que as instituições e as políticas sempre têm importância em todos os processos de coordenação e mudança econômicas. No entanto, essa característica merece destaque para os casos de geração e uso de informações e conhecimento.

Informações são semelhantes a bens públicos, sendo não-rivais e não-excludentes; apresentam alto custo na geração, mas não na reprodução; e retornos crescentes em seu uso. Os conhecimentos distinguem-se das informações na medida em que incluem (i) categorias

preexistentes que permitam que elas sejam compreendidas e colocadas em uso, além de (ii) heurística de problemas e soluções de conflito.

Todos os conhecimentos possuem um aspecto tácito significativo, substancialmente complementar às informações codificadas, que são incorporados a pessoas e organizações e são de difíceis transmissões. Em decorrência disso, o emparelhamento tecnológico dos países em desenvolvimento é tão desafiador.

Cimoli *et al* (2007) afirmam que todos os processos de geração de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como os de imitação e adaptação tecnológica, necessariamente envolvem uma ampla variedade de atores complementares, comumente envolvendo empresas mercantis, instituições públicas de pesquisa e treinamento, comunidades de intercâmbio, sociedades técnicas e sindicatos, dentre outros. Nesse contexto, aparece a necessidade das instituições e políticas voltadas para o aprendizado tecnológico construírem um sistema nacional de produção e de inovações.

O processo de emparelhamento, de forma primordial, envolve inovações, sendo que parte significativa delas são de caráter organizacional e institucional. O próprio processo de emparelhamento constitui uma inovação que exige, dentre outros itens, a necessidade de aprendizado sofisticado pelo uso e pela prática, bem como um alto risco de malogro.

Ao lado disso, a dinâmica da industrialização fundamenta-se em significativas transformações estruturais que ocasionam uma variação da importância dos diferentes ramos de atividade econômica na geração das inovações tecnológicas e organizacionais. A diversidade das fontes de oportunidades de aprendizado e complementaridades entre elas mostra-se fundamental nesse processo de inovação.

Para Cimoli *et al* (2007, p. 64), os fatos históricos comprovam a tese de que “o dinamismo tecnológico auto-sustentado nos países em processo de emparelhamento dificilmente se torna possível sem a progressiva constituição de um setor industrial em expansão e capaz de envolver competências locais num conjunto de tecnologias centrais”.

A respeito dos problemas de coordenação resultantes do inter-relacionamento entre múltiplos agentes heterogêneos, os autores (CIMOLI *et al*, 2007) preocupam-se com a tarefa de combinar os comportamentos descentralizados. Primeiro porque é provável que o apoio disseminado a diversos projetos tecnológicos de ramos diferentes só será bem-sucedido se esses projetos estiverem apoiando uns aos outros, o que na prática aumenta o capital real por funcionário e gera mais eficiência em termos de produção hora-homem; proporciona um mercado ampliado para os produtos de novas empresas de outros ramos, diminuindo os

problemas de mercado e o contrapeso que eles impõem aos incentivos individuais para investir.

Em segundo lugar, porque existe a complementariedade e a indivisibilidade do processo econômico. Os frutos do progresso industrial são percebidos como economias externas por outros ramos da indústria, cuja evolução também traz benefícios à primeira indústria. Um terceiro ponto são as externalidades difundidas, cujos modelos de interação se dão por meio de externalidades globais do sistema, tais como demanda agregada, demanda industrial de insumo, ou custo de busca.

A política pública entra para ajudar no processo de desprender-se do passado e fomentar trajetórias de desenvolvimento originais. As instituições são compreendidas como tecnologias sociais (NELSON & SAMPAT, 2001, *apud* CIMOLI *et al*, 2007), as quais controlam externalidades e fazem conformação ou não dos padrões de atividades inovativas, estruturam os incentivos subjacentes, assim como o investimento, a propensão a poupar, o treinamento de mão de obra e as competências socialmente distribuídas. Além disso, as instituições que governam tais externalidades e complementaridades também o fazem gerenciando as regras de interação entre os agentes, modelando as crenças destes e as informações a que podem ter acesso, seu *ethos* e suas regras de comportamento.

Cimoli *et al* (2007) afirmam que, nos séculos XIX e XX, um componente essencial dos países que, com sucesso, conseguiram equiparar-se aos países líderes consistiu no ativo apoio governamental ao processo de emparelhamento, incluindo várias formas de proteção e subsídios diretos ou indiretos. Isso passou-se nos EUA, na Alemanha, nos demais países europeus buscando igualdade com a Grã-Bretanha, o Japão, a Coreia do Norte e Taiwan. Além disso, muitos países em desenvolvimento adotaram regimes legais de propriedade intelectual que não restringiam seriamente que suas empresas copiassem tecnologias usadas em países mais avançados.

As políticas e outras atividades institucionais “afetam conjuntamente (i) as capacidades tecnológicas de organizações individuais e corporativas, e seus ritmo de aprendizado; (ii) os sinais econômicos percebidos por elas (incluindo, lucratividade e os custos de oportunidade percebidos); (iii) as formas como elas interagem umas com as outras e com outras instituições não-mercantis” (CIMOLI *et al*, 2007, p.68).

Todos os principais países desenvolvidos possuem alto grau de intervenção político-institucional, que afetam diretamente as variáveis acima. O que os diferencia são os instrumentos, os arranjos institucionais e a filosofia de intervenção. Diferente de muitos países que se baseiam fortemente em transferências financeiras (em especial, subsídios para

P&D e transferência para a formação de capital), o Japão ofereceu esse apoio financeiro, inicialmente, limitando também as importações, porém, permitiu a competição oligopolista entre as próprias empresas japonesas, com forte orientação exportadora fomentando o dinamismo tecnológico e prevenindo qualquer exploração da proteção para a mera fixação de preços monopolísticos previamente combinados, isto é, dos comportamentos rentistas.

O sucesso da Coreia e de outros países do Oriente Asiático também passaram por essa penalização dos comportamentos rentistas, focando os recursos no desenvolvimento das atividades caracterizadas por oportunidades de aprendizado e elasticidades de demandas mais elevadas. Os grandes grupos econômicos tiveram papel fundamental nisso ao incorporarem, em um estágio inicial, as competências adquiridas no exterior e serem capazes de usá-las eficientemente e de fazerem sua adaptação, além de desenvolverem aptidão por engenharia. Esse processo foi apoiado, mais adiante, por um conjunto de instituições e redes para aperfeiçoamento de recursos humanos.

Essa experiência tem grande contraste com a experiência da América Latina, na qual os arranjos entre Estado e setor privado têm sido frequentemente condescendentes com a ineficiência e o comportamento rentista e menos atentos à acumulação de capacidades e competências tecnológicas socialmente difundidas.

“Em última análise, o sucesso ou o malogro parecem depender das combinações de diferentes arranjos e políticas institucionais, na medida que estes, por um lado, afetam os processos de aprendizado dos indivíduos e das organizações, e influenciam os processos de seleção (inclusive, naturalmente, a concorrência no mercado), pelo outro” (CIMOLI *et al*, 2007, p. 71).

As combinações são específicas de cada país, no entanto, os autores encontraram algumas regularidades, a saber: (i) a centralidade das agências públicas, tais como as universidades, e das políticas públicas na geração e estabelecimento de novos paradigmas tecnológicos; (ii) os incentivos são insuficientes, por isso, um papel central das políticas é afetar a capacidade dos atores em alcançar novos paradigmas tecnológicos ou de realizar o emparelhamento; (iii) a disciplina do mercado é útil para tirar do sistema aquelas firmas com baixo desempenho, por outro lado, choques seletivos muito fortes podem retirar todas elas impedindo possibilidades futuras de aprendizado; (iv) as políticas enfrentam necessidade de equilibrar as medidas direcionadas para a construção de capacidades e a proteção a novos aprendizados com limites à inércia e ao comportamento rentista; (v) em termos de renda *per capita* e salários, o emparelhamento sempre tem sido acompanhado de novos e mais dinâmicos paradigmas tecnológicos e, dessa forma, a necessidade de políticas que afetem os

padrões de sinais econômicos (preços e lucratividade relativos) será tanto maior, quanto maior a distância do país da fronteira tecnológica.

Uma síntese das abordagens schumpeteriana, evolucionista e estruturalista, denominada de síntese do SES, pode ser encontrada em Peres & Primi (2009, p. 187). Eles sintetizam o entendimento de que há espaço para a intervenção privada e pública no desenvolvimento industrial. O denominador comum dessas três abordagens perpassa pelo reconhecimento de: (i) haver diferenças quantitativas e qualitativas entre setores e atividades produtivas; (ii) especificidades do conhecimento e tecnologia, e seu papel catalisador nos processos de desenvolvimento; (iii) a ausência de mecanismos de ajuste automático; e (iv) o papel das instituições na formação da transição para níveis mais elevados de desenvolvimento associados à transferência de recursos humanos e financeiros para atividades com retornos crescentes.

Nessa perspectiva, a transformação de estruturas produtivas e organizacionais implica custos e enfrenta barreiras que devem ser superadas pela intervenção *ad hoc* do Estado, resultando a criação de assimetrias para favoreçam as atividades qualificadas como indutoras para o crescimento de longo prazo, geralmente aquelas intensivas em tecnologia e conhecimento. Além disso, o Estado pode agir na promoção do desenvolvimento, envolvendo-se diretamente na produção, financiando-o através de créditos fiscais e subsídios. Ainda, ao mesmo tempo, o Estado pode ser o articulador de medidas políticas para promover ligações entre agentes.

Peres & Primi (2009) apontam que o debate sobre política industrial e desenvolvimento tem como pressuposto o reconhecimento da relevância da diversidade e das complementaridades entre as atividades de produção e os seus efeitos no crescimento econômico, na produtividade e no desenvolvimento. A discussão gira em torno, por exemplo, da produção como uma alavanca de crescimento, como indutor da acumulação de capital e como origem de retornos crescentes.

Datta (1952) e Kaldor (1966), *apud* Peres & Primi (2009), identificaram dois fatos iniciais que demonstram a relevância do setor industrial para o desenvolvimento, em especial em seus estágios iniciais, a saber: (i) a parte do rendimento global gerada pela indústria aumenta ao longo do tempo, e (ii) a parcela de trabalhadores empregados em fabricação tende a aumentar. A conjunção desses dois fatores resulta em um acréscimo da renda per capita no nível agregado. Porém, à medida que os países avançam no processo de desenvolvimento, esses fatos tornam-se menos relevantes.

No entanto, mesmo em fases posteriores, os esforços tecnológicos e as inovações tendem a se concentrar na fabricação. Além disso, em cadeias de produção complexas que articulam a indústria com os principais setores de serviços, a maior parte do esforço tecnológico se origina notadamente na manufatura.

Segundo Fajnzylber (1983, *apud* Peres & Primi, 2009), a industrialização promove a diversificação e favorece o aumento da densidade da estrutura de produção na economia. Ainda, desde Schumpeter (1934), é sabido que o desenvolvimento econômico é um processo que envolve uma mudança qualitativa da estrutura de produção, tendo associação entre o desenvolvimento e a aparência e difusão da inovação (principalmente inovação tecnológica).

Em termos gerais, a evolução do pensamento pós-schumpeteriano sobre a mudança estrutural e o crescimento pode ser dividido em três fases. Na primeira, que vai de final da década de 1940 até o início da década de 1960, os autores compartilham a percepção de que as economias em desenvolvimento diferem nas principais formas estruturais das economias desenvolvidas, em especial, em sua dependência da exportação de produtos primários, e em seu atraso. Esses autores veem que o desenvolvimento implica diversificação da estrutura de produção, e envolve uma mudança de trabalho de atividades agrícolas de baixa produtividade para setores industriais produtivos.

Na segunda fase, que vai de meados da década de 1960 até o início da década de 1980, o interesse teórico pela mudança técnica diminuiu, já que o modelo de Robert Solow, em que a fonte da tecnologia era considerada exógena, não conseguia explicar as diferenças entre os países e seus efeitos sobre o crescimento.

A terceira fase corresponde à década de 1980, período em que houve um interesse revigorado em estudar a inovação e a disseminação de avanços tecnológicos como processos endógenos da competição econômica. Trabalhos pioneiros, como o de Nelson e Winter (1982), levaram a uma nova geração de modelos de crescimento de diferentes matrizes teóricas, como as de autores evolucionistas e daqueles do fluxo neoclássico.

Contemporaneamente, emergiu uma literatura focada na “prática” da política industrial. Estando mais orientada para a ação, essa literatura também especifica a importância do setor de manufatura para o processo de desenvolvimento. Reich (1982, *apud* Peres & Primi, 2009), por exemplo, enfatizou o fato de que a alocação de capital para indústrias e setores específicos é um fator determinante para o crescimento e a produtividade.

Em síntese, a abordagem SES reconhece a natureza setorial e as características das atividades de conhecimento, tecnologia e produção, além de seus efeitos no crescimento e no desenvolvimento, concluindo que a inovação ocorre no contexto da expansão ou criação de

setores e atividades específicos. Assim, nesse cenário, a inovação impulsiona mudança estrutural, a qual, por sua vez, fortalece os incentivos à inovação em um círculo virtuoso de crescimento. Este processo, no entanto, não é automático, nem espontâneo. A partir da revolução industrial, todos os países que alcançaram o desenvolvimento e o crescimento sustentado o fizeram em ambientes onde havia um conjunto de instituições públicas e privadas cujas ações moldaram o curso de desenvolvimento (CEPAL, 2007; CIMOLI, DOSI, NELSON e STIGLITZ, 2006; REINERT, 2007, *apud* PERES & PRIMI, 2009, p. 11).

Instituições e políticas moldam os processos de desenvolvimento e influenciam a direção e taxa de progresso técnico e crescimento, pois a capacidade de sustentar a inovação a longo prazo não é uma tarefa fácil. As atividades industriais e tecnológicas não são espontaneamente geradas ou disseminadas. De fato, há uma tendência para padrões tecnológicos para se reforçar de tal maneira que as empresas pioneiras (e países) tendem a manter suas vantagens ao longo do tempo (CIMOLI & DOSI, 1995). Esta estrutura reconhece o papel fundamental das políticas industriais e tecnológicas no desenvolvimento, e permite identificar as diferentes dinâmicas que caracterizam a transformação de sistemas socioeconômicos no centro e na periferia.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

A abordagem selecionada para a pesquisa foi o estudo de caso. Segundo Yin (2001), essa é a melhor estratégia de pesquisa para os casos em que se quer analisar os acontecimentos contemporâneos, complexos e dinâmicos, sem condições de manipular comportamentos relevantes e sendo as condições contextuais não discerníveis do fenômeno de estudo, como é o caso da temática apresentada acima.

Por apresentar a vantagem de contar com outras técnicas de pesquisa além do levantamento histórico, tais como observação direta e a série sistemática de entrevistas, a abordagem permitirá compreender profundamente os fenômenos organizacionais, sociais e políticos envolvidos, preservando as características holísticas e significativas dos eventos da vida real. Segundo Bauer (2000), o estudo de caso é o método qualitativo mais utilizado na disciplina de administração pública. A importância do estudo de caso para este campo ocorre porque, uma vez que ele envolve vários atores em um longo período, possibilita que o analista investigue como eventos estão relacionados através do tempo.

Foi realizado um estudo de caso único, baseado no fundamento lógico de ser um caso revelador, como é o caso de uma análise do arranjo institucional no qual a indústria espacial está envolvida. Trata-se de um estudo de caso incorporado, pois metodologicamente, a pesquisa envolverá subunidades lógicas, a saber: os segmentos industriais de satélites e de lançadores, os quais apresentam estágios diferentes de desenvolvimento das respectivas indústrias, por isso, foram identificadas subunidades lógicas na análise. No entanto, houve o cuidado de não se ater tanto ao detalhe e perder o todo.

Assim como orientado por diversos autores de estudo de caso (YIN, 2001; EISENHARDT, 1989; STAKE, 1995) o planejamento dessa pesquisa foi tratado como item fundamental, com a finalidade de evitar o risco de perder-se em meio a inúmeros dados e possibilidades de interpretação, não sobrando tempo hábil para concluir com êxito o estudo.

A pergunta orientadora desta pesquisa foi: qual o efeito da configuração do arranjo institucional de implementação do PNAE, no período de 1996 a 2018, sobre o desenvolvimento da indústria espacial brasileira?

A hipótese a ser verificada foi a seguinte: o arranjo institucional vigente hoje impõe um conjunto de incentivos e restrições à atividade industrial, os quais, ao final, limitam o desenvolvimento da indústria espacial.

A operacionalização da hipótese e variáveis na pesquisa foi realizada por meio da busca orientada de dados. Essa orientação se deu a partir da teoria, da questão de pesquisa e

das próprias variáveis e hipótese, que influenciaram na elaboração das perguntas das entrevistas, na definição de quais documentos analisar, no tratamento dos dados.

Foram utilizadas diferentes fontes de evidência, para que houvesse uma triangulação entre elas. Além disso, o embasamento teórico subsidiou a elaboração de proposições prévias que nortearam a coleta e a análise dos dados. Os dados analisados foram encontrados em: (i) leis e normas gerais, (ii) publicações acadêmicas e técnicas e (iii) entrevistas formais.

A primeira fonte serviu para analisar as principais regras que compõem o ambiente institucional e, portanto, influenciam diretamente nas regras que permeiam o arranjo institucional em análise. Compreender o contexto legal em que estão inseridas as relações dentro do arranjo institucional foi relevante para análise de como essas regras incentivaram ou restringiram o comportamento dos agentes. Segue a lista das normas gerais que foram analisadas: a Constituição Federal de 1988; a Lei de criação da AEB (Lei n. 8.854, de 1994); o Decreto que estabelece a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – PNDAE (Decreto n. 1.332, de 1994); o Decreto que estabelece o Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais – SINDAE (Decreto n. 1953, de 1996); a Lei da Inovação (Lei n. 10.973, de 2004); o Marco Legal de CT&I (Lei n. 13.243, de 2016); e o Decreto que regulamenta o Marco de CT&I (Decreto n. 9.283, de 2018). Cabe destacar que o setor espacial não possui uma Lei Geral própria.

A segunda fonte deu suporte à análise do arranjo institucional, fornecendo subsídios já estudados e publicados por terceiros sobre a questão e hipótese deste trabalho e também sobre a indústria espacial no mundo e no Brasil. Parte das publicações disponíveis são textos do próprio setor público, de órgãos como a SAE, o IPEA e da Câmara dos Deputados, ou dissertações e teses de pessoas que trabalham na área. De forma geral, serviram como fonte de dados: livros, artigos, teses de doutorado e notas ou relatórios técnicos.

A terceira fonte de dados consistiu na realização de entrevistas com atores-chaves para enriquecer a análise sobre o ponto de vista de detalhes e de visões diferentes sobre o mesmo assunto. As publicações existentes sobre o setor tendem a não trazer percepções de diferentes atores sobre uma questão específica, focalizando a análise sobre o ponto de vista de uma organização, não de um conjunto de atores que compõem o arranjo institucional. Dessa forma, foram realizadas entrevistas com perguntas estruturadas, com representatividade de opiniões de atores públicos e privados de diferentes instituições que estão diretamente relacionadas ao setor espacial.

A escolha desses entrevistados seguiu a estratégia de seleção não randômica - *sampling for range* – em que a pesquisadora identificou subcategorias do grupo em análise

(no caso, instituições públicas e privadas que interagem no âmbito do arranjo da política espacial) e assegurou a entrevista de um certo número de pessoas de cada categoria (Weiss, 1994 *apud* Small, 2009). Nesse sentido, foram realizadas entrevistas com pelo menos um representante dos principais órgãos do SINDAE, a saber: a AEB, como órgão central, o INPE e o IAE como órgãos setoriais. Também foi entrevistado representante do Parque Tecnológico São José dos Campos, onde há presença de empresas do setor espacial e um ambiente propício para a geração de inovação. E, por fim, com diferentes empresas do setor espacial, atentando-se para a diversidade dos segmentos de satélites e de lançadores.

A respeito da análise dos dados, ela é considerada por Yin (2001) e Eisenhardt (1989) como a etapa mais difícil do estudo de caso. Para viabilizá-la, buscou-se definir uma estrutura básica descritiva para analisar os dados, baseada em proposições teóricas consideradas nesse estudo.

Para Yin (2001), existem três importantes princípios concernentes ao processo de coleta de dados que garantem a qualidade da pesquisa e refletem uma preocupação pela validade do constructo e pela confiabilidade do estudo de caso. São eles: (i) utilizar várias fontes de evidências, a fim de fazer triangulação de dados para corroborar do mesmo fenômeno; (ii) criar um banco de dados, como forma de organizar e documentar os dados coletados, para comprovação e uso posterior; (iii) manter o encadeamento de evidências, para que as demais pessoas possam perceber que qualquer evidência proveniente de questões iniciais da pesquisa leva às conclusões finais do estudo de caso.

Essa pesquisa buscou aplicar, na medida do possível, os três princípios, como forma de garantir a consistência metodológica e a validação dos resultados da pesquisa. Para o primeiro, foi realizada a triangulação de dados a partir de legislação, de publicações acadêmicas e técnicas e de entrevistas. Para o segundo, foi disponibilizado o questionário das entrevistas semiestruturadas e toda bibliografia usada. Não foi possível disponibilizar as transcrições das entrevistas na íntegra pois, devido ao reduzido número de pessoas que participam do setor, seria possível identificar os entrevistados, o que comprometeria o anonimato. Para o terceiro, buscou-se dar um encadeamento lógico ao relato e às evidências, para que as demais pessoas chegassem às mesmas conclusões a partir das questões de pesquisa e dos dados coletados.

4. O ambiente institucional e as regras que fundamentam o sistema nacional de inovação e o sistema espacial

Esse capítulo analisará o arcabouço legal de CT&I e do setor espacial que compõem o ambiente institucional no qual está inserido o setor espacial. As normas que regem este ambiente influenciam diretamente nas regras que permeiam o arranjo institucional em análise por esta pesquisa.

4.1. A política de ciência, tecnologia e inovação

4.1.1. Legislação

A Constituição Federal de 1988 (CF 88), juntamente com as alterações posteriores, se preocupou com o desenvolvimento do tripé CT&I e trouxe como competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: “proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação” (Art. 23, inciso v). Também definiu como uma competência compartilhada, mas apenas entre União, os Estados e o Distrito Federal, legislar concorrentemente sobre: “educação, cultura, ensino, desporto, ciência, tecnologia, pesquisa, desenvolvimento e inovação” (Art 24, Inciso IX).

Ainda, aparece como um dispositivo constitucional a obrigação de o Estado de promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação (Art. 218), sendo “facultado aos Estados e ao Distrito Federal vincular parcela de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica” (Art. 218, § 5º). Também, cabe ao “Estado, na execução das atividades previstas no caput, estimular a articulação entre entes, tanto públicos quanto privados, nas diversas esferas de governo” (Art. 218, § 6º).

De acordo com o Art. 219, “o Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas, bem como nos demais entes públicos ou privados, a constituição e a manutenção de parques e polos tecnológicos e de demais ambientes promotores da inovação, a atuação dos inventores independentes e a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia”.

O Art. 219-A da CF 88 define que a “União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão firmar instrumentos de cooperação com órgãos e entidades públicos e com entidades privadas, inclusive para o compartilhamento de recursos humanos especializados e capacidade instalada, para a execução de projetos de pesquisa, de

desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação, mediante contrapartida financeira ou não financeira assumida pelo ente beneficiário, na forma da lei”.

Por fim, vale destacar o Art. 219-B, o qual define que o “Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação será organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas a promover o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação. Esse Artigo foi inserido na CF em fevereiro de 2015 (Emenda Constitucional nº 85) juntamente com os seguintes parágrafos:

- § 1º Lei federal disporá sobre as normas gerais do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
- § 2º Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios legislarão concorrentemente sobre suas peculiaridades.

Não foi editada ainda uma lei de regulamentação do Sistema Nacional de CT&I (SNCTI). O Marco Legal de CT&I (Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016), regulamentado pelo Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018, não tratou especificamente do SNCTI, mas alterou substancialmente a Lei da Inovação (Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004), trazendo como princípios os incentivos para a “descentralização das atividades de ciência, tecnologia e inovação em cada esfera de governo, com desconcentração em cada ente federado” (Art. 1º, inciso IV); e para a “promoção da cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas” (Art. 1º, inciso V). Este último princípio traz à tona outro ponto relevante de ser considerado neste trabalho, a relação entre Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICTs) e empresas.

A Lei da Inovação tem como objetivo "estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País” (Art. 1º). Procurando sanar um gargalo existente na interação entre empresas e institutos de pesquisa e universidades, a Lei dedicou um capítulo para tratar do estímulo à participação das ICTs no processo de inovação (Capítulo III) e outro, do estímulo à inovação nas empresas (Capítulo IV).

O primeiro incentiva, dentre outros, a transferência de tecnologia de ICTs para empresas; faculta a prestação de serviços técnicos especializados das ICTs no ambiente produtivo, visando aumentar a competitividade das empresas; possibilita acordos de parceria entre ICTs e instituições públicas e privadas; define que as ICTs de direito público devem estabelecer sua política de inovação com foco na geração de inovação no ambiente produtivo, adotando estratégias de atuação no ambiente produtivo local, regional e nacional, com

possibilidade de (i) participar do capital social da empresa, (ii) compartilhar laboratórios, equipamentos e recursos humanos, (iii) estabelecer parcerias com empresas para desenvolvimento tecnológico conjunto.

O segundo define que, além de União, Estados e Municípios, as ICTs e agências de fomento incentivarão o desenvolvimento de produtos, serviços e processo nas empresas brasileiras e em entidades privadas sem fins lucrativos, mediante a concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infraestrutura. Dentre as ações previstas com esta finalidade, estão: (i) a constituição de parcerias estratégicas e desenvolvimento de projetos de cooperação entre ICT e empresas e entre empresas, (ii) implantação de redes cooperativas para inovação tecnológica, (iii) programas específicos de estímulo à inovação nas micro e pequenas empresas, inclusive mediante extensão tecnológica realizada pelas ICT, (iv) concessão, inclusive pelas ICTs públicas, de bolsas de estímulo à inovação no ambiente produtivo destinadas à formação e à capacitação de recursos humanos e à agregação de especialistas em ICTs e em empresas.

O Marco Legal de CT&I (Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016), além de alterar a Lei da Inovação alterou também a Lei nº 8.666, de 1993. Aquele trouxe para esta o conceito de “produtos para pesquisa e desenvolvimento”, caracterizando-os (Art. 6, inciso XX) como “bens, insumos, serviços e obras necessários para atividade de pesquisa científica e tecnológica, desenvolvimento de tecnologia ou inovação tecnológica, discriminados em projeto de pesquisa aprovado pela instituição contratante”. Além disso, o Marco Legal inseriu como item de dispensa de licitação (Art. 24, inciso XXI) os “produtos para pesquisa e desenvolvimento”, com limitação para os casos de obras e serviços de engenharia, e, ainda, quando houver necessidade de realizar licitação, flexibilizou a apresentação de documentos (Art. 32, § 7º), quando for o caso de produtos a pronta entrega ou até o limite de valor de 80 mil reais.

A Lei 8.666/93 rege licitações e contratações de toda a administração pública e, até as alterações propostas pelo Marco Legal de CT&I, não apresentava flexibilização em relação aos produtos para pesquisa e desenvolvimento. Dessa forma, para estes casos também eram utilizados os tipos comuns de licitação de produtos e serviços (Art. 45, § 1º): melhor técnica ou melhor técnica e preço. Tais regras impacta de sobremaneira nos projetos de CT&I e, portanto, naqueles do setor espacial.

Grandes alterações na legislação foram realizadas a partir de 2015 e 2016. A expectativa é que sejam favorecidos os ambientes produtores de inovação, o apoio às iniciativas de pesquisa e tecnologia e a interação entre empresas e ICTs. Os efeitos dessas

alterações devem ser sentidos em alguns anos, espera-se que com maior geração de inovação no sistema produtivo. Esse contexto de mudanças no ambiente institucional aborda o sistema espacial e certamente gerará efeitos sobre ele.

4.1.2. A Estratégia de CT&I e o Sistema Nacional de CT&I

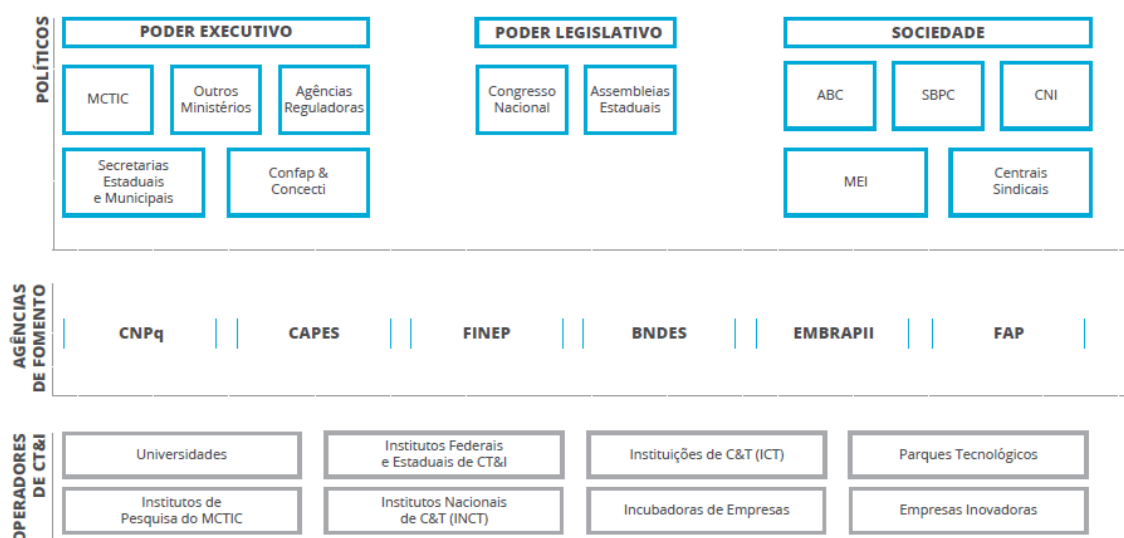
Em 2016, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC lançou a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016–2022 – ENCTI, a qual foi aprovada pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia - CCT e publicada no site do MCTIC. A Estratégia aborda que as trajetórias dos SNCTIs em todo mundo são diretamente relacionadas às estratégias de desenvolvimento adotadas por cada país. No caso do Brasil, “a trajetória de evolução do SNCTI brasileiro é marcada pela necessidade de emparelhamento do País com os Sistemas mais avançados do mundo” (BRASIL, 2016, p. 15).

Segundo a ENCTI (BRASIL, 2016), diversos atores compõem o SNCTI, desempenhando papéis diferentes. Aos atores políticos compete a definição de diretrizes estratégicas que nortearão as iniciativas do Sistema. O poder decisório desses atores deriva tanto dos resultados da democracia representativa (Poderes Executivo e Legislativo), como das escolhas realizadas no âmbito das entidades de representação setoriais (empresários, trabalhadores e pesquisadores). Às agências de fomento cabe o domínio dos instrumentos que viabilizarão as decisões tomadas pelos atores políticos. Já aos operadores do Sistema compete a execução das atividades de PD&I planejadas. A FIGURA 1 abaixo expõe esse quadro de atores.

O MCTIC exerce a função de Coordenador do SNCTI, sendo responsável pelas iniciativas voltadas para expansão, consolidação e integração do SNCTI. Outros Ministérios têm atuação relevante no Sistema, sendo que alguns deles contam com órgãos específicos para gerir o tema CT&I; outros possuem unidades vinculadas que atuam no setor e outros com Fundos de P&D. As Agências Reguladoras têm contribuído para o fortalecimento do SNCTI ao impor obrigações legais em atividades de CT&I aos setores regulados.

Já as Secretarias Estaduais atuam como coordenadoras dos Sistemas Regionais de CT&I. Duas instâncias de representação regional recebem destaque na FIGURA 1: o Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação (Consecti) e o Conselho Nacional de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (Confap). Essas duas instâncias se apresentam como fóruns para articulação das políticas dos Governos Estaduais voltadas para o desenvolvimento científico e tecnológico.

FIGURA 1: Principais atores do SNCTI



FONTE: BRASIL, 2016.

Ao Poder Legislativo compete estabelecer normas que regulem e facilitem o pleno desenvolvimento das atividades de CT&I. Em nível federal, as leis são aprovadas pelo Congresso Nacional, e em nível regional, pelas Assembleias Legislativas. No âmbito da representação acadêmica, a FIGURA 1 destaca a Academia Brasileira de Ciências (ABC) e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

As instâncias de atuação empresarial com destaque são a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa (Sebrae), enquanto entidades, e a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) e Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (Anpei), enquanto fóruns. Além dessas, as Centrais Sindicais se apresentam como forças políticas que também contribuem no diálogo, a partir da visão dos trabalhadores, para a construção de iniciativas do Sistema.

Em outro nível de atuação estão as Agências de Fomento, as quais são vinculadas a ministérios ou a órgãos de governos estaduais. As Agências possuem um papel central na execução dos diversos programas de CT&I, articulando parcerias público-privadas e promovendo a colaboração entre ICTs e empresas. As entidades federais destacadas na FIGURA 1 são Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ambas vinculadas ao MCTIC; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), vinculada ao Ministério da Educação (MEC); o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), vinculado ao Ministério da Economia; as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), em geral vinculadas às Secretarias Estaduais de CT&I.

No terceiro nível de atores do SNCTI estão os operadores de CT&I, os quais desenvolvem as tecnologias e realizam as pesquisas que foram objeto de diretrizes no nível político e de alocações de recursos no nível das Agências de Fomento. É nesse nível em que são geradas as inovações. Estão nessa lista de operadores os Institutos de Pesquisa; os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFEs); e os Institutos Estaduais de CT&I.

Outro grupo de operadores está relacionado aos processos de desenvolvimento tecnológico e de inovação empresarial. Esses operadores podem compor ecossistemas de inovação circunscritos territorialmente, nos moldes dos polos tecnológicos ou *clusters* de alta tecnologia. Nesses ambientes, além da proximidade territorial, as instituições podem contar com o apoio de universidades, tal como se constata em parques tecnológicos e em incubadoras de empresas. As entidades também podem compor outros ecossistemas de inovação, com intensidades variadas de relacionamento entre *startups* e empresas inovadoras já consolidadas no mercado. Esses atores privados utilizam diversos instrumentos disponíveis no SNCTI, seguindo as tendências internacionais de apoio à inovação, e apresentam como desafio contínuo para a expansão do SNCTI o aumento da interação entre universidades e empresas (BRASIL, 2016).

ENCTI 2016 – 2022 definiu como os principais desafios para a CT&I os seguintes: posicionar o Brasil entre os países mais desenvolvidos em CT&I, aprimorar as condições institucionais para elevar a produtividade a partir da inovação; reduzir assimetrias regionais na produção e no acesso a CT&I; desenvolver soluções inovadoras para inclusão produtiva e social, fortalecer as bases para a promoção do desenvolvimento sustentável.

A ENCTI também elencou, com base na necessidade do SNCTI em propor soluções para os problemas nacionais, onze temas em CT&I tidos como estratégicos para o desenvolvimento, autonomia e soberania nacional. São eles: aeroespacial e defesa, água, alimentos, bioma e bioeconomia, ciências e tecnologias sociais, clima, economia e sociedade digital, energia, nuclear, saúde, e tecnologias convergentes e habilitadoras.

4.1.3. As instâncias de governança e a descentralização da Política de CT&I

No que se refere às instâncias consultivas e de deliberação da Política de CT&I, o CCT foi estabelecido pela Lei nº 9.257, de 9 de janeiro de 1996, como um órgão consultivo de assessoramento superior da Presidência da República para formulação, implementação e avaliação da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. O colegiado é presidido

pelo Presidente da República e composto por 27 membros, sendo eles treze ministros de Estado, oito membros entre produtores e usuários de ciência e tecnologia, e seis membros representantes de entidades de caráter nacional representativas dos setores de ensino, pesquisa, ciência e tecnologia.

Legalmente, o Conselho deve-se reunir periodicamente, mediante convocação do Ministro do MCTIC. No entanto, houve uma paralisação do funcionamento entre 2014 e 2016, com retorno das atividades após a publicação do Decreto nº 8.898, de 9 de novembro de 2016. Na prática, as reuniões são realizadas de forma muito espaçada, as duas últimas foram realizadas entre o período de quase dois anos entre uma (dezembro de 2016) e outra (agosto de 2018). A última reunião, segundo a CONFAP (2018), ocorreu depois de pedidos reiterados da comunidade científica ao Presidente da República. Nesta reunião não houve deliberações, as manifestações estavam focadas em criticar os cortes de recursos destinados à CT&I e à educação e à solicitação de não contingenciamento de fundos.

Por ora, ainda parecem pertinentes as palavras de Sánchez & Paula (2001, p. 50 e 51), que defenderam um mecanismo colegiado mais efetivo para SNCTI e a

“Necessidade do CCT passar a agir de forma mais dinâmica, efetiva e transparente. Muito embora esse seja o único conselho nacional presidido pelo Presidente da República – o que, em tese, representa a importância que se atribui ao setor –, suas ações ainda não se tornaram claras para a sociedade. É também imprescindível criar legitimidade que possibilite a implementação efetiva de decisões desse conselho. Considerando a expressão horizontal da ciência e do processo de inovação tecnológica, é fundamental que todos os atores envolvidos nesses campos reconheçam o CCT como órgão orientador e normativo”.

Ainda sobre as instâncias consultivas e de deliberação, convém destacar a ocorrência de quatro Conferências Nacionais de CT&I. A primeira aconteceu em 1985, a segunda em 2001, a terceira em 2005 e, por fim, a quarta em 2010. Esta última foi precedida de encontros estaduais, fóruns de discussão e conferências regionais, o que ampliou seu caráter democrático e participativo. No entanto, a frequência irregular das conferências nacionais não permite que elas sejam espaços permanentes e efetivos de orientação da política de CT&I a partir das demandas estaduais e municipais e das interações entre atores de diferentes esferas públicas e privadas.

A política de CT&I não conta com instâncias de pactuação tais como as comissões intergestores (bipartite e tripartite) existentes nas políticas de saúde e assistência social, por

exemplo. Nessas políticas, esses espaços servem para articulação e expressão das demandas dos gestores federais, estaduais e municipais. Nesses foros permanentes de articulação e decisão, são negociados e pactuados aspectos operacionais da gestão dos respectivos sistemas, de modo a garantir a troca de informações sobre o processo de descentralização.

Por iniciativa das instâncias estaduais, existem o Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de CT&I (CONSECTI) - órgão permanente de coordenação e articulação dos interesses comuns das Secretarias Estaduais de CT&I - e o Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (CONFAP), cujo objetivo é articular os interesses das agências estaduais de fomento à pesquisa.

No âmbito municipal, em 2001, foi criado o Fórum Nacional de Secretários Municipais de Ciência e Tecnologia, visando articular Secretarias Municipais e estreitar as relações com órgãos dos governos federal e estaduais. Atualmente o Fórum conta com cerca de 150 municípios associados.

Tanto os conselhos de representantes estaduais, quanto o Fórum de Secretários Municipais têm assento no CCT e são responsáveis por defender os interesses dos entes subnacionais, além de potencialmente contribuir para a consolidação de um SNCTI participativo e eficiente.

Os processos de descentralização do fomento à CT&I no Brasil avançaram mais intensamente nos últimos 18 anos, em contraste com a centralização notada nas décadas de 70 e 80. As políticas de CT&I incorporam de forma crescente novos atores institucionais (tanto governos estaduais e municipais, quanto instituições do setor privado), os quais dão maior amplitude e capilaridade ao processo de desenvolvimento científico e tecnológico da sociedade brasileira (CGEE, 2010).

No país, as iniciativas de apoio ao desenvolvimento de CT&I são pulverizadas entre várias instituições e programas, inclusive entre aqueles vinculados a políticas diferentes, tais como de desenvolvimento regional, à política industrial, à política educacional, além da própria política de CT&I. Dessa forma, a descentralização do fomento aconteceu, em grande medida, pela criação, no âmbito do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), dos fundos setoriais de C&T, em nível federal, a partir de 1997; pela organização institucional dos estados na área de CT&I (fundos estaduais de CT&I, FAPs, etc.), em particular após a Constituição Federal de 1988; e pelos arranjos próprios de cada um dos programas federais compartilhados com os estados e instituições do setor privado.

Para cada um desses programas, desenvolveu-se um arranjo de funcionamento que, além das agências federais de fomento (FINEP, CNPq, CAPES, etc), ora envolvia as FAPs e

ou as Secretarias Estaduais de C&T, ora os parceiros privados (SEBRAEs, SENAIs, institutos de pesquisa), a depender da estrutura do programa e das especificidades de articulações e governanças locais.

Toda legislação, norma e estrutura de governança citadas nessa sessão formam o ambiente institucional em que opera o desenvolvimento de CT&I para diversos setores produtivos. Além dessas normas, o ambiente institucional em que o setor espacial opera também é diretamente influenciado pelas normas específicas do setor, as quais serão tratadas na sessão subsequente.

4.2. A legislação que delimita o sistema espacial

A CF 88 traz a previsão de a União explorar, diretamente ou por terceiros, a navegação aeroespacial (Art. 21), porém isso ainda não foi regulamentado. A Constituição também define que compete privativamente à União legislar sobre direito espacial; navegação aeroespacial; e defesa aeroespacial (Art. 22). Todavia, o setor espacial ainda não possui uma Lei Geral própria.

4.2.1. A Lei de criação da AEB

A Lei n. 8.854, de 1994, criou, com natureza civil, a AEB, autarquia federal vinculada à Presidência da República, com a finalidade de promover o desenvolvimento das atividades espaciais de interesse nacional. Pela Lei, a AEB deveria responder diretamente ao Presidente da República, no entanto, desde a publicação infralegal do Decreto nº 3.556, de 2000, compete ao Ministro do MCTIC aprovar o Regimento Interno da AEB, de forma que, em função deste decreto a AEB passou a estar vinculada ao Ministério e não mais à Presidência.

Dentre as atribuições da AEB (BRASIL, 1994, Art. 3º) convergentes com a temática desta pesquisa⁹, convém destacar a de estímulo à pesquisa científica e ao desenvolvimento

⁹ “I - executar e fazer executar a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), bem como propor as diretrizes e a implementação das ações dela decorrentes; II - propor a atualização da PNDAE e as diretrizes para a sua consecução; III - elaborar e atualizar os Programas Nacionais de Atividades Espaciais (PNAE) e as respectivas propostas orçamentárias; (...) V - analisar propostas e firmar acordos e convênios internacionais, em articulação com o Ministério das Relações Exteriores e o Ministério da Ciência e Tecnologia, objetivando a cooperação no campo das atividades espaciais, e acompanhar a sua execução; (...) VII - incentivar a participação de universidades e outras instituições de ensino, pesquisa e desenvolvimento nas atividades de interesse da área espacial; III - estimular a participação da iniciativa privada nas atividades espaciais; IX - estimular a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico nas atividades de interesse da área espacial; X - estimular o acesso das entidades nacionais aos conhecimentos obtidos no desenvolvimento das atividades espaciais, visando ao seu aprimoramento tecnológico; XI - articular a utilização conjunta de instalações técnicas

tecnológico; a participação da iniciativa privada nas atividades espaciais; as iniciativas empresariais na comercialização de bens e serviços; e a utilização conjunta de instalações técnicas espaciais. Todas essas competências estão relacionadas à geração de tecnologias e inovação com a participação do setor privado e, de maneira tímida, preocupam-se com a integração entre empresas e as entidades envolvidas nas pesquisas espaciais, que, em geral, são os institutos de pesquisa e universidades.

O Art. 4º da Lei define que as atividades espaciais brasileiras serão organizadas sob forma sistêmica, sendo a AEB o órgão central deste sistema. O Art. 5º define a estrutura básica de composição da AEB e cria, além da presidência, da diretoria-geral e dos departamentos, o Conselho Superior da AEB. Este é um órgão colegiado, de caráter deliberativo, formado por representantes da AEB, de Ministérios e Secretarias da Presidência, da comunidade científica e do setor industrial.

Cabe destacar que a estrutura da AEB foi alterada posteriormente por outros instrumentos infralegais. Segundo a Estrutura Regimental atual (Decreto nº 8.868, de 4 de outubro de 2016), hoje a AEB é composta, principalmente, pela Presidência, pelo Conselho Superior e por quatro Diretorias. Os dois primeiros são classificados como órgão de deliberação superior. E, apesar da previsão em Lei e da ratificação em todas as Estruturas Regimentais subsequentes, o Conselho Superior da AEB não se reúne com regularidade (a última reunião aconteceu em 2015) e tampouco desempenha os papéis de deliberação que lhe compete, tais como sobre as atualizações da PNDAE e do PNAE, sobre organização e funcionamento do SINDAE, dentre outros.

4.2.2. A Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE)

Em 1994, também foi publicado o Decreto n. 1.332, de 1994, que aprova a atualização da PNDAE. Já nas considerações iniciais do texto reconhece que os avanços do Brasil no setor espacial precisam ser consolidados e ampliados, com participação tanto do setor governamental quanto do privado e, em especial, do parque industrial brasileiro.

A PNDAE tem como objetivo geral “promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e as técnicas espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira” (Brasil, 1994, item IV do Anexo

espaciais, visando à integração dos meios disponíveis e à racionalização de recursos; XII - identificar as possibilidades comerciais de utilização das tecnologias e aplicações espaciais, visando a estimular iniciativas empresariais na prestação de serviços e produção de bens; (...)” (Lei n. 8.854, de 1994).

D). A partir desse objetivo geral, foram definidos os objetivos específicos¹⁰. No planejamento e na execução dos programas decorrentes dos objetivos acima explicitados, deverão ser observadas uma série de diretrizes, dentre elas, algumas tratam diretamente da indústria¹¹.

A partir da leitura da PNDAE, ficam claras as recomendações de (i) inserir a indústria espacial no desenvolvimento, na comercialização e até no financiamento das atividades espaciais; (ii) promover a interação entre empresas e universidades; (iii) considerar a possibilidade e o valor de comercialização de um produto pelas empresas ao defini-lo como

¹⁰ “1. Estabelecimento no País de competência técnico-científica na área espacial, que lhe possibilite atuar com real autonomia; 2. Promoção do desenvolvimento de sistemas espaciais, bem como de meios, técnicas e infraestrutura de solo correspondentes, que venham propiciar ao Brasil a disponibilidade de serviços e informações de sua necessidade ou interesse; 3. Adequação do setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços espaciais” (BRASIL, 1994, Item IV do Anexo 1).

¹¹ “6. Incentivo à Participação Industrial: A participação da indústria nacional nos programas de desenvolvimento de tecnologias e sistemas espaciais é condição necessária para a efetiva absorção pelo setor produtivo da capacitação promovida por esses programas. Esta participação deverá ser prevista de forma explícita nas propostas de novos programas, devendo-se: promover a qualificação da indústria nacional não apenas para o fornecimento de partes e equipamentos, mas, também, para o desenvolvimento e a manufatura de subsistemas e sistemas completos; buscar a integração entre as equipes das instituições de pesquisa e desenvolvimento e os seus parceiros industriais, através da realização conjunta de projetos de desenvolvimento tecnológico que incluam a indústria desde a etapa de concepção; e buscar aprovação de planos de longo prazo que permitam às empresas nacionais decidir, com menor grau de incerteza, sobre sua participação no programa espacial brasileiro.

7. Utilização Otimizada de Recursos: os recursos humanos e de infraestrutura disponíveis no País deverão ser reconhecidos como escassos e, conseqüentemente, especialmente valorizados, preservados e utilizados de forma otimizada. Neste contexto, deverão ser observados, ainda, os seguintes aspectos: (...) as instalações laboratoriais implantadas nas instituições governamentais de pesquisa e desenvolvimento para atender ao Programa Nacional de Atividades Espaciais deverão ser compartilhadas com universidades e empresas nacionais, sem prejuízo de suas funções precípuas.

8. Capacitação em Tecnologias Estratégicas: os projetos de capacitação em novas tecnologias deverão priorizar o domínio de tecnologias consideradas estratégicas para o País, segundo critérios que incluam: (...) potencial valor comercial dessas tecnologias para empresas brasileiras;

11. Ênfase nas Aplicações Espaciais: (...) As instituições governamentais executoras de atividades espaciais deverão atuar no desenvolvimento de sistemas, produtos, processos e métodos que viabilizem as aplicações espaciais e deverão, sempre que possível, repassar a empresas privadas a prestação de serviços ou o fornecimento de produtos derivados dessas aplicações.

15. Outras Diretrizes: No Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) deverão ser contemplados não apenas programas, projetos e atividades de pesquisa e desenvolvimento de caráter científico, de aplicações e de capacitação tecnológica de natureza específica, mas, também, programas e atividades, de abrangência geral, pautados pelas diretrizes explicitadas a seguir: (...) promover maior integração das universidades e das empresas brasileiras nas atividades espaciais, através de mecanismos diversos, como os contratos industriais para o fornecimento de partes, equipamentos, subsistemas e serviços, no bojo dos programas nacionais de desenvolvimento de sistemas espaciais, ou como o fomento à formação de núcleos especializados em tecnologia espacial nas instituições nacionais de ensino e pesquisa. Essas iniciativas permitirão ampliar a base de sustentação e os mecanismos de capacitação de recursos humanos para as atividades espaciais, bem como buscar, gradual e seletivamente, a autonomia do País em alguns setores tecnológicos considerados prioritários; promover prioritariamente o desenvolvimento de sistemas espaciais, que aliem objetivos claros de capacitação tecnológica e industrial aos objetivos precípuos de natureza utilitária ou científica; promover e incentivar a participação empresarial no financiamento de sistemas espaciais destinados à prestação de serviços em bases comerciais; incentivar iniciativas de exploração comercial, prioritariamente pelo setor privado, de serviços e produtos decorrentes ou associados às atividades espaciais” (PNDAE).

estratégico para o país. Todas essas diretrizes convergem com o objeto de análise dessa pesquisa e serão analisadas em detalhes à frente.

A materialização das diretrizes da PNDAE é realizada através do PNAE. Este consiste no planejamento programático das atividades espaciais, em geral, para um período decenal. A primeira versão do PNAE referiu-se ao período de 1996 a 2005, com publicação subsequente e atualização do período para 1998 a 2007. A terceira versão referiu-se aos anos de 2005 e 2014. E a quarta, aos de 2012 a 2021.

Em todos os PNAEs aparece de forma clara e bastante adensada a orientação de capacitação da indústria nacional e de incentivo à participação desta nas atividades espaciais. O PNAE 1998 – 2007 (p. 69), por exemplo, lista explicitamente como se deve incentivar essa participação industrial:

- “Promover a qualificação da indústria nacional não apenas para o fornecimento de partes e equipamentos, mas, também, para o desenvolvimento e a manufatura de subsistemas e sistemas completos;
- Buscar a integração entre as equipes das instituições de pesquisa e desenvolvimento e os seus parceiros industriais, através da realização conjunta de projetos de desenvolvimento tecnológico que incluam a indústria desde a etapa de concepção; e
- Buscar a aprovação de planos de longo prazo que permitam às empresas nacionais decidir, com menor grau de incerteza, sobre sua participação no programa espacial brasileiro”.

O PNAE 2012 – 2021 (p. 7) traz como a maior prioridade impulsionar o avanço industrial. Das dez diretrizes estratégicas trazidas pelo Programa, quatro delas abordam o fomento à indústria, sendo a primeira diretriz “consolidar a indústria espacial brasileira, aumentando sua competitividade e elevando sua capacidade de inovação, inclusive por meio do uso do poder de compra do Estado, e de parcerias com outros países”.

Dentre as doze ações prioritárias do Programa, seis se relacionam com a indústria espacial (AEB, 2012, p. 10), a saber:

- “Dominar as tecnologias críticas e de acesso restrito, com participação da indústria, junto com a competência e o talento existente nas universidades e institutos de pesquisa nacionais;
- Usar o poder de compra do Estado, mobilizando a indústria para o desenvolvimento de sistemas espaciais completos;
- Transferir à indústria as tecnologias de produtos espaciais desenvolvidos pelos institutos de pesquisa;

- Incorporar aos sistemas encomendados pelo Estado as tecnologias, partes e processos desenvolvidos e dominados pela indústria brasileira;
- Comprometer a indústria em todas as etapas do desenvolvimento dos projetos espaciais – da concepção à construção de equipamentos a sistemas espaciais completos;
- Estimular a criação de empresas integradoras na indústria espacial”.

As versões do PNAE expressam um programa com atividades e metas bem definidas, e com absoluta clareza textual sobre a importância da indústria no processo de fortalecimento do país como uma referência no setor espacial. Por outro lado, o PNAE apresenta um volume de projetos desconexos que competem entre si, além de dificuldade na implementação, em função de diversos problemas de ordem administrativa, política, financeira, legal e de pessoal (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009). Em termos de realização de atividades e alcance de metas, o resultado, ao longo dos anos, tem sido o atraso no cumprimento das atividades e dos cronogramas estabelecidos. Aspectos sobre o desenvolvimento da indústria espacial serão abordados em detalhes ao longo deste trabalho.

4.2.3. O Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - SINDAE

O Decreto n. 1953, de 1996, instituiu SINDAE com a finalidade de organizar a execução das atividades destinadas ao desenvolvimento espacial de interesse nacional. O SINDAE é constituído por um (i) órgão central, a AEB, responsável por sua coordenação geral; (ii) por órgãos setoriais, responsáveis pela coordenação setorial e execução das ações contidas no PNAE, o DCTA e o INPE; e (iii) por órgãos e entidades participantes, responsáveis pela execução de ações específicas do PNAE, como Ministérios e Secretarias da Presidência; Estados, Distrito Federal e Municípios; e setor privado.

O Decreto define, ainda, que cabe ao Conselho Superior da AEB a aprovação do ingresso no SINDAE no caso do item “iii” acima; assim como, elaborar resolução normativa sobre o funcionamento do SINDAE. Cabe destacar que esta resolução não foi elaborada, de forma que, na prática, o SINDAE não tem sua forma de atuação definida. Não foram estruturados grupos de discussões, com reuniões periódicas, e, tampouco, a execução das atividades espaciais são definidas de maneira sistêmica e com a participação de todos os membros do Sistema.

A praxe tem sido uma atuação fragmentada dos atores, em que a AEB tem relação perene e contínua, porém, separada com o INPE, para os temas relacionados a satélites, educação e aplicações espaciais; e com o DCTA, quando a temática se refere a lançadores,

centros de lançamento, atividades espaciais de uso dual (civil e militar). Cabe destacar que dentro da estrutura do DCTA está o IAE, para o qual a AEB destina recursos para pesquisas e desenvolvimento de lançadores e de propulsores.

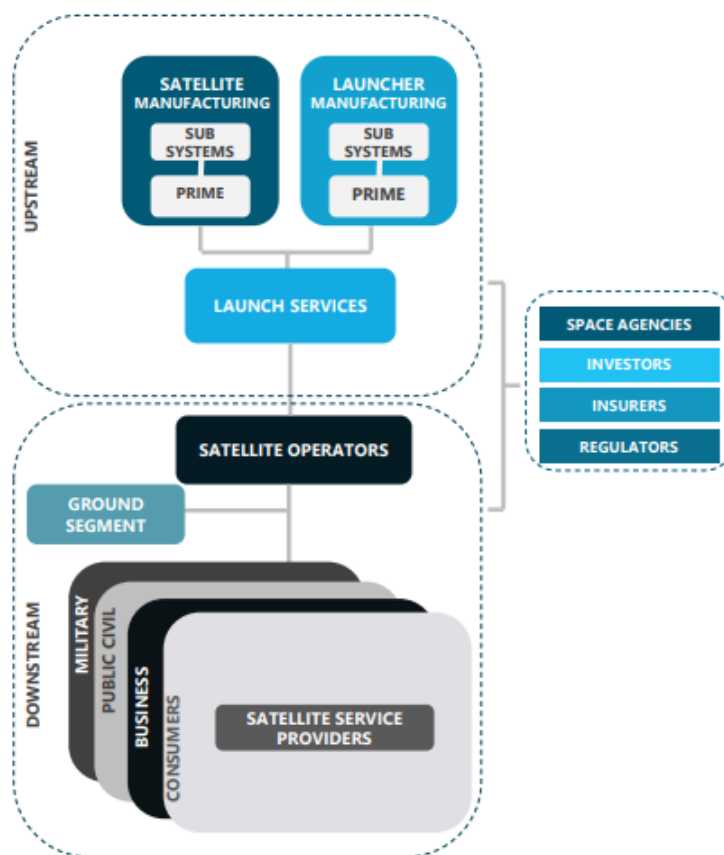
Um ponto importante a ser considerado é que apesar de haver essa relação estabelecida entre a AEB e essas instituições setoriais, a relação, historicamente, não tem sido de coordenação por parte da AEB. Em decorrência de inúmeros fatores que serão tratados no capítulo 6, as relações ficaram concentradas em torno do repasse de recursos pela AEB, que acabou por exercer mais uma função de fiscalizadora, havendo historicamente bastante autonomia dos institutos de pesquisa em definirem os requisitos estratégicos das missões espaciais a serem desenvolvidas.

5. A INDÚSTRIA ESPACIAL

Este capítulo apresentará na primeira parte uma visão geral sobre a indústria espacial no mundo, detalhando informações sobre a cadeia global de valor e os segmentos que a compõe; as características do produto espacial e, decorrente destas, as peculiaridades da indústria espacial mundial; o arranjo industrial consolidado na indústria internacional; e o papel do Estado no desenvolvimento do setor em todo o mundo. Na segunda parte, apresentará o perfil da indústria nacional; a participação desta nos projetos do PNAE; e, por fim, a competitividade dela quando comparada com outros países.

A FIGURA 2 fornece um panorama geral da cadeia de valor do setor espacial, representando esse conceito e detalhando os atores envolvidos. A indústria de satélites é fornecedora de infraestrutura para o governo, agências e empresas comerciais. Ela opera a montante (*upstream*) de uma cadeia de valor que flui a jusante (*downstream*) para os usuários finais das capacidades de satélite (EUROCONSULT, 2018).

FIGURA 2: A cadeia de valor do setor espacial



Fonte: Euroconsult, 2018.

A cadeia de valor espacial permite a entrega de serviços espaciais dependentes da tecnologia de satélites e inclui uma ampla diversidade de partes ativas nos cinco níveis da cadeia:

1. Agências governamentais, que financiam P&D de tecnologia espacial para utilização própria e para utilizações duais. Os esforços públicos de P&D continuam concentrados em um número limitado de países;

2. A indústria espacial (a montante), a qual inclui um número limitado de jogadores que projetam e fabricam sistemas espaciais e seus veículos de lançamento;

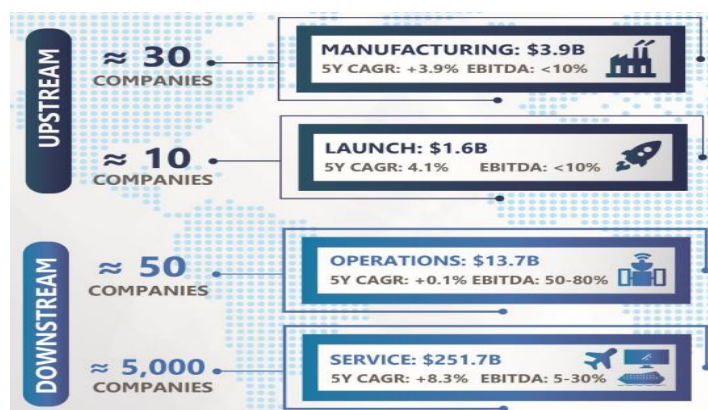
3. Os operadores de satélite, os quais detêm os sistemas de satélites e comercializam as suas capacidades aos prestadores de serviços (a jusante), que entregarão as aplicações satelitais aos utilizadores finais;

4. Segmento terrestre e fornecedores de terminais, os quais projetam e entregam uma grande variedade de softwares e equipamentos tanto para gestão da infraestrutura de satélite, quanto para o acesso a serviços pelos usuários;

5. Os usuários finais, sejam eles governamentais (civis / militares) ou comercial (negócio ou cliente), os quais demandam não a tecnologia do satélite em si, mas soluções adaptadas às suas necessidades, tais como comunicação, navegação ou serviços de localização geográfica.

O Relatório Executivo da Euroconsult (2018) traz o número aproximado de empresas envolvidas mundialmente em cada um dos segmentos em que a indústria espacial está dividida. No ano de 2017, atuavam aproximadamente 30 empresas integradoras de satélites (acima de 50 kg) no mundo, 10 empresas integradoras de lançadores, 50 empresas operadoras de infraestrutura de solo e 5 mil empresas prestadoras de serviços satelitais (FIGURA 3). É importante notar que a concentração de recursos gerados se encontra no segmento de serviços satelitais, com valor de mercado estimado em 251 bilhões de dólares, muito maior do que a soma dos demais segmentos.

FIGURA 3: Número de empresas participantes da cadeia de valor do setor espacial



Fonte: Euroconsult, 2018.

Dos quatro segmentos da indústria espacial (manufatura de satélites, indústria de lançadores, equipamentos de solo e serviços satelitais ou aplicações espaciais), este trabalho de pesquisa contemplará apenas dois: o de satélites e o de lançadores, os quais são aqueles principais trabalhados pela AEB nos últimos anos. A literatura (PERES & PRIMI, 2009) também alega a importância da etapa de fabricação (*hardware*) em termos de esforços tecnológicos e inovações, pois em cadeias de produção complexas que articulam a indústria com os principais setores de serviços, a maior parte do esforço tecnológico se origina notadamente na manufatura. Dessa forma, a análise não contemplará o efeito do arranjo institucional do PNAE sobre empresas fornecedoras de infraestrutura de solo e de aplicações espaciais.

Os segmentos industriais de satélites e lançadores são altamente tecnológicos, intensivos em P&D e em tecnologia, oferecem produtos diferenciados e de alto valor agregado, além de gerarem *spin-offs* para diversos setores da economia¹². Esta intersectorialidade, segundo Dosi (1998), é uma característica de setores e, principalmente, de países que apresentam maior liderança tecnológica e conseguem alcançar novos paradigmas tecnológicos. Também é notório que os países que dominam tais tecnologias as protejam fortemente, evitando sua disseminação e garantindo seu domínio.

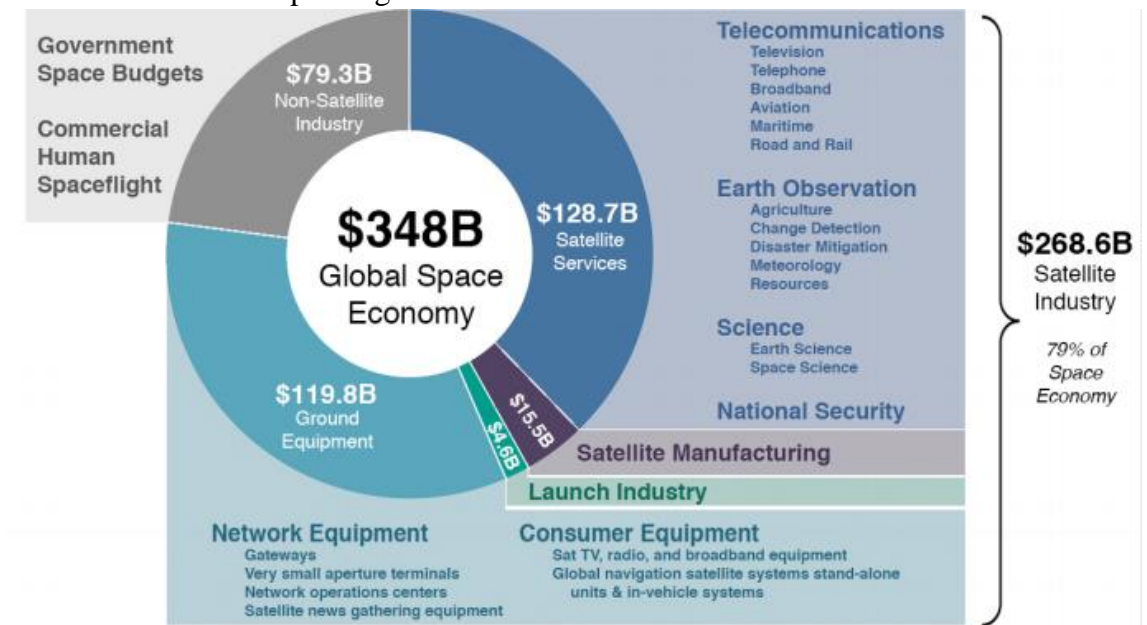
Para além das questões tecnológicas, muitas questões políticas, de *status* e de autonomia estão envolvidas na capacidade de um país construir e operar seus próprios

¹² Carvalho (2009) cita exemplos de setores industriais que foram beneficiados com novas tecnologias desenvolvidas para fins espaciais, tais como: a área automobilística, com *airbags*, freios com ligas de carbono, amortecedores e sistemas de refrigeração; os setores têxtil e de saúde: com sistemas de purificação de ar e água e tecidos antialérgicos, resistentes ao calor e bactericidas; a indústria mineradora, com radares de penetração no solo espacial que têm sido utilizados para detectar rachaduras em minas e túneis.

satélites e lançadores. No caso dos satélites, deve-se à importância de ter autonomia na coleta e recepção dos dados. Para os lançadores, trata-se de questões de poderio estatal e soberania nacional, pois poucos países detêm tal autonomia e os embargos impostos por eles são muito pesados, como forma de evitar que outros países possuam tecnologia para desenvolver e lançar seus próprios satélites ou, com cunho militar, seus próprios mísseis.

Apesar dessa importância tecnológica e simbólica, na economia espacial global esses segmentos correspondem à menor parte da receita da indústria espacial (FIGURA 4), a saber: 6% (15 bilhões de dólares) para manufatura de satélites e 2% (4 bilhões de dólares) para a indústria de lançadores, conforme mostra a Figura 4. A maior parte da receita da economia espacial, hoje, gira em torno das aplicações espaciais (128 bilhões de dólares) e da infraestrutura de solo (119 bilhões de dólares).

FIGURA 4: Economia espacial global: a receita mundial de 2017 em bilhões de dólares



Fonte: Relatório da Indústria de Satélites 2018 (SAI, 2018)

5.1. Um produto especial!

O desenvolvimento de produtos espaciais, como satélites e lançadores, utiliza os conceitos de produtos complexos da engenharia de sistemas, em que há preocupação com o desenvolvimento de componentes, subsistemas (cada parte) e sistema (conjunto completo). Dessa forma, as partes são tratadas isoladamente com o mesmo rigor aplicado ao conjunto completo. Após confirmação da funcionalidade de cada uma delas, passa-se para a montagem e integração do conjunto completo, o qual será novamente submetido a testes que verificarão se as funcionalidades foram mantidas neste processo de integração (OLIVEIRA, 2014).

Os componentes apresentam características de interface que podem afetar o funcionamento dos demais, como interferência eletromagnética e troca térmica de um equipamento em relação a outro. Há também restrições de massa e volume, que devem ser consideradas. Além disso, elas podem ser produzidas por empresas diferentes, o que aumenta a complexidade do sistema. Os subsistemas, por sua vez, podem ser compostos por diferentes equipamentos, e são constituídos por partes e materiais que devem também passar por um processo rigoroso de verificação para garantir que suportam as condições ambientais a que serão submetidos em operação.

Em geral, a manutenção ou reparo de componente e subsistemas enquanto o satélite está em órbita é inviável, especialmente em razão de custos, tornando-se imperativas altas exigências de Confiabilidade e Garantia da Qualidade. Em decorrência disso, no desenvolvimento destes produtos são aplicados conceitos e metodologias de gerenciamento de projetos de engenharia, originalmente desenvolvidos para produtos de defesa, que dividem o projeto em fases distintas, com objetivos específicos, e cria mecanismos de verificação em cada uma delas.

Em cada uma destas fases são definidos graus de maturidade que o projeto deverá atingir e critérios para verificação de que o projeto está apto a passar à fase seguinte. Desta maneira, o projeto vai evoluindo gradativamente demonstrando ser capaz de atender a todos os requisitos técnicos, de confiabilidade e rastreabilidade associados ao produto ainda na fase de sua concepção.

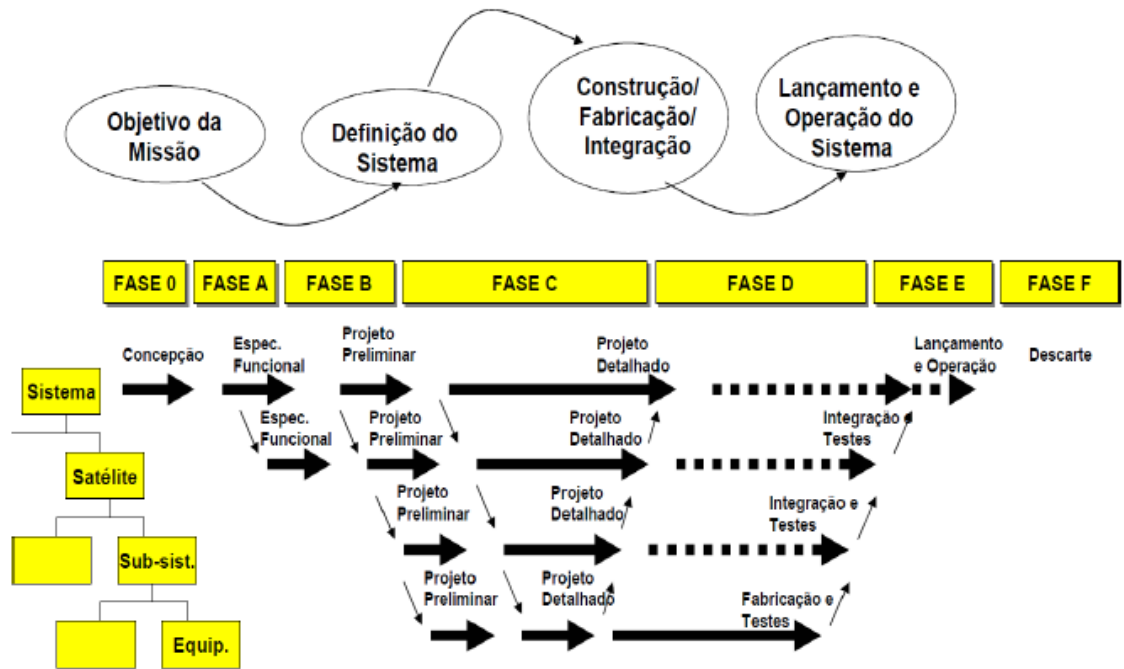
Para implementar um sistema confiável de gerenciamento da configuração, faz-se necessário registrar uma extensa árvore de documentação com descrição muito detalhada em diferentes níveis (sistema, subsistema, processos, partes e materiais, etc.), em que há diversos atores atuando (múltiplas empresas, inclusive). Uma pequena alteração em qualquer um destes níveis pode ter um impacto grande na especificação geral do sistema. Portanto, o ato de gerenciar a configuração por si só exige grande aprendizado dos atores que atuam em projetos de produtos espaciais e os habilita a lidar com produtos de alta tecnologia, cada vez mais complexos e, portanto, de maior valor agregado.

Segundo a norma ECSS-M-ST-10C, *apud* OLIVEIRA (2014), o ciclo de vida típico de um projeto de um produto espacial é dividido em sete fases, conforme segue abaixo e na FIGURA 5:

- Fase 0: Análise da missão e identificação das necessidades;
- Fase A: Estudo de viabilidade;
- Fase B: Projeto preliminar;

- Fase C: Projeto detalhado;
- Fase D: Produção e qualificação;
- Fase E: Utilização;
- Fase F: Descarte.

FIGURA 5: Ciclo de vida de um projeto especial



Fonte: Souza (2008)

A praxe adotada pelas grandes agências do setor espacial, como Nasa e ESA, é de que *stakeholders* específicos participem de cada uma dessas fases. A Fase 0 – Análise da missão e identificação de necessidades, em que há a definição dos requisitos de alto nível, fica a cargo do cliente da missão (ou cliente de alto nível), isto é, o alto escalão das organizações demandantes e patrocinadoras, que em geral são as agências espaciais, com participação de representante dos usuários. Essa fase envolve estudos de concepção em que é verificada a viabilidade do sistema preliminar na forma de simulações, análise, relatórios de estudos, modelos e maquetes (VALLE *et al*, 2017; SANTOS, 2014).

A Fase A – Viabilidade é desenvolvida principalmente pelo cliente de alto nível e, uma informação que merece destaque, por um ou vários fornecedores de primeiro nível, com o acompanhamento do patrocinador do projeto e, também, dos representantes dos usuários finais. Essa é a fase de desenvolvimento conceitual e de tecnologias, em que há definição do

sistema conceito na forma de simulações, análise, modelos de engenharia e maquetes e definição do estudo do custo-benefício (SANTOS, 2014).

A Fase B – Definição preliminar envolve fazer o projeto preliminar e a finalização do desenvolvimento de tecnologia, apresentando como produtos finais da fase maquetes, resultados de análise de benefícios, documentos de especificação e de interface e protótipos. A Fase C - Projeto Detalhado contempla o projeto final e a fabricação do produto e desenvolvimento do *software*. A Fase D - Produção e qualificação refere-se à Montagem, Integração, Teste e Lançamento do Sistema. A Fase E – Utilização refere-se à Operação e Manutenção do Sistema. A Fase F – Descarte é a finalização da operação do sistema, com descarte do mesmo.

5.1.1. Os riscos tecnológicos e comerciais

Em projetos de desenvolvimento complexos, como os espaciais, utiliza-se métricas para averiguar o nível de maturidade tecnológica dos componentes e sistemas que poderão ser selecionados para integrar o artefato espacial e também para definir, com um maior nível de confiança, o escopo, os custos e o cronograma de um projeto. Tais métricas são importantes para fornecer aos *stakeholders* elementos que permitam identificar, medir e gerenciar os riscos associados com o desenvolvimento de uma tecnologia, antes de investir grandes volumes de recursos ou selecioná-la para compor um projeto espacial com tempo limitado para ser finalizado.

Para medir o nível de desenvolvimento de uma tecnologia, o *Technology Readiness Levels* (TRL) consagrou-se como critério utilizado na tomada de decisões na gestão de tecnologias espaciais (SANTOS, 2014), estabelecendo graus evolutivos de maturidade de uma tecnologia. Sua relevância foi confirmada com a publicação da norma ISO 16290 (*International Organization for Standardization*, 2013), a qual padronizou as definições e critérios de avaliação utilizados por versões adaptadas do modelo TRL ao redor do mundo (CATARINO, 2014).

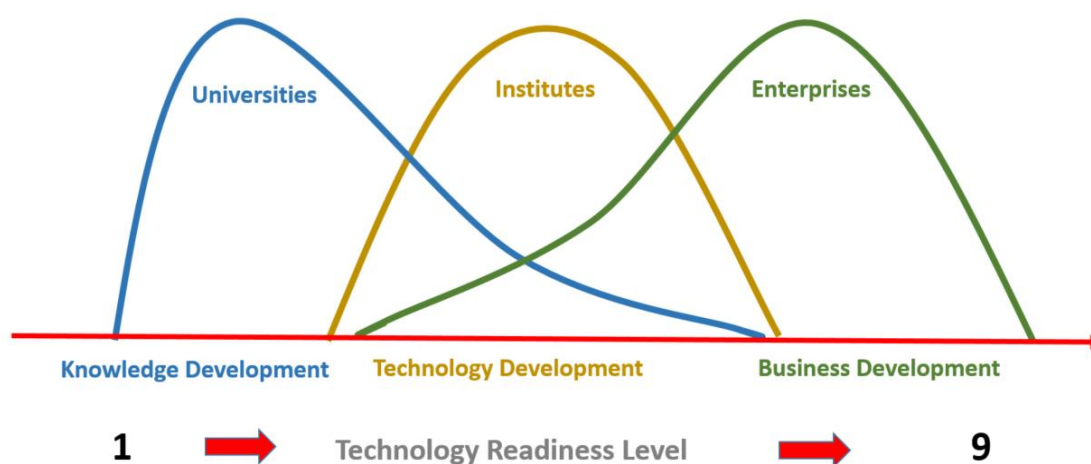
Quanto menor o valor de TRL mais imatura se encontra a tecnologia e, quanto maior, mais madura. Os níveis de 1 a 3 envolvem princípios básicos de investigação científica, teste de aplicação básica e prova de conceito. Nessas etapas a participação da universidade é fundamental, sendo o *locus* em que se deve iniciar a maior parte das pesquisas básicas.

Os níveis de 4 a 6 são identificados como o vale da morte, sendo o momento em que a maior parte das descobertas básicas param, não progredindo para tecnologias aplicadas. Tais

fases envolvem a validação de componente em (i) ambiente de laboratório e (ii) em ambiente relevante, e o teste de protótipo em ambiente relevante. Nessas etapas de desenvolvimento tecnológico entra a participação mais intensa dos institutos de pesquisa, interagindo com universidades e empresas (SANTOS, 2014).

Os níveis de 7 a 9 são alcançados por aquelas tecnologias que já chegaram no estágio de demonstração de protótipo em ambiente espacial; em que o sistema está concluído e qualificado para voo a partir de teste e demonstração; e que, finalmente, o sistema é comprovado em voo em missão bem-sucedida. Significa que foi gerada uma inovação e esse novo produto está pronto para a comercialização. Nessa etapa de desenvolvimento de produto a participação das empresas deve ser majoritária, em articulação com os institutos de pesquisa (SANTOS, 2014).

FIGURA 6: Entidades participantes do desenvolvimento tecnológico



Fonte: AEB (2018)

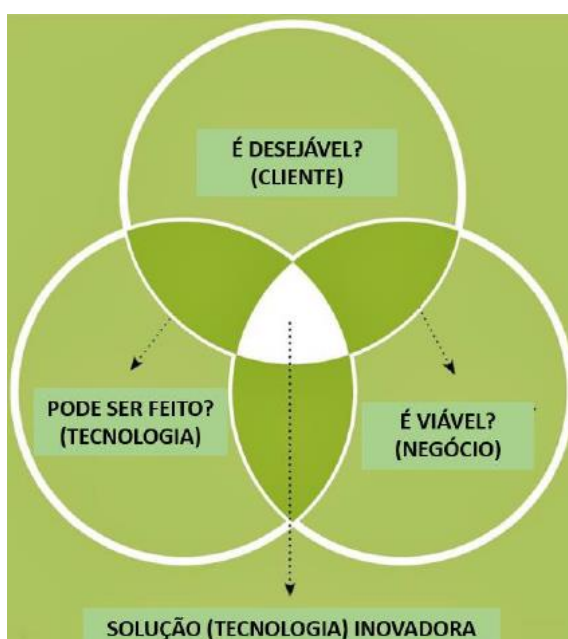
A FIGURA 6 demonstra que para gerar novos produtos a partir da inovação tecnológica, cada conjunto de entidades desempenham papel mais relevante em determinada etapa do desenvolvimento, a fim de minimizar o risco tecnológico. O adequado financiamento, pelos agentes de fomento, do processo de desenvolvimento tecnológico, utilizando-se a infraestrutura técnico-científica das Universidades, das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e das empresas de base tecnológica é fundamental e estratégico para esse processo de geração de inovação. Esse entendimento é exatamente aquele trazido pela Teoria Evolucionista (NELSON, 2008), a qual vê o crescimento econômico como o resultado da

geração da inovação a partir da interação e da co-evolução das tecnologias, das firmas, da estrutura industrial, e das instituições de suporte e governamentais.

Além do risco tecnológico, é imprescindível considerar a lucratividade do empreendimento, pois o setor produtivo só adentrará ao projeto caso a inovação a ser gerada tenha potencial de ser um sucesso comercial. Conforme apresenta Cimoli *et al* (2007), os incentivos para a inovação, por si só, são insuficientes, por isso, um papel central das políticas é afetar a capacidade dos atores em alcançar novos paradigmas tecnológicos ou de realizar o emparelhamento. Nesse sentido, a participação ativa da indústria espacial é fundamental para o alcance de novos paradigmas tecnológicos.

Na área espacial, historicamente, há cooperação entre entidades públicas e privadas, valendo-se, em grande medida, do poder de compra do Estado. Em um ecossistema dinâmico, é desejável que os recursos investidos pelo governo nas ICTs e universidades gerem novas tecnologias e serviços que possam, futuramente, ser comercializados pelas empresas, conforme destaca a FIGURA 7. Os tributos pagos ao governo a partir da comercialização das novas tecnologias podem financiar novas pesquisas, instituindo, portanto, um círculo virtuoso de inovação (AEB, 2018). Na percepção de Peres & Primi (2009), a inovação impulsionaria mudanças estruturais, as quais, por sua vez, fortaleceriam os incentivos à inovação em um círculo virtuoso de crescimento. No entanto, este processo não é automático, nem espontâneo.

FIGURA 7: Solução tecnológica inovadora e suas premissas principais



FONTE: AEB, 2018.

5.2. Um resumo das peculiaridades da indústria espacial

Em decorrência das especificidades do produto espacial, a indústria espacial acaba por conviver com diversas peculiaridades deste setor produtivo, a saber (VAZ, 2009):

- Envolve desenvolvimento tecnológico complexo, de longo prazo, caro e de alto risco;
- O mercado é altamente competitivo e os riscos mercadológicos são muito elevados;
- Envolve tecnologias frequentemente classificadas como “duais”, isto é, passíveis de utilização tanto para uso pacífico quanto militar, o que restringe muito o acesso a elas. Restrições dessa natureza¹³ frequentemente impossibilitam o desenvolvimento de equipamentos, subsistemas e até mesmo de sistemas completos, justificando o estabelecimento de políticas de nacionalização;
- Em geral, os bens não estão prontos ou disponíveis para aquisição imediata. São desenvolvidos de acordo com as especificações do cliente (institutos governamentais ou agência espacial governamental);
- Os bens são de alto valor agregado, em razão de sua elevada complexidade tecnológica requerida para atender aos severos requisitos de qualidade inerentes aos programas espaciais (peso, tamanho, durabilidade, eficiência, confiabilidade, comunicação e resistência à radiação, temperaturas extremas, corrosão);
- O mercado é usualmente bastante limitado em quantidade de encomendas, o que justifica uma política governamental de aquisição diferenciada que privilegie as empresas nacionais que se disponham aos investimentos de risco;
- O acesso aos mercados internacionais não depende somente da capacitação tecnológica, mas também de históricos de voos bem-sucedidos;
- Os recursos financeiros para desenvolvimento de tecnologias voltadas para os programas espaciais são, majoritariamente, de natureza pública governamental em níveis nacionais ou continentais, como é o caso da ESA, implicando a prática de protecionismo do respectivo setor industrial; e

¹³ Impostas, em especial, pelo Regulamento Internacional de Tráfico de Armas (ITAR) e pelo Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MCTR). O primeiro é um regime regulatório dos Estados Unidos para restringir e controlar a exportação de tecnologias militares e relacionadas à defesa para salvaguardar a segurança nacional dos EUA e os objetivos da política externa dos EUA. O segundo é um regime multilateral de controle de exportação. Consiste em um entendimento político informal entre 35 estados membros que buscam limitar a proliferação de mísseis e tecnologia de mísseis.

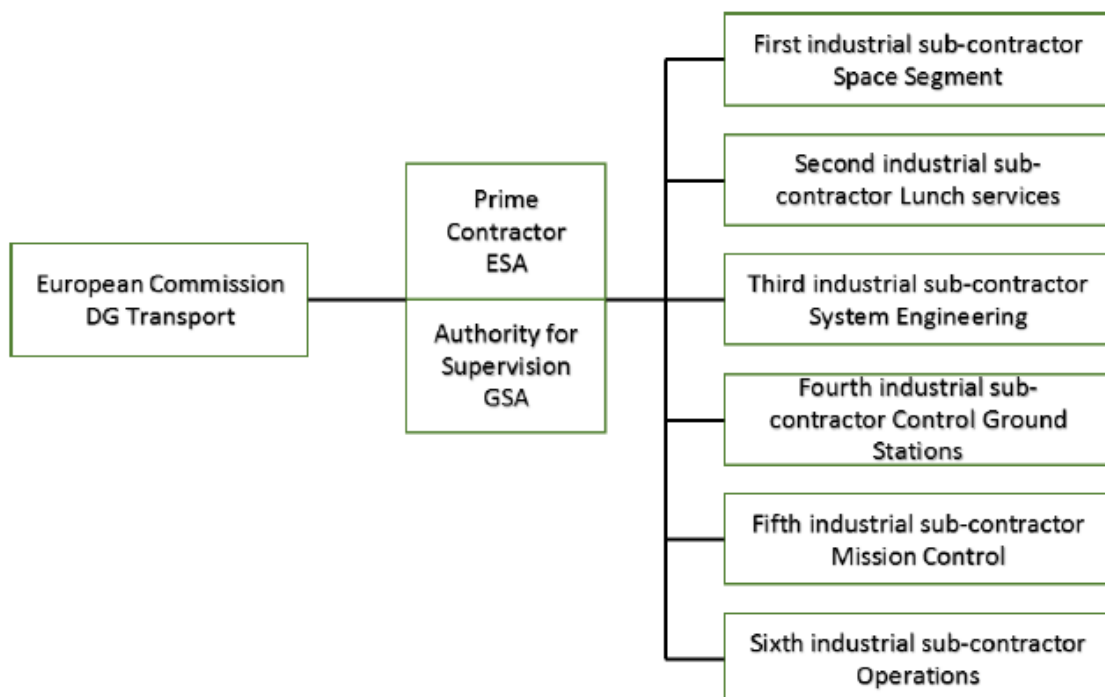
- Os custos são elevados para o treinamento e a especialização da mão de obra. O setor demanda pessoal especializado e treinado, geralmente não disponível no mercado de trabalho.

5.3. O arranjo industrial espacial internacional

No modelo internacional é forte a presença de empresas participando dos projetos espaciais. Há de fato uma relação integrada entre empresas, ICTs, universidades e órgãos de governo, o que é um aspecto fundamental para a geração de inovação tecnológica (NELSON, 2008; DOSI, 1998; Cimoli *et al*, 2007). Além disso, a forte presença do setor privado propicia que sejam considerados os aspectos comerciais e competitivos das tecnologias espaciais desenvolvidas a partir das missões espaciais contratadas pelos órgãos de governo, fator também imprescindível para a sustentabilidade da geração de inovação (PERES & PRIMI; 2009).

No setor espacial mundial, é usual a presença de uma empresa integradora, ou chamada ainda de contratante principal ou de *prime contractor*, para fazer o papel de fornecedora de primeiro nível, sendo a líder da cadeia fornecedora. Essa empresa recebe os requisitos da missão, derivando-os em cascata até uma solução final visando atender às necessidades dos usuários.

FIGURA 8: A organização industrial do projeto Galileo



Fonte: SANTOS (2014), adaptada de Space Program Management Methods and Tools.

SANTOS (2014) traz como exemplo um modelo de organização industrial do projeto Galileo (FIGURA 8), a partir de uma adaptação de publicação da ESA, de 2013, sobre ferramentas e métodos de gestão de programas espaciais. A FIGURA 8 apresenta um cliente (que pode ser uma agência espacial, um órgão de governo, ou mesmo uma empresa pública ou privada) demandante de um artefato espacial. Este cliente contrata diretamente o integrador, que pode ser uma indústria ou um consórcio de indústrias, para realizar o desenvolvimento do projeto e ter a incumbência de reunir a equipe do para desenvolvê-lo.

Essa figura supervisora funciona como um espelho da integradora, isto é, deteria as mesmas capacidades técnicas para acompanhar o trabalho em desenvolvimento. Em geral, essa Autoridade é um Instituto de Pesquisa qualificado para exercer tal função.

Na terceira coluna estão a lista de fornecedores (*tiers*) de segundo ou mais níveis, ou seja, empresas que seriam contratadas pela integradora para desenvolvimento de (i) segmentos específicos, tais como o lançamento do satélite ou controle de operação; de (ii) subsistemas do satélite; ou de (iii) equipamentos. A lista de fornecedores despenderá se a empresa integradora está responsável por toda a missão ou apenas pelo segmento de satélite.

5.4. O papel do Estado no desenvolvimento da indústria espacial no mundo e no Brasil

Consideradas todas essas características peculiares da indústria espacial descritas no item 5.2, adicionadas ao papel fundamental das universidades¹⁴ e ICTs¹⁵ no desenvolvimento de novos produtos tecnológicos, fica claro o papel fundamental do Estado no desenvolvimento do setor espacial e da indústria espacial. Este setor é um exemplo muito emblemático do papel de destaque das instituições (universidades, laboratórios públicos, *locus* apropriado para pesquisa e treinamento, organizações financiadoras, etc.) para o desenvolvimento tecnológico, conforme descrito pelos autores da Teoria Evolucionista (NELSON, 2008; DOSI, 1998; Cimoli *et al*, 2007).

Assim como Dosi (1998) relata que os países ocidentais apresentam graus relativamente altos de intervenção para o desenvolvimento econômico, sendo que a diferença

¹⁴ No caso brasileiro, das oito universidades que oferecem o curso de Engenharia Aeroespacial, sete são universidades públicas federais: Universidade Federal do ABC, em São Carlos (SP); Universidade de Brasília (UnB); Universidade Federal de Santa Maria (RS); Universidade Federal de Santa Catarina, em Joinville (SC); Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte/MG); Universidade Federal do Maranhão (MA); Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA); e Faculdade Uniamérica, de Foz do Iguaçu (PR).

¹⁵ Os institutos de ciência e tecnologia tradicionalmente envolvidos no setor espacial, INPE e IAE, também são públicos. Só em 2018, um instituto privado, o Instituto SENAI de Inovação em Sistemas Embarcados (ISI-SE), localizado em Florianópolis-SC, em parceria com a Embrapii, a qual opera recursos públicos, iniciou um projeto de desenvolvimento de um subsistema de satélite a partir da parceria e da demanda da empresa Visiona Tecnologia Aeroespacial.

entre eles é basicamente o arranjo institucional e a filosofia de intervenção, pode-se dizer que no setor espacial, analogamente, acontece o mesmo. De forma que aqueles países que dominaram o desenvolvimento tecnológico espacial, necessariamente, utilizaram instrumentos estatais de apoio ao setor, incluindo desde compras governamentais, encomendas tecnológicas do governo, infraestrutura laboratorial pública, universidades públicas, bem como leis e políticas públicas de incentivos.

São intervenções dessa natureza que, segundo Cimoli *et al* (2007, p.68), afetam diretamente (i) as capacidades tecnológicas de organizações individuais e corporativas, e seus ritmo de aprendizado; (ii) os sinais econômicos percebidos por elas (incluindo, lucratividade e os custos de oportunidade percebidos); (iii) as formas como elas interagem umas com as outras e com outras instituições não-mercantis”.

As especificidades da economia espacial, em especial, a exigência de que, para serem comercializados internacionalmente, os componentes, subsistemas e sistemas devem apresentar experiência bem-sucedida no espaço, isto é, herança de voo, reforça também o papel relevante do Estado sob a ótica comercial dos produtos espaciais. As compras públicas, como mecanismos de fomento à indústria espacial, em todo o mundo, permitem que as empresas alcancem patamares tecnológicos mais elevados e consigam comercializar seus produtos. Dessa forma, a sustentabilidade da indústria espacial e o amadurecimento desta como uma indústria competitiva internacionalmente recorrentemente passa, em um primeiro momento, pela contratação direta do governo às empresas do setor¹⁶ (OLIVEIRA, 2014).

Devido a essas características, Costa Filho (2000) observa que o papel do Estado nos programas espaciais é, em um primeiro momento, planejar, financiar e desenvolver as atividades espaciais e, em um segundo momento, incentivar a transferência dos resultados obtidos nessas áreas para outros segmentos da economia e da sociedade. Segundo o autor, no caso do setor espacial, o Estado torna-se a figura central para estimular a capacitação tecnológica do país, cuja atuação se processa de várias maneiras: na implementação da política setorial, no incentivo à indústria, nas atividades de P&D, entre outros.

Através das compras governamentais, os governos nacionais ou regionais (como no caso da União Europeia) permitem a capacitação industrial, o desenvolvimento tecnológico, a

¹⁶ A Entrevista 6 trouxe palavras precisas para essa situação: “na área de espaço só se consegue vender para um mercado estabelecido, você só trabalha nesse meio se tiver a herança de voo. Não basta eu ter talento e sair fazendo, pois se não houver uma missão para provar o que está sendo feito, aquilo vai morrer. As missões vêm do governo, o próprio governo é o exemplo anterior. As empresas que participaram de um ciclo têm condições de tentar ir para fora, quem não participou não tem, logo, você não consegue empreender com facilidade”.

herança de voos aos produtos desenvolvidos. Com o passar do tempo, as empresas adquirem mais maturidade e consistência para concorrerem no mercado mundial e integrarem-se à cadeia global do setor espacial, passando a terem mais autonomia em relação ao Estado e às demandas internas do país.

Mesmo nos países em que as empresas já estão maduras e inseridas na cadeia global de valor do setor espacial, podendo já arcar com o desenvolvimento e testes de seus novos produtos¹⁷, o Estado teve ou ainda tem participação relevante no desenvolvimento desses novos produtos, pois muitas vezes eles são frutos de encomendas estatais ou *spin-offs* de tais encomendas contratadas com recursos públicos ou também devido à participação das universidades, ICTs e laboratórios públicos.

Um instrumento de contratação muito utilizado pela Nasa, por exemplo, são as encomendas tecnológicas, em que a solução é encomendada para mais de uma empresa, sendo que todas elas recebem o pagamento por aquele desenvolvimento tecnológico e a Nasa utiliza o produto final que mais lhe interessar. Nesse contexto, as empresas têm frequentemente contrato industrial¹⁸, além de manterem suas capacidades de recursos humanos e de infraestrutura, de desenvolverem-se mais tecnologicamente e criarem oportunidades de negócios a partir do que foi desenvolvido diretamente ou indiretamente, por meio de *spin-offs*.

O retorno do investimento feito na indústria espacial é comprovado em diversos estudos internacionais (AIA, 2013; LONDON ECONOMICS, 2015; EERME, 2016). Como por exemplo, o estudo da Deloitte¹⁹ (2012) encomendado pela Associação de Indústrias Aeroespaciais (AIA) para avaliar a contribuição e o impacto financeiro da indústria aeroespacial e de defesa dos EUA sobre a economia americana. Os resultados foram muito positivos e significativos, tanto quantitativamente, quanto qualitativamente.

Os resultados do ano de 2010 apareceram em termos de empregos diretos (1,05 milhão) e indiretos (2,48 milhões), impostos pagos pela indústria e pelos trabalhadores (totalizando US \$ 37,8 bilhões), impacto sobre o produto interno bruto (2,23%) e outros

¹⁷ Esses são os casos de países que alcançaram “um modelo em que a indústria tem um mercado tão grande que ela consegue ter os seus retornos disso e consegue vender. Ela pode existir quase que independente do governo, o governo entra mais como definindo a marco legal o que pode, o que não pode, para não haver exagero, mas regulando o mercado. De qualquer forma, ela toca no mercado como o americano, empresas já vivem explorando e desenvolvendo” (Entrevista 5).

¹⁸ Segundo a Entrevista 7, “os Estados Unidos chegam ao ponto de nem sempre contratar as melhores, lá eles têm um sistema que ajuda as empresas quando entram na fase das “vacas magras”, para não desmontar a linha de engenharia da área espacial, pois eles querem ter mais de uma empresa e pagam por isso. Lá é uma prioridade, já aqui ficamos sempre com pequenas empresas e a única empresa que aparece dizendo querer ser uma integradora, uma prime, ninguém quer chegar perto”.

¹⁹ A Deloitte Touche Tohmatsu Limited é uma empresa de serviços de auditoria e consultoria empresarial, fundada em 1845 em Londres, presente hoje em mais de 700 escritórios em 150 países.

fatores financeiros e econômicos. Um resultado bastante relevante para se pensar o impacto da indústria é o alto índice de emprego indireto e induzido estimado: de 2,36 empregos para cada 1 empregado diretamente.

Qualitativamente, ficou claro que a indústria contribui fundamentalmente para a maneira como se vive, se trabalha, se viaja e se comunica através das tecnologias criadas e das inovações contínuas em aviões a jato, satélites de comunicação, internet e sistema de posicionamento global (GPS), por exemplo.

Leloglu e Kocaoglan (2008), *apud* Schmidt (2011), apresentam diversos argumentos favoráveis à difusão da indústria espacial, tais como:

- O estabelecimento de uma indústria espacial tende a ter o seu investimento retornado para a economia e fomenta o desenvolvimento de uma nação;
- Desenvolver uma indústria mais robusta é uma forma de minimizar a fuga de cérebros e reter mão de obra qualificada no país, já que a busca por cientistas e engenheiros pelos países desenvolvidos deve aumentar;
- A compra de determinados sistemas essenciais ao desenvolvimento de atividades espaciais torna os países parcialmente dependentes de um determinado fabricante, pois a mudança de um sistema para outro tem altos custos;
- Por meio do *spill over* ou transbordamento, outras áreas tecnológicas podem ser fomentadas, contribuindo para o desenvolvimento geral do país;
- Ao deter seu próprio satélite, o país é capaz de planejar missões com órbita e cargas úteis otimizadas para as suas necessidades, o que fica prejudicado quando se depende de satélites de outros países, os quais nem sempre atendem adequadamente à demanda interna;
- A existência de uma indústria espacial forte fomenta a educação e a pesquisa científica nos países. Analogamente, os efeitos das conquistas espaciais têm grande alcance na população, aumentando a autoconfiança dos países e o interesse de jovens por ciência e tecnologia.

A tendência mundial tem sido cada vez mais as agências governamentais passarem as iniciativas de desenvolvimento de atividades espaciais às empresas privadas, como forma destas realizarem a exploração espacial, diminuindo drasticamente custos e tempo de desenvolvimento de novos produtos. Os exemplos das companhias SpaceX, Virgin Galactic e Blue Origin, concorrentes entre si, são emblemáticos nesse sentido. Outro exemplo é das

pequenas empresas de capital privado especializadas, com caráter empreendedor, que estão adentrando o movimento intitulado de *New Space*.

A Space X, por exemplo, do proprietário Elon Musk, conseguiu desenvolver alguns produtos inéditos, como a Dragon, a primeira espaçonave comercial a entregar carga à Estação Espacial Internacional (ISS) e voltar intacta à Terra, um feito anteriormente alcançado apenas pelos governos; e o Falcon 9, o foguete reutilizável do mundo que mais vezes conseguiu pousar de volta ao nosso planeta. Essas reutilizações, adicionadas à diminuição de custos de acesso ao espaço que vem acontecendo ao longo do tempo, tornam as atividades espaciais muito mais econômicas e acessíveis a um grupo maior de pessoas, de forma que, em pouco tempo, o turismo espacial será viável.

Essas empresas só conseguiram chegar no patamar tecnológico e concorrencial que alcançaram devido há anos de investimento da Nasa nessas empresas. E, mais, a Nasa continua apoiando-as na medida em que contrata regularmente tais empresas, trabalha em parceria e de forma articulada, seja com (i) a divulgação regular do planejamento de suas atividades e futuras compras; (ii) o compartilhamento de seus laboratórios; (iii) o repasse às empresas dos requisitos necessários para que a Nasa os contrate futuramente, por exemplo, para levar seus astronautas à ISS gastando significativamente menos.

Convém destacar, ainda, que compete ao governo, além do apoio ao desenvolvimento tecnológico por meio de universidades, ICTs e laboratórios públicos; e do fomento direto à indústria espacial, por meio de compras governamentais; desempenhar também outros papéis legais (NELSON, 2008), administrativos e de cooperação internacional para viabilizar a realização de negócios e a sustentabilidade do setor. No caso brasileiro, algumas atividades se destacam:

- a) regular as atividades do setor (elaborar uma lei geral);
- b) adequar as contratações do setor ao Marco Legal de CT&I e, caso não seja suficiente, propor alterações de leis, de forma a viabilizar contratações mais simples e diretas;
- c) aprovar acordos (tal como o Acordo Salvaguarda Tecnológico com os EUA) que permitam o uso de subcomponentes de outros países nos artefatos produzidos e lançados por nós.

Em resumo, sobre a ótica de desenvolvimento de tecnologias, e especificamente das espaciais, o poder público é fundamental para promover a transformação de estruturas produtivas e organizacionais, e enfrentar barreiras que devem ser superadas pela intervenção *ad hoc* do Estado, resultando a criação de assimetrias para favoreçam as atividades qualificadas como indutoras para o crescimento de longo prazo (PERES & PRIMI; 2009).

5.5. A indústria espacial brasileira

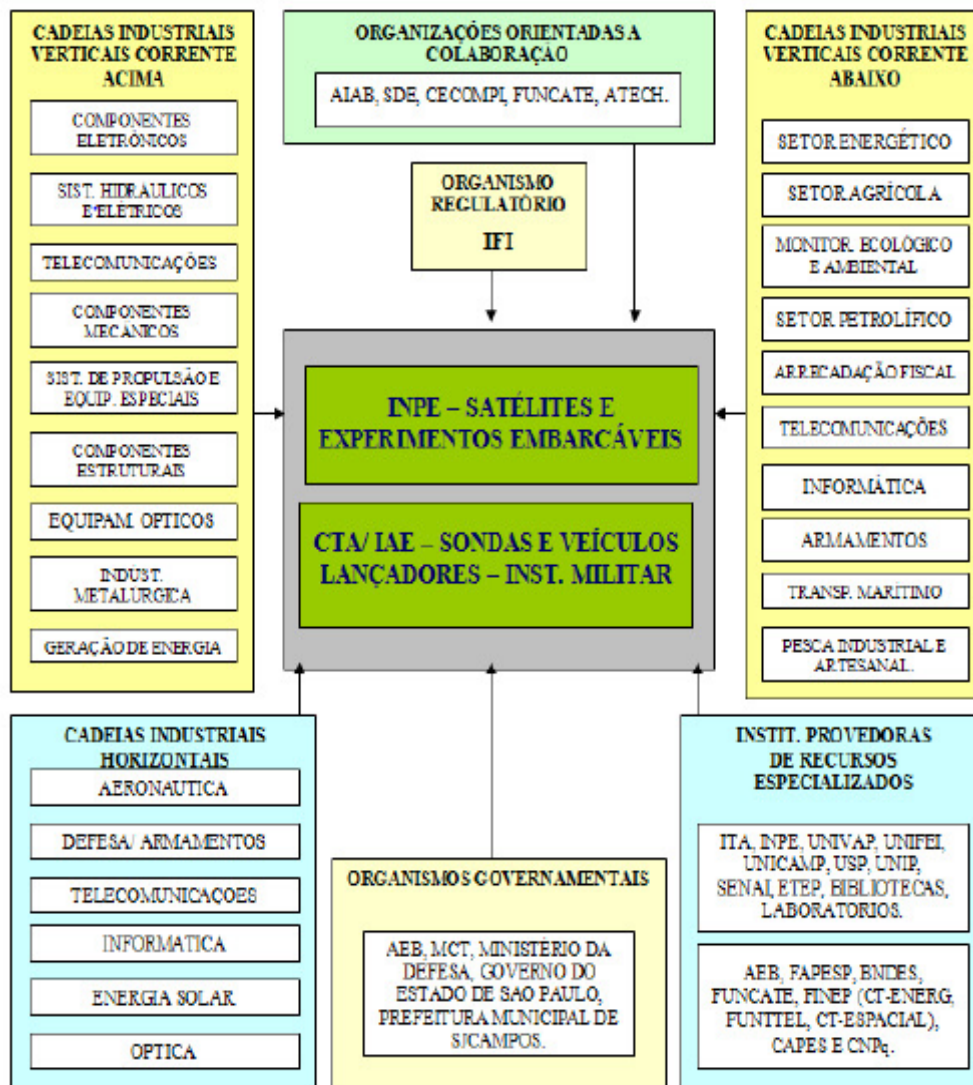
A maior parte das empresas da indústria espacial brasileira nasceu na década de 90 para atender ao Programa Espacial Brasileiro, outras foram atraídas dos setores como defesa, aeronáutica, equipamentos médico-hospitalar. Em geral, o surgimento dessas empresas deveu-se à saída de pesquisadores do INPE, do DCTA ou egressos do ITA, para abertura de seus próprios negócios. A tendência na época, principalmente para o seguimento de satélites, foi de formação de uma empresa fornecedora para cada vertical de especialização, dessa forma, não haveria concorrência entre elas.

Conforme será apresentado, são empresas de pequeno e médio porte que fazem o papel de subcontratadas, fornecendo componentes e subsistemas aos programas de satélites e lançadores nacionais. O INPE e o IAE atuam como *prime contractors* e as empresas privadas nacionais são subcontratadas por eles. Cabendo aos institutos a gestão do projeto, e a responsabilidade pelo design, montagem, integração e testes (CÂMARA, 2012).

Há uma concentração territorial, em São José dos Campos, de um grupo de empresas e de instituições associadas (como o ITA, o INPE e o DCTA) que atuam em um campo específico e se relacionam a partir de pontos comuns e complementares. Oliveira e Miguez (2011) elaboraram uma representação (FIGURA 9) sobre o setor espacial brasileiro a partir da ótica de *clusters* ou Arranjos Produtivos Locais (APLs), como ficaram reconhecidos no Brasil. Mostrando a cadeia a montante (setores dos quais se demandam insumos) e a jusante (setores aos quais se ofertam produtos) e os principais atores que se relacionam com a indústria.

Essa concentração territorial, segundo a quarta proposição elaborada por Dosi (1998), favorece o alcance de externalidades tecnológicas e de resultados não intencionais no processo de mercado. Isso porque as externalidades, que representam um ativo coletivo do grupo de empresas daquele território, são fundamentais no processo inovativo, pois moldam uma estrutura institucional que adapta escolhas, resultados e desempenhos econômicos.

FIGURA 9: Representação do setor espacial a partir da ótica de APLs



Fonte: Oliveira e Miguez (2011)

Em função das dificuldades financeiras apresentadas pelas empresas nos últimos anos, algumas empresas: (i) fecharam, como a Mectron; ou (ii) tiveram que diversificar suas atividades, atendendo a outros setores produtivos; ou (iii) tiveram seu capital social, total ou em parte, vendidos para empresas estrangeiras, como é o caso da Akaer e da AEL.

5.5.1. Identificação, perfil e número de empresas do setor espacial brasileiro

A investigação sobre uma indústria específica e de suas relações com a economia nacional presume conhecimento comum do que é esta indústria: quais as firmas que a

constituem e que características são importantes para a compreensão de sua estrutura. No caso da indústria espacial nacional, essa identificação conceitual não é simples, pois não pode ser feita a partir de classificações usuais, como é o caso da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pois uma ampla gama de setores e atividades econômicas estão envolvidos no desenvolvimento das atividades espaciais (SCHMIDT, 2011).

Partindo desse entendimento, algumas análises com diferentes metodologias foram feitas, por diferentes órgãos, na tentativa de identificar quem e quantas são essas empresas no Brasil. Schmidt (2012), com a proposta de contribuir para uma análise sobre o perfil de um conjunto de empresas que fornecem bens e serviços para o programa espacial brasileiro, definiu esse rol de empresas a partir de uma série de relações, a saber:

- Empresas associadas à AIAB, conforme consulta feita em 2010: 18 firmas;
- Empresas cadastradas em dezembro de 2010 pelo Instituto de Coordenação e Fomento Industrial (IFI), unidade do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial do Comando da Aeronáutica (Comaer): 54 firmas;
- Empresas identificadas pelo Comprasnet (base de compras do governo federal) como fornecedoras do Programa 0464 – Programa Nacional de Atividades Espaciais no exercício financeiro de 2010: 39 firmas;
- Empresas fornecedoras da Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) identificadas como prestadoras de serviços à indústria espacial, base do ano de 2010: 14 firmas; e
- Empresas que forneceram para o IAE em 2010, informadas pelo próprio instituto: 59 firmas.

Retirando as repetições de empresas das listas, ficaram 148 empresas de diferentes setores industriais e níveis de fornecedor, não concentrando, portanto, apenas nos fornecedores diretos (nível 1) aos órgãos do SINDAE. Devido à origem das listas, algumas ressalvas merecem ser feitas: (i) a possível inclusão de fornecedores de serviços não relacionados diretamente à atividades espacial (como as que o IAE pode ter contratado para atividades correntes); (ii) a inserção de algumas empresas de aplicações espaciais (que fazem parte do *downstream* na cadeia), como, por exemplo, as filiadas à AIAB (Geoambiente, Imagem); e (iii) a contabilização de empresas fornecedoras apenas do setor aéreo, como é o caso de algumas empresas filiadas à AIAB e, possivelmente, de outras oriundas da lista da Embraer.

De toda forma, o informe sobre os achados dessa pesquisa é pertinente para este trabalho, porque mesmo que a amostra tenha sido abrangente, ela inclui as empresas do setor e reflete as características desse. Os resultados apresentados, de forma conjunta para empresas, entre o período de 2000 a 2009 foram:

- A despeito do espraiamento por tipos diversos de atividade, a concentração setorial maior ocorreu na indústria de transformação, tanto quanto ao número de firmas (71 das 148 firmas), como também para o pessoal ocupado (das 42.831 pessoas, 80% estavam empregadas na indústria de transformação);

- Parte significativa das empresas do setor é de micro e pequenas empresas, estando concentradas no grupo de firmas que emprega entre 1 e 30;

- Há uma intensa concentração territorial das empresas na Região Sudeste (122 das 148);

- O engajamento das firmas em atividades exportadoras é alto se comparado a outros setores, com destaque para o percentual de firmas importadoras: quase metade das empresas no ano de 2007;

- Os indicadores de mão de obra evidenciaram a diferenciada qualificação tecnológica e potencial de produtividade dessas firmas. O salário mensal médio pago no setor em 2009 era de R\$ 2.177,00, na época, valor mais que três vezes maior do que a média do restante das firmas.

- A diferenciação do nível tecnológico das firmas pode ser ainda observada pelo percentual de engenheiros, cientistas e funcionários com ensino superior. Os engenheiros chegam a ser mais de 9% no setor, quando nas demais firmas não chegam a ser 0,5% da mão de obra utilizada. O pessoal com ensino superior é um terço do total empregado pelo conjunto de firmas, quando nas demais firmas é cerca de 20%.

- Em termos de patentes, apesar do potencial existente, não houve diferenciação em relação à média brasileira: média de 0,04 patentes por firma em 2007.

- Em relação ao acesso ao crédito do BNDES, quando comparadas ao total de firmas, o número de empresas do setor atendidas foi irrisório (variando de 0,071% em 2000 e 0,044% em 2007). Porém, em termos de valor, o percentual de recursos destinados a essas empresas foi bem mais expressivo (com variação de 11,89% em 2000, passando por 18,54% em 2004 e chegando a 2,39% em 2007).

- As empresas espaciais estiveram intensamente ligadas a grupos de pesquisa do CNPq: 32 firmas participaram em 52 projetos distintos entre 2000 e 2009;

- Quando ao FNDCT, poucas empresas tiveram acesso a recursos do fundo (no máximo 12 por ano), porém o número de projetos (que chegou a 106 em 2007) e o valor médio por projeto (uma média de cerca de R\$ 500 mil reais) aumentou bastante no período analisado.

Em 2013, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) elaborou estudo sobre Recursos Materiais e Humanos para o PNAE, em que fez um levantamento das capacidades do parque industrial brasileiro e de sua força de trabalho relacionada ao desenvolvimento de tecnologias espaciais. Foram realizadas entrevistas com 13²⁰ empresas do setor, as quais eram, em 2013, aquelas com contrato direto com instituições executoras do PNAE. Diferente do estudo anteriores, o negócio principal para a maior parte dessas empresas era a atividade espacial.

Os resultados apresentados foram os seguintes:

- Há escassez de recursos humanos nas empresas. Em 2013, havia 1800 pessoas trabalhando próximas de alguma atividade do setor espacial nessas empresas, sendo que apenas 350 atuavam diretamente com projetos ligados à área espacial. Apenas 2% eram doutores e 7% mestres. Proporcionalmente a outros países, esses números são muito baixos;
- As empresas apresentaram dificuldade financeira e baixa competitividade industrial, com contratação apenas por órgãos governamentais, os quais sofrem com oscilações orçamentárias. Como solução, algumas firmas abriram o controle acionário para empresas estrangeiras;
- As empresas sofrem com as restrições de importações de componentes fundamentais para a montagem dos subsistemas contratados, provocando atrasos nos projetos e aumentando custos;
- Alta concentração das empresas em São José dos Campos. Se por um lado é benéfico, devido à facilidade de contratações, à redução de custos logísticos, à concentração de instituições favorecendo um sistema inovador dinâmico; por outro lado, essa característica deve ser analisada sob a ótica de ser um risco estratégico para o país;
- Diante da escassez de recursos humanos nos institutos de pesquisa, DCTA e INPE, é um desperdício não aproveitar ou reter a mão de obra das empresas brasileiras, cujos esforços para formação de recursos humanos e construção de infraestrutura foram significativos.

²⁰ As empresas foram: AEL Sistemas, CENIC, COMPSIS, Equatorial, Fibraforte, Fundação Ezute, Mectron, Neuron, Omnisys, Opto, Orbisat, Orbital, Visiona. Uma décima quarta empresa, a Avibras, foi consultada, porém, não respondeu ao questionário.

Outro estudo desenvolvido foi uma iniciativa coordenada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e pelo Ipea, com o objetivo de realizar um mapeamento do segmento industrial de sistemas espaciais voltados para a defesa no Brasil. A fim de conhecer o perfil das empresas, a autora Patrícia Matos (2016) selecionou 115 empresas a partir de diferentes fontes secundárias, inclusive o primeiro estudo apresentado acima (SCHMIDT, 2012). Das 115 empresas selecionadas amplamente, como forma de identificar toda a cadeia produtiva do setor, foram encaminhados questionários a 99 e a porcentagem de resposta foi de 25%.

O resultado encontrado expõe que “a maioria das firmas classificadas como espaciais atua, essencialmente, no fornecimento de bens e serviços intermediários para os institutos de pesquisa do DCTA, para outros organismos relacionados ao programa espacial brasileiro, como o INPE, e também para as poucas empresas espaciais brasileiras de conteúdo tecnológico mais elevado” (MATOS, 2016, p. 35). Assim, a autora conclui que, apesar do potencial inovativo existente, o segmento ainda não está consolidado no Brasil, inclusive quando comparado a outros segmentos da própria indústria de defesa brasileira.

Mais recentemente, AEB (2018c, 2018a) realizou levantamento das empresas contratadas pelo PNAE²¹ nos últimos anos. Os números encontrados de fornecedoras de componentes, parte e subsistemas foram os seguintes: 20 no segmento de lançadores (missões VLM, L-75, PSM)²²; e 17 no de satélites (missões CBERS 3, 4, 4A e PMM/Amazonia-1)²³. Existem 4 empresas coincidentes, as quais fornecem para os dois seguimentos, por isso, pode-se considerar 33 o total de empresas diretamente contratadas nos últimos anos pelo PNAE.

A Diretoria de Satélites, Aplicações e Desenvolvimento da AEB (DSAD/AEB) está realizando estudo interno (AEB, 2018a) de aprofundamento sobre as empresas específicas do segmento de satélites, a fim de atualizar as informações a respeito da estrutura, da capacidade e a da participação da indústria brasileira nos projetos de satélites desenvolvidos dentro do

²¹ Nesse levantamento apareceram também as empresas contratadas para os segmentos de Centros de Lançamento e aplicações espaciais, porém, como não correspondem ao objeto dessa pesquisa, os números correspondentes não foram apresentados aqui.

²² Estão fora dessa listagem os projetos VLS 1 e 2, VSB-30. As empresas identificadas foram as seguintes: Akaer Engenharia, Alltec, Avibras, Calfer Usinagem, CENIC Engenharia, Globo Usinagem, Legado Usinagem, Metal Técnica, Metalcard, MGE Montagens Industriais, New Bor, Omega7 Systems, Omnisys, Orbital, Original, Plastflow, RJC Defesa e Aeroespacial, SIATT Engenharia, TGM Turbinas, UTEC Usinagem.

²³ Estão fora dessa listagem os projetos CBERS 1, 2 e 2A. As empresas identificadas foram: AEL Sistemas, AMS KEPLER, Beta Telecom, CENIC, Delphos, Elecnor do Brasil, Equatorial Sistemas, Fibraforte, Funcate, Lunus, Mectron, Neuron, Omega7 Systems, Omnisys, Opto, Orbital, Vere Telecom.

PNAE. O período em análise é de 2000 e 2017 e os seguintes resultados foram encontrados na etapa de análise quantitativa²⁴:

- Alta concentração geográfica em São José dos Campos (12 empresas), com uma empresa apenas em cada uma dessas cidades: São Paulo, São Bernardo do Campo, São Carlos, Niterói, Porto Alegre;
- A respeito da classificação da principal atividade da empresa, os achados foram os seguintes: quatro relataram a prestação de serviços de engenharia (Cenic, Fibraforte, Mectron e Orbital Engenharia), duas relataram o desenvolvimento de programas de computador sob encomenda (AMS Kepler, Omega7 Systems), duas relatam a fabricação de componentes eletrônicos (Ael e Neuron). Outras empresas relataram atividades relacionadas a serviços administrativos, comerciais, de consultoria, pesquisa em ciências físicas e naturais, além da fabricação de equipamentos;
- Apenas 8 dentre as 17 empresas participam de grupos de pesquisa pelos dados do CNPq;
- No período de 2007 a 2014, 12 empresas participaram de 40 projetos beneficiados pelo FNDCT, por meio da Finep, com valor agregado de R\$117,09 milhões. Porém, há uma redução de contratos com o Fundo Setorial do MCTIC ao longo dos anos;
- De 2002 a março de 2018, seis empresas realizaram contratos com o BNDES, na categoria de operações indiretas automáticas. Foram nove operações reembolsáveis com cinco empresas, totalizando o valor de 6,9 milhões, e duas operações não reembolsável com uma empresa no valor de 116,7 milhões de reais;
- No período de 2001 a 2017, observa-se que a quantidade de empresas importadoras supera as exportadoras, porém, nenhuma delas utiliza do benefício de *drawback*²⁵;
- Das 17 empresas, 11 apresentaram registro no portal Comprasnet. Foram encontrados 31 processos de compras com o Governo Federal com valor total de aproximadamente 32,54 milhões de reais. Porém, ao longo dos anos o número de contratos está declinando.

Depois de todos esses estudos, é possível considerar que não há ainda metodologia única para definir o conjunto de empresas que participam do setor espacial, exatamente por

²⁴ Na sequência, será feita uma análise qualitativa das informações encontradas nessa primeira fase.

²⁵ É um benefício tributário concedido às empresas que importam insumos para utilização em produtos finais exportados.

este agregar conhecimentos e tecnologias diversas, as quais podem ser fornecidas por empresas de diferentes setores produtivos.

De toda forma, a cadeia completa, com os diferentes níveis de fornecedores, deve ficar próxima de 100 empresas, conforme tentaram demonstrar os estudos de Schimidt (2012) e Matos (2016). Por outro lado, segundo os levantamentos da AEB (2018c, 2018a), as fornecedoras diretas do PNAE nos últimos anos (contratos firmados a partir de 2010)²⁶ correspondem a um total de 33 empresas, considerando que são 20 no segmento de lançadores, 17 no de satélites, e sendo que 4 empresas fornecem para os dois segmentos.

É necessário fazer algumas observações: a primeira é que a Visiona Tecnologias Espaciais e a Compsis, que apareceram na pesquisa do CGEE (2013), não estão listadas no levantamento da AEB. A primeira porque ainda não foi contratada pelo PNAE desde a sua criação; a segunda porque teve contratos firmados para os CBERS 1 e 2, os quais não estão computados nesse levantamento. A segunda observação é que a empresa Mectron fechou; as empresas Opto e Equatorial foram compradas pela Akaer. Diante do exposto e fazendo uma nova contagem a partir dessas observações, pode-se considerar o número de 32 empresas abertas atuantes diretamente nos projetos espaciais dos últimos nove anos.

5.5.2. Participação da indústria nos projetos de lançadores brasileiros

O IAE é o instituto responsável por desenvolver e integrar veículos lançadores no Brasil. Tradicionalmente, a participação de indústria está restrita ao fornecimento de componentes ou subsistemas para esses veículos.

Gostaríamos de apresentar aqui o percentual de participação da indústria em cada um dos projetos de desenvolvimento de foguetes do IAE, tanto dos orbitais (VLS e VLM), quanto de suborbitais (VSB-30), porém as únicas informações disponíveis²⁷ referem-se ao VLM. A AEB (2018e) fez um levantamento de que dos R\$152 milhões de reais destinados ao desenvolvimento do veículo lançador, 51%, isto é R\$ 78,5 milhões, foram repassados à indústria, por meio de contrato, para produção de componentes e subsistemas.

A despeito das porcentagens numéricas, é possível apresentar um panorama geral de participação da indústria e transferência de tecnologia no projeto VSB-30. Este é um foguete

²⁶ Foram levantados apenas os contratos mais recentes, a partir de 2010. Portanto, no segmento de satélites, foram consideradas apenas as fornecedoras das missões: CBERS 3, 4 e 4-A, PMM e Amazônia. Para o segmento de lançadores, os projetos foram: VLM, L-75 e PSM.

²⁷ Buscou-se informações em estudos acadêmicos da área, em relatórios técnicos das instituições envolvidas (IAE/DCTA, AEB), porém, não foram encontrados resultados a respeito do percentual de participação da indústria, com exceção do VLM.

de sondagem direcionado a realizar experimentos em ambientes microgravitacionais. Ele é lançado carregando alguns experimentos científicos, alcança uma altura de microgravidade e retorna à Terra para resgate dos experimentos. O objetivo para os pesquisadores é compreender como tais experimentos reagiram naquele ambiente.

O foguete foi desenvolvido pelo IAE em parceria com a Agencia Espacial Alemã (DLR) e teve seu voo qualificado em outubro de 2004. Desde então, foram encomendados ao IAE a produção e a integração dos subsistemas que lhe cabem para 27 veículos. Isto é, o desenvolvimento tecnológico foi realizado em 2004, há uma produção escalada e fornecimento principalmente para países europeus, porém, não houve ainda transferência tecnológica para a indústria. Esta participa do fornecimento de componentes do VSB-30, mas não está apta para integrar os subsistemas que competem hoje ao IAE, tampouco teve um voo de qualificação de um VSB-30 integrado pela indústria.

Foram realizadas mais de quatro tentativas do IAE para realizar tal transferência, mas devido a inúmeras dificuldades em praticar a transferência, nenhuma delas prosseguiu, apesar de haver interesse de uma indústria ou, em alguns momentos, de um conjunto de indústrias, para receber a transferência. Em 2018, foi aberta uma Oferta Tecnológica não exclusiva (mais de uma empresa pode receber a transferência) e, mais uma vez, a empresa Avibras demonstrou interesse. Em 2019, poderá ser assinado o contrato entre o IAE e a empresa para a realização dessa transferência. “É o caminho da industrialização apesar dele já ser bastante industrializado, só que estamos olhando uma possibilidade de comercialização. Os ICTs não conseguem comercializar, acaba sendo vantajoso somente para os dois atores (IAE e DRL), o Brasil não gera mais empregos e quem usufrui bastante disso são os países estrangeiros” (Entrevista 8).

A Avibras alegou que quer atuar como uma integradora desse e de outros projetos de lançadores e contratará das outras empresas fornecedoras do IAE as partes do VSB-30 atualmente produzidas por elas (Entrevista 8). “Atualmente vemos o quão importante é o envolvimento da indústria e das empresas que realmente querem ser integradoras. É preciso colocar um produto dentro das empresas, não apenas um componente dele, senão no final das contas não será possível aplicação” (Entrevista 8).

5.5.3. Participação da indústria nos projetos de satélites brasileiros

Para o segmento de satélites, Oliveira (2014) faz uma descrição detalhada de como gradualmente a indústria de satélites foi sendo inserida como fornecedora de componentes e

subsistemas dos satélites desenvolvidos e integrados pelo INPE. Segundo a autora, esta gradação considerou “tanto o contexto da época quanto o estágio de maturidade do INPE, como contratante, e da própria indústria relacionada ao setor espacial” (OLIVEIRA, 2014, p. 127). Segue um resumo da participação industrial nos principais projetos de satélites brasileiros, alguns como o SACI-1&2 (satélites científicos perdidos, respectivamente, por falha na operação em órbita e na tentativa de lançamento do foguete VLS-1 V2) não foram detalhados.

Os SCD-1 e SCD-2 foram integralmente projetados, desenvolvidos, qualificados, integrados e testados pelo INPE. A participação da indústria nacional nestes projetos ficou em torno de 10% no SCD-1 e 20% no SCD-2, segundo Costa Filho (2000) e Noronha (2010)²⁸. O SCD-2A foi uma réplica dos dois anteriores, com aproveitamento dos modelos de voo sobressalentes, razão pela qual somente uma empresa, a Digicon, foi contratada para fazer a montagem dos painéis solares.

Os CBERS-1&2²⁹, cujos valores foram divididos em 70% para a parte chinesa e 30% para o Brasil, a participação industrial nacional foi de 29% dos 30% que couberam à parte brasileira. Para o desenvolvimento do CBERS-2B, foram utilizados equipamentos e subsistemas sobressalentes dos satélites anteriores. Os subsistemas sob responsabilidade brasileira foram retrabalhados ou atualizados com participação da indústria nacional.

No caso dos CBERS-3&4, a responsabilidade brasileira foi ampliada para 50%, o que elevou em muito o conteúdo tecnológico produzido no Brasil. A participação de fornecedores brasileiros foi de cerca de 62% do total de recursos empregados pelo país para desenvolvimento dos 50% que lhe coube.

Segundo Oliveira (2014), esse aumento da participação da indústria brasileira nos CBERS-3&4 em relação aos CBERS-1&2 deveu-se ao aumento de maturidade do INPE e das empresas do setor. Enquanto no caso dos primeiros satélites, as contratações industriais contemplavam tão somente a fabricação, ficando toda a concepção a cargo do INPE e da Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), no caso dos satélites CBERS 3&4, a autoria de projeto da maior parte dos subsistemas e equipamentos ficou integralmente a cargo da indústria.

²⁸ Disponível em

https://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/ijespacial_04_tecnologia_de_satelites.pdf. Acesso em: 15jan2019.

²⁹ O Programa CBERS teve início em 1988, com a assinatura do Acordo de Cooperação sobre o Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres entre a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST) da China e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do Brasil.

No caso da Plataforma Multimissão (PMM)³⁰, iniciada em 2001, foram repassadas à indústria o desenvolvimento de alguns subsistemas³¹. Portanto, competia à indústria (i) a responsabilidade de projeto em nível de subsistema; (ii) a especificação, aquisição e controle de partes e materiais com qualificação espacial; e (iii) as atividades de garantia do produto, que seriam vistoriadas pelo INPE ao longo do desenvolvimento e nas revisões de projeto previstas em normas espaciais internacionais. Ao INPE coube a concepção; a arquitetura da plataforma; o projeto de sistema; a especificação e contratação do desenvolvimento de alguns subsistemas e equipamentos³²; e, finalmente, a integração e os testes em nível de sistema.

Em 2008, foi definido o satélite Amazônia-1 como a primeira missão da PMM. Os subsistemas e componentes daquele foram contratados da indústria, com ajustes a partir dos projetos já qualificados dos satélites CBERS 3&4. A PMM e o Amazônia-1 estão sendo integrados neste momento no Laboratório de Integração e Testes do INPE (LIT), com previsão de lançamento em 2020.

O CBERS-4A também está em integração e teste no LIT, com previsão de lançamento ainda em 2019. O satélite foi estruturado a partir das partes replicadas do CBERS-4, com alterações na carga útil, além da altitude da órbita e do período de revisita, o que aumentou a resolução do satélite.

Convém dar destaque ao inédito arranjo industrial consolidado para a aquisição do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), o primeiro satélite de telecomunicações operado 100% pelo governo brasileiro (via Telecomunicações Brasileiras S.A. - TELEBRAS, para o caso da Banda Ka, e via Ministério da Defesa - MD, para a Banda X). A motivação para a aquisição de um satélite de grandes porte, capacidade e abrangência, deveu-se ao atendimento do Programa Nacional de Banda Larga (PNBL), cujo objetivo consistia em universalizar o acesso à internet no país; e à necessidade de prover comunicações governamentais, civis e militares, seguras.

³⁰ O conceito consiste em desenvolver separadamente o módulo de serviço (a plataforma) – que provê serviços básicos de suporte, operação, potência para alimentação, navegação e orientação e programação para realizar as funções no lugar e momento corretos – e a carga útil “cliente” de um satélite. Portanto, a PMM é uma plataforma genérica de satélites que reúne em si todos os equipamentos que desempenham funções necessárias à sobrevivência de um satélite, oferecendo recursos capazes de suportar o funcionamento de diferentes cargas úteis e, portanto, atendendo a diversos tipos de missões espaciais (OLIVEIRA, 2014).

³¹ Tais como Telemetria e Telecomando, Suprimento de Energia, Estrutura e Propulsão.

³² Os subsistemas de Estrutura, Potência, Propulsão e Telemetria e Telecomando da PMM foram contratados diretamente pela AEB junto ao Consórcio PMM, o qual foi formado inicialmente pelas empresas Mectron, Equatorial e Atech, sob gerenciamento desta última. Posteriormente, a empresa Equatorial foi substituída pela Cenic no consórcio.

À época, não havia capacidade nacional, nem do INPE, nem da iniciativa privada, para construir um satélite do tipo geoestacionário, por isso, houve a necessidade de contratar essa compra no exterior. Mesmo com uma compra internacional, foram almejadas algumas oportunidades de beneficiar a indústria nacional e, dessa forma, aproveitar esse projeto para trabalhar outros aspectos do desenvolvimento nacional (VELLASCO, 2018, no prelo). As medidas tomadas relativas à indústria foram as seguintes:

a) Criação da Visiona Tecnologia Espacial, uma *joint-venture* entre Embraer (51%) e Telebras (49%), responsável por fazer a contratação, acompanhamento técnico e operacional dos serviços de construção do satélite, de lançamento do satélite e dos seguros envolvidos. A criação da Visiona marca um grande passo na Política Espacial Brasileira, pois ela passa a ser a possível integradora privada de satélites do Brasil, atividade desenvolvida até então exclusivamente pelo INPE. A integração de um satélite é a parte tecnológica e comercial mais relevante nessa atividade, por isso, a ideia foi criar condições para que ao menos uma empresa nacional se capacitasse e pudesse fazê-lo futuramente, sem deixar de lado a responsabilidade desta empresa em subcontratar as demais empresas brasileiras do setor e manter uma economia industrial dinâmica. Nesse contexto, a Visiona não integrou o SGDC, mas foi responsável pela definição dos requisitos de alto nível e técnicos do satélite, além de ter feito o acompanhamento técnico e operacional de todo o Projeto, adquirindo capacidade industrial para integrar futuros satélites;

b) Programa de absorção de tecnologia: cinquenta profissionais brasileiros atuantes na TELEBRAS, no MD, na AEB, no INPE e na Visiona acompanharam a construção do satélite diretamente na França e foram capacitados;

c) Programa de transferência de tecnologia: a AEB, por meio da FINEP, lançou editais de transferência de tecnologias espaciais em 2015 e em 2018. Foram selecionadas seis empresas brasileiras para receberem transferência de tecnologia da Thales Alenia Space, empresa que construiu o SGDC, em tecnologias específicas de interesse dessas empresas.

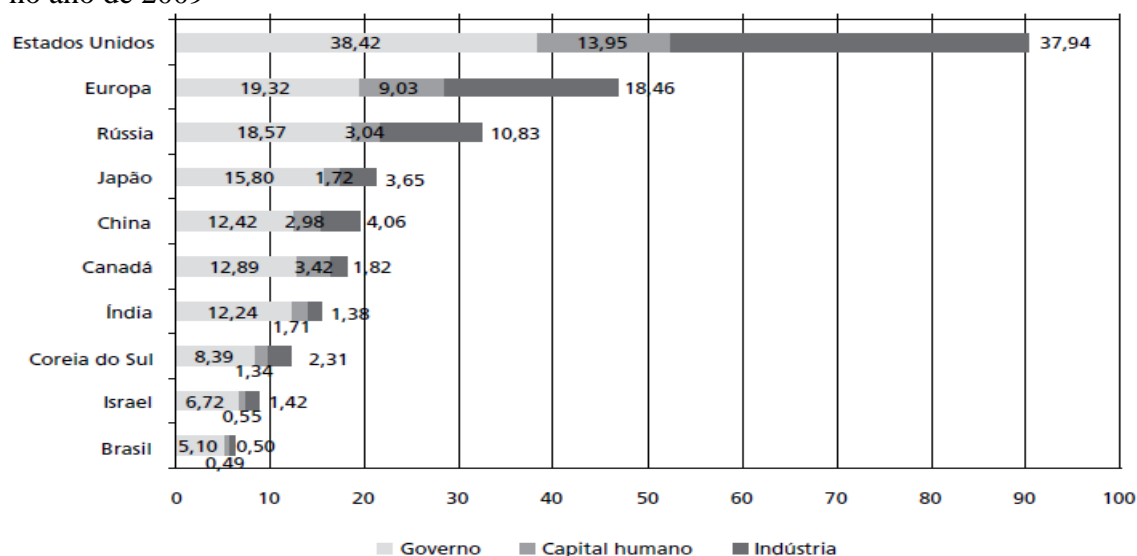
Desde o SGDC, a Visiona não teve mais contratos com o governo federal para desenvolvimento de nova estrutura espacial, tampouco como integradora de satélites ou receptora de tecnologias dominadas pelo INPE. A empresa passou a prestar serviços relacionados a aplicações espaciais e a fazer investimento próprio, com apoio de algumas parcerias (como o SENAI e a EMBRAPII), para desenvolver seu nanossatélite (satélite de pequeno porte). A ideia é proporcionar herança de voo aos subsistemas que a empresa está desenvolvendo e que poderão ser utilizados posteriormente em satélites de diferentes portes, além de comprovar sua capacidade de integrar um satélite, mesmo que de pequeno porte.

5.5.4. A competitividade da indústria brasileira comparada com a de outros países

A fim de contextualizar a indústria espacial brasileira em relação às de outros países do mundo, convém analisarmos o Índice de Competitividade Espacial (SCI), medido pela Futron, e usado como referência para indicar a competitividade dos países na área espacial entre 2008 e 2014, quando foi descontinuado. Na elaboração do índice, eram usadas métricas relacionadas a três aspectos:

- componente de governo: estrutura, direcionamento e financiamento por parte do Estado;
- componente humano: desenvolvimento de pessoas e propensão ao uso de aplicações e tecnologia; e
- componente de indústria: capacidade de a indústria financiar e fornecer produtos e serviços espaciais.

GRÁFICO 1 – Índice Futron de Competitividade Espacial – agregados totais por país no ano de 2009



FONTE: Futron Corporation, 2009, *apud* Schmidt (2012).

Obs: O índice Futron vai de 0 a 100.

Os resultados de 2009, trazidos pelo GRÁFICO 1, demonstram que, a despeito de o Brasil estar na última posição em todos os três componentes, o componente da indústria é, relativamente, o fator em que o Brasil está mais distante dos demais países.

Depois de 2010, mais cinco países passaram a ser analisados pelo índice e, com a entrada da Austrália, o Brasil caiu para a décima primeira posição, na qual permaneceu até 2014, quando a contabilização do índice foi interrompida.

A TABELA 1 permite analisar a evolução dos diversos países no SCI (ABDI, 2015). Os EUA, não obstante serem líderes em todos os anos, perderam 5 pontos no SCI, passando de 95,31 para 90,60; a Europa, sempre em segundo lugar, manteve sua nota em torno de 50,00, desde 2008; a Rússia – sempre na terceira posição – apresentou melhora, passando de 36,34 para 43,76. A China evoluiu de 18,14 para 24,39, mas manteve seu quarto lugar, seguida do Japão, que também melhorou sua nota, passando de 14,89 para 21,45. No período, o Brasil ganhou dois pontos, passando de 5,04 para 7,42.

TABELA 1: Comparação dos resultados dos países analisados de 2008 a 2014

2014 Rank	Country	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	U.S.	95,31	94,33	92,49	91,78	91,36	91,09	90,60
2	Europe	50,18	48,81	50,39	49,15	50,36	49,30	50,34
3	Russia	36,34	34,29	37,99	39,55	39,29	40,55	43,76
4	China	18,14	19,35	19,11	23,00	25,66	25,14	24,39
5	Japan	14,89	21,57	19,68	21,15	20,07	22,06	21,45
6	India	17,59	15,30	18,07	18,69	19,49	20,33	20,49
7	Canada	17,64	18,66	18,33	16,09	15,11	15,85	16,75
8	South Korea	9,81	12,73	9,10	9,42	9,03	9,57	10,80
9	Israel	8,52	8,81	8,87	8,52	9,02	10,03	10,30
10	Australia					8,42	8,42	7,73
11	Brazil	5,04	7,14	7,37	7,73	7,26	7,71	7,42
12	Ukraine					6,07	5,96	6,05
13	Argentina					6,29	6,46	5,87
14	Iran					3,52	4,79	4,46
15	South Africa					3,24	3,17	3,50

FONTE: ABDI (2015, p. 32).

Obs: O índice Futron vai de 0 a 100.

Dessa forma, surgiram da análise quatro grupos distintos de competitividade espacial. O primeiro grupo de líderes espaciais tradicionais é dinâmico, mas relativamente estável (inclui EUA, Rússia e Europa, que a FUTRON toma como uma unidade). O segundo grupo de poderes espaciais asiáticos (China, Japão e Índia) é intensamente competitivo: cada país pode ultrapassar seus vizinhos próximos em curto prazo. O terceiro (Canadá, Coréia do Sul, Israel e Austrália) e quarto (Brasil, Ucrânia, Argentina, Iran e África do Sul) grupos são altamente diversos: nações com atividades distintas podem obter resultados similares, mas por diferentes razões (ABDI, 2015).

No caso brasileiro, o programa espacial já desenvolve atividades há mais de meio século. No entanto, diversas características são apontadas pela FUTRON para explicar os

resultados relativamente modestos obtidos até o momento. O Relatório Competitividade da Indústria Espacial: *O Índice Futron e a Posição do Brasil* (ABDI, 2015) traz uma análise detalhada dos motivos e também da metodologia Futron. Em resumo, o motivo que mais se destaca é a recorrência de *false starts* – ou falsas retomadas – que podem ser identificadas ao longo da história do programa espacial brasileiro, impedindo o país de realizar avanços mais expressivos, que possibilitem transformar tais esforços em benefícios mais significativos para a sociedade.

Enquanto os demais países expandiram o seu desenvolvimento na área, demonstrando a importância do espaço como ativo estratégico na última década, o Brasil manteve um ritmo constante que, ao longo dos últimos anos, acabou mantendo o país na retaguarda entre os países analisados.

6. O ARRANJO INSTITUCIONAL HÍBRIDO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PNAE NO PERÍODO DE 1996 – 2018 E O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL

As legislações de CT&I e do setor espacial criam um ambiente institucional macro, o qual define as linhas gerais de atuação e possibilidades jurídicas e estratégicas a serem seguidas. Na prática, as decisões tomadas ao longo do tempo e as ações realizadas concretizaram um arranjo institucional idiossincrático para o setor espacial, com características adquiridas a partir (i) da interação recorrente entre os atores públicos e privados envolvidos; e (ii) das regras, que definem a forma pela qual os agentes econômicos podem cooperar ou competir (DAVIS e NORTH,1971).

Esse arranjo institucional é considerado híbrido, segundo a literatura, porque o setor é estratégico, mobiliza recursos variados de grande natureza, combina ativos muito específicos, porém com baixa frequência de transações³³. Além disso, tal arranjo fundamenta-se na necessidade de coordenação de atores públicos e privados, com incentivos e controles variados, para que esses cooperem e trabalhem com vistas à consecução de determinados objetivos econômicos e tecnológicos. Para a coordenação dos arranjos híbridos, o ideal é que sejam usados elementos de incentivos e também de controle, reservando espaço tanto para a adaptação autônoma – comum aos arranjos de mercado -, quanto para a adaptação coordenada – usada nos arranjos hierárquicos.

Conforme destacado na Introdução (capítulo 1), ao longo desse trabalho, falar-se-á do funcionamento do SINDAE para se tratar do arranjo de implementação do PNAE. Mesmo que esse Sistema não funcione em sua plenitude, com regularidade ou com eficiência na tomada de decisão conjunta e articulada, é a instância formal que deveria propiciar a implementação coordenada do PNAE pela AEB. Esta sessão traz os detalhes sobre o arranjo institucional consolidado do PNAE, os elementos de controle e os incentivos usados em sua implementação e o efeito desses no desenvolvimento da indústria espacial.

6.1. O centro estratégico do SINDAE

A AEB tem a competência legal de atuar como órgão central do SINDAE, por isso, segundo a conceituação de Ménard (2011), caracteriza-se como o centro estratégico, sendo responsável pela coordenação das organizações envolvidas no sistema e pelo equilíbrio entre os incentivos e controles administrativos típicos de arranjo híbrido.

³³ Quanto à baixa frequência das transações no setor espacial, esta é reflexo da quantidade de projetos realizados no setor. Em decorrência, em especial, do baixo orçamento público dos últimos anos, o número de projeto executados no âmbito do PNAE foi muito baixo. “Estou aqui no setor há uns seis anos talvez, não houve projeto novo nesse período” (Entrevista 6).

A Agência acumula funções de planejamento, execução, coordenação e controle, no entanto, apesar de ter sido criada em 1994, o primeiro concurso público para lotação de servidores foi realizado somente em 2014, com nomeação e posse de 64 servidores em julho de 2016. Dessa forma, a instituição passou 22 anos com um quadro restrito de pessoal, contando com servidores cedidos de outros órgãos, comissionados e terceirizados³⁴. Grande parte desses profissionais recebiam uma remuneração incompatível com o grau de responsabilidade exercido.

A ausência do concurso também contribuiu para a concentração de engenheiros e físicos no quadro da instituição, que acabou por carecer, por muitos anos, de um quadro de pessoal multidisciplinar, com capacidades e habilidades de negociação em áreas como políticas públicas, administração, economia, dentre outros.

As circunstâncias acima acarretaram em carência de força política da AEB para (i) liderar ou interferir nas decisões do programa espacial, (ii) para dar visibilidade à Política Espacial e à própria Agência e (iii) para negociar com os altos escalões dos governos a priorização do tema e a destinação de recursos financeiros e humanos.

A AEB, por muito tempo, ficou restrita à função de ordenadora de despesas para dois grandes executores do PNAE: o DCTA, na área de lançadores, e o INPE, na área de satélites e aplicações. Em alguns casos, sendo deixada à parte de decisões estratégicas. Os institutos detêm: (i) forte capital político (o DCTA está ligado ao Ministério da Defesa, o INPE, ao MCTIC, com posição hierárquica no Ministério semelhante à da AEB); (ii) capital tecnológico (os dois dominam tecnologicamente as suas respectivas áreas e têm interesses próprios de pesquisa, o que muitas vezes influenciou na decisão de qual satélite ou lançador deveria ser construído, a despeito do retorno para a sociedade); e (iii) corpo técnico, pois o DCTA detém cerca de 1.500 colaboradores, o INPE, 840, enquanto que a AEB detém cerca de 150.

“Por dever de ofício, a relação da AEB com os institutos começou muito cedo, logo depois de ser criada. Mas, por dever de competência, só foi adquirida há pouco tempo, depois que conseguimos trazer gente tecnicamente capaz para a Agência. Fomos um grupo de pessoas que, em sua maioria, não éramos habilitados para discutir, em um nível mais técnico, as atitudes que cada instituto gostaria de tomar. Havia discussões sobre a parte orçamentária, mas não conseguíamos vencer por argumentos técnicos. Há

³⁴ Apenas 10 servidores de órgãos extintos foram distribuídos para AEB em 1999. Esses foram se aposentando ao longo do tempo e hoje restam apenas 6 ativos.

alguns anos atrás conseguimos começar a dar direcionamento técnico para as questões, é claro que isso gera desconforto para os nossos institutos, mas que acaba sendo reconhecido (...) tanto que o INPE queria levar pessoal da AEB para trabalhar lá” (Entrevista 2).

Os institutos desempenham atribuições diversas, além da atividade espacial (Entrevista 7). O INPE, além da engenharia espacial e do LIT, trabalha com astrofísica, meteorologia, dentre outras, as quais, apesar de usarem serviços espaciais, compõem leques diferentes de atividades. Da mesma maneira, o DCTA é responsável não só pelo IAE, mas por diversas instituições de ensino e pesquisa militares e/ou vinculadas às Forças Armadas, como o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a Academia da Força Aérea (AFA). A AEB, ao contrário, foi criada exclusivamente para tratar da temática espacial.

A desconstrução da AEB como mera repassadora de recursos não é trivial, devido às relações de poder já consolidadas no sistema. Um colaborador da indústria (Entrevista 6) traz um exemplo relacionado a empresas integradoras³⁵: “AEB é uma forte entusiasta da ideia de integradora, mas ela tem dificuldade de fazer essa visão desdobrar” (Entrevista 6). Há, naturalmente, resistência dos institutos em alterar tal situação (os motivos serão explicitados nas subseções seguintes), como forma de preservar os poderes adquiridos e de manter a prevalência de seus interesses.

A Agência teve papel relevante na argumentação de porquê criar uma empresa integradora no Brasil durante a janela de oportunidade do SGDC, em 2012. O princípio norteador defendido pela Agência foi de que essa empresa integradora desempenhasse “duas obrigações: integrar o sistema satelital em si e também a base da indústria nacional” (Entrevista 2), não abandonando, assim, as demais empresas já constituídas no setor espacial até aquele momento.

Preocupada com o alcance de novos paradigmas tecnológicos³⁶, a AEB também foi responsável pela capacitação da indústria nacional a partir do SGDC. Foram realizadas ações de (i) absorção de tecnologia ao longo da fabricação do satélite, do qual participaram técnicos

³⁵ A integração de sistemas refere-se a atividades de integrar componentes, habilidades e conhecimentos de outras organizações, para produzir sistemas cada vez mais complexos. “Quanto mais complexa, de alta tecnologia e de alto custo for a integração de sistemas, mais significativa ela será para a atividade da empresa e do conjunto do setor” (FERREIRA, 2016. p.4). São as integradoras finais, produtoras de satélites e lançadores, que comandam o conjunto da cadeia produtiva e que também respondem pela maior parcela de valor agregado.

³⁶ O Brasil está estagnado no domínio de algumas tecnologias, como, por exemplo, a fabricação de satélites de sensoriamento remoto ótico, sem dominar tecnologias de como fazer satélites radar ou de telecomunicações. Na área de lançadores, estamos estagnados no domínio da propulsão sólida, sem avançar com eficácia para a propulsão líquida.

da Visiona, da AEB, do INPE e da Telebras; e também de (ii) transferência tecnológica de diversos processos da empresa Thales Alenia Space, integradora do SGDC, para diferentes empresas brasileiras de subsistemas. “A ideia era que depois tivéssemos uma indústria mais capacitada” (Entrevista 2). Por outro lado, a AEB sentiu “bastante resistência dos órgãos de governo. A indústria que deve se desenvolver, não os órgãos governamentais” (Entrevista 2).

No que tange à visibilidade do PNAE, as aplicações espaciais são fundamentais para setores como defesa, comunicações e meteorologia, bem como para tarefas de observação e posicionamento da Terra. Apesar disso, no Brasil, os produtos das atividades espaciais não são amplamente reconhecidos como tal, de forma que se perde a oportunidade de mobilizar diversos setores econômicos e sociais para pressionarem, conjuntamente com a AEB, pela priorização política e orçamentária do PNAE.

Outra fragilidade relacionada às aplicações espaciais é quando há interesse dos órgãos governamentais (e também de empresas privadas sediadas no país) em adquirir e operarem um satélite: as instituições não o adquirem de empresas brasileiras, como foi o caso do SGDC. A falta de preparo das empresas brasileiras em realizarem esse fornecimento é usada como justificativa (Entrevista 7). Por outro lado, essas empresas só serão competentes para realizar tais fornecimentos se forem contratadas pelo Estado, se este usar o seu poder de compras, com encomendas frequentes, para desenvolver a indústria, assim como é feito em outros países. Setores intensivos em tecnologia necessitam de investimentos recorrentes e sem cortes, para garantirem o processo de inovação, o qual é fruto de processos rotineiros.

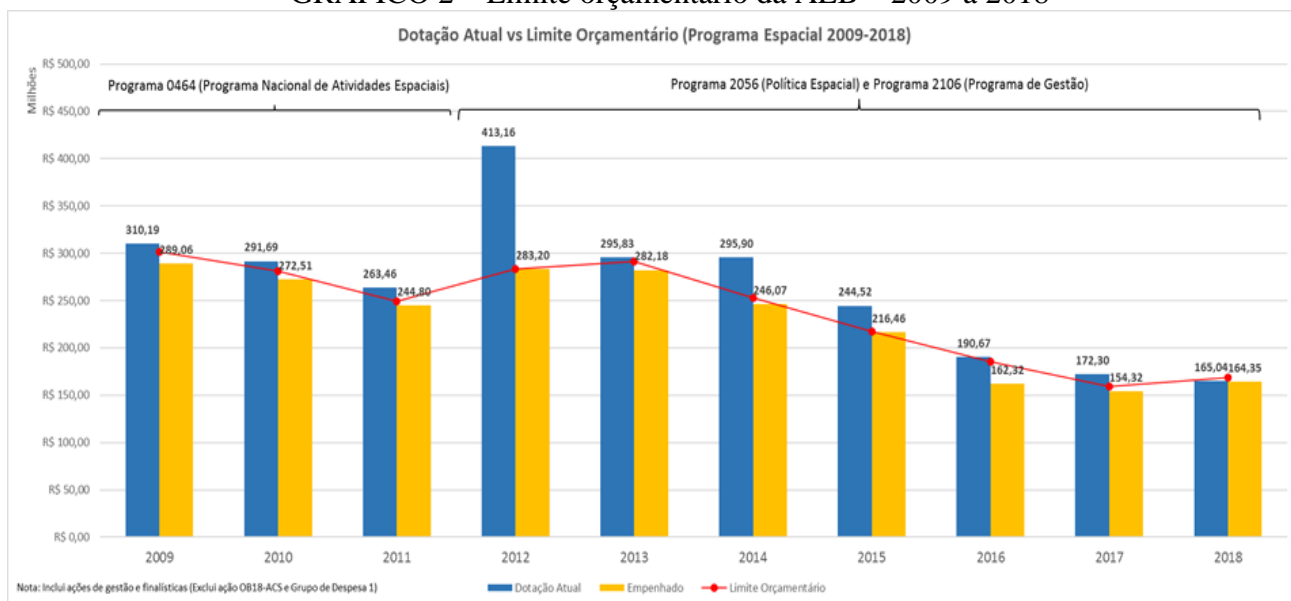
Relativo ao orçamento, o PNAE sempre contou com recursos do Orçamento da União como sua principal fonte de financiamento. Desde a criação da AEB, em 1994, os recursos são geridos pela Agência, porém sofrem grandes variações ao longo dos anos e, a despeito da programação decenal do PNAE, os recursos programados para sua execução não chegam em sua totalidade. “Ninguém faz Programa Espacial com 200 milhões por ano, o próprio PNAE previa investimento de um bilhão por ano e não está acontecendo” (Entrevista 1).

Em 2000, houve tentativa de alavancar o volume de recursos investidos, buscando diversificar suas fontes de financiamento com a criação do Fundo Espacial/FNDCT, adotando-se outras fontes de receita. No entanto, essas fontes revelaram-se absolutamente inócuas, contingenciáveis e não foram suficientes para o propósito da sua criação (SAE, 2009; AEB, 2018f).

O GRÁFICO 2 a seguir demonstra o limite orçamentário da AEB nos últimos 10 anos, além de comparar a dotação orçamentária com aquilo que foi realmente empenhado no

âmbito dos Programas da AEB. Inicialmente designado Programa Nacional de Atividades Espaciais – 0464, em 2012, passou a ter duas nomenclaturas: Programa Política Espacial – 2056 e Programa de Gestão – 2106. O GRÁFICO 2 inclui, portanto, ações de gestão e da área finalística³⁷. É possível perceber que, em dez anos, houve queda dos recursos empenhados de 289 milhões de reais, em 2009, para 164 milhões em 2018.

GRAFICO 2 – Limite orçamentário da AEB – 2009 a 2018



FONTE: AEB, 2018d.

Como consequência da mencionada carência de força política da AEB, observa-se a queda no volume de recursos no gráfico acima, o que provoca grande impacto no setor como um todo e, em especial, na indústria espacial. De acordo com o estudo da SAE de 2009, p. 24:

“a construção de satélites, de foguetes e de infraestrutura terrestre apresenta complexidade e riscos tecnológicos, alto custo e ciclos de desenvolvimento longos, em geral entre quatro e oito anos. Dessa forma, a gestão dos projetos e das atividades espaciais torna-se refém da incerteza, em longo prazo, do suporte financeiro necessário à execução das tarefas e dos contratos envolvidos, o que acaba gerando constantes soluções de continuidade e ações desgastantes e contínuas de replanejamento. Ademais, períodos de penúria de recursos traduzem-se em atrasos sucessivos de cronograma com consequente obsolescência da infraestrutura, atraso tecnológico, dissolução de parcerias internacionais e dispersão ou perda de pessoal. Entre os principais prejudicados com tal situação, encontra-se o setor industrial nacional, formado

³⁷ Foram excluídas as Despesas de Grupo 1 e a Ação Orçamentária vinculada à Alcântara Cyclone Space.

por pequenas e médias empresas incapazes de suportar atrasos em pagamentos contratuais ou a falta de contratos por longo tempo”.

Um agravante do baixo volume de recursos é a pulverização de gastos em projetos dispersos e não articulados entre si (Entrevistas 3 e 7). “Os isolamentos das instituições governamentais que compõem o SINDAE permanecem. De longa data, não existem coordenação e compatibilidade de metas e objetivos entre o desenvolvimento de veículos lançadores e o desenvolvimento de satélites” (VAZ, 2009, p. 226). O que acaba por não gerar resultados positivos para o setor espacial e, por conseguinte, satisfação dos tomadores de decisão, o que favoreceria a destinação de uma parcela significativa do montante de recursos orçamentários da União para o PNAE.

Cabe ressaltar que a AEB é uma autarquia comum e, ao contrário de outras agências públicas, como a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), não possui poder de regulação ou de sanção sobre os executores da política. Tampouco dispõe do mesmo grau de autonomia administrativa que as agências reguladoras, por não ser uma autarquia especial (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009).

Concebida para sinalizar aos parceiros internacionais que o programa brasileiro estaria sob comando civil, a AEB “conferiu maior complexidade à organização política do programa, mas não instituiu uma hierarquia na definição de tarefas, o que suscitou problemas de coordenação e articulação entre os projetos e disputa em torno dos recursos orçamentários” (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009. p. 53).

Com equipe reduzida, insuficiência de capacidade estatal (tanto político-relacional, quanto técnico-burocrática), quadro orçamentário enxuto e sem apoio da sociedade a AEB apresenta dificuldade em exercer as atividades de centro estratégico do complexo arranjo que implementa o PNAE (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009; Entrevistas).

6.1.1. A quem o centro estratégico está vinculado e qual o papel deste órgão?

A Lei de criação da AEB definiu que a autarquia estaria vinculada à Presidência da República, semelhante ao que acontece em outros países, tais como nos EUA e no Japão. Porém, a partir do Decreto nº 3.556, de 2000, a Agência passou a estar vinculada ao MCTIC, especificamente, à Diretoria de Gestão das Entidades Vinculadas da Secretaria-Executiva. Essa alteração trouxe a percepção de enfraquecimento da AEB para coordenar o SINDAE.

“Acho que do jeito que foi criada a AEB, no momento do decreto, subordinado à Casa Civil e à Presidência, entendo ser o local ideal ou que ela estivesse dentro desses dois lugares para que fosse supraministerial.

Colocando-a debaixo de um único Ministério, é claro que não terá prioridade, principalmente, porque a área de pesquisa espacial, diferente da área da Defesa, tem suas diversas aplicações. Na verdade, ela tem múltiplos interesses como a área de agricultura, de monitoramento e do ponto de vista de segurança e de pesquisa. Não acho que esteja no local adequado” (Entrevista 8).

“[há um enfraquecimento] primeiro porque não existe hierarquia, isso quer dizer que quem formula política não consegue fazer e executar a política da maneira que ela tem que ser executada. Logo, vemos tanto o INPE quanto o DCTA disputando a briga de poder com a Agência (AEB). (...) ainda mais agora que estes (do Ministério da Defesa) se veem como também formuladores de Política e ninguém fala nada contra. (...) eles têm que saber que quem coordena, formula a Política e cuida da parte orçamentária é a AEB, não adianta descentralizar. Uns cuidam de Política e outros de tecnologia, é esta a divisão que é feita no mundo inteiro. Acho que isso é o que falta na governança” (Entrevista 7).

Nesse contexto de fragilidade institucional da AEB, surge a pergunta: qual o papel do MCTIC, como instituição a qual a AEB está vinculada?

Alguns entrevistados têm a percepção de que o MCTIC não tem dado o suporte necessário para uma atuação robusta da AEB, pois há dificuldade em sensibilizar a pasta quanto à importância do setor espacial. Tal sensibilização depende “da conjectura política, de quem está no Ministério, se vai dar mais ou menos apoio à AEB, ou vão se meter na briga com o INPE, DCTA, ou até mesmo criar comissões para tratar o assunto, é mais ou menos isso que vejo, ninguém quer entrar nisso” (Entrevista 7).

“A responsabilidade do nosso ministério deixou de ser cumprida quando foi criado, em 2015, um Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) para discutir o setor espacial, sem a participação da AEB. (...) A mudança frequente de Ministro criou um vácuo que permitiu o avanço dessa iniciativa...” (Entrevista 2).

“Agência acabou sendo absorvida pelo MCTIC. Obviamente, nessa absorção perdendo poder político, passou a disputar recursos com outros setores dentro de uma mesma secretaria e não existe Programa Espacial sem muito dinheiro, no mundo inteiro requer muito dinheiro” (Entrevista 4).

“São duas autarquias muito grandes que cuidam de programas essenciais para o país, uma é a AEB e a outra é a Comissão Nacional de Energia Nuclear. Essas duas autarquias, na organização do Ministério, estão muito distantes do Ministro. Não enxergo isso como algo bom. Inclusive, quando discutimos sobre o Comitê de Desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro (CDPEB), solicitamos que fosse mantido a AEB no Ministério, mas numa posição muito mais alta. Essas duas autarquias não são tratadas com o destaque necessário” (Entrevista 3).

“O Ministério não dá o suporte e o apoio que deveria dar. Vemos o tanto que não existe esse apoio, pois criaram [em 2018] o CDPEB, para resolver esses problemas e cumprir uma função que já estava escrita na Política e que era função da AEB. O próprio governo se furta do papel de dar o poder que deveria dar para a Agência, que é do próprio governo. É como se ele falasse “você é Agência e o que você formular como política é a lei para os outros institutos, podem ser os antigos, os mais novos, mas o que vale é a lei”, mas não é cumprida, logo nada que está escrito na PNDAE e naqueles decretos está sendo cumprido” (Entrevista 7)

Representante do MCTIC (Entrevista 1) alegou que o Ministério é grande e ficou ainda mais robusto com a junção da pasta do Ministério das Comunicações; existem inúmeros institutos de pesquisa e algumas agências vinculadas a ele, não sendo possível, portanto, destinar atenção especial à AEB. Além disso, o Ministério não compõe o Centro de Governo e, por isso, apresenta fragilidade institucional em lidar com outros atores envolvidos com o setor espacial:

“MCTIC é um Ministério periférico, no governo o que não for Casa Civil, Ministério do Planejamento e Ministério da Fazenda se torna periférico. Quando se tem um Ministério que não tem capacidade política de trazer os outros atores para dentro e se tem uma Agência vinculada a esse Ministério, os dois perdem. (...) Dificilmente o MCTIC conseguiria se sobressair ao Ministério da Defesa, talvez com outra governança conseguíssemos” (Entrevista 1).

A literatura (TCU, 2016) demonstra a importância da articulação com o Centro de Governo para viabilizar a priorização e os recursos necessários para a implementação de políticas públicas. Quando um tema compõe a agenda desse Centro de Governo, há um empoderamento da pauta e dos atores envolvidos e cria-se condições favoráveis para a

execução do programa. Diante disso, pode-se considerar que independente de a qual órgão a AEB esteja vinculada, mais importante do que isso, é manter articulação com o Centro de Governo a fim de manter a prioridade política do PNAE. O papel do Centro de Governo também pode ser de criador e empoderador de uma instância própria de governança do setor, como foi feito no caso de setor de infraestrutura com o Programa de Parcerias de Investimentos.

Outra questão a ser considerada nesta análise é a dificuldade do próprio MCTIC em estabelecer e gerir um SNCTI, conforme apresentado no Capítulo 5. Isso reflete na gestão de Sistemas “setoriais” de CT&I, como é o caso do setor espacial. Nessa circunstância, assim como cada iniciativa de apoio ao desenvolvimento de CT&I tem sua própria gestão e forma de funcionamento, os Sistemas “setoriais” também são assim.

Cabe destacar que um novo formato de governança para o setor espacial foi discutido ao longo dos anos de 2017 e 2018, primeiramente, pela AEB em parceria com o Ministério da Defesa, depois, no âmbito do CDPEB. Houve um novo desenho de arranjo do setor espacial, o qual será implementado futuramente se houver encaminhamento para o Congresso Nacional e a consequente aprovação da proposta. Nesse novo formato existirão as seguintes instâncias:

- a) Conselho Nacional do Espaço (CNE), formado pelos Ministros de seguintes pastas: Casa Civil – coordenadora -, MCTIC, Ministério da Defesa e Ministério da Economia. A AEB faria o papel de Secretaria-Executiva;
- b) Comitê Executivo do Espaço (CEE), presidido pela AEB e composto por membros dos seguintes órgãos: INPE, Comando da Aeronáutica (COMAER), MCTIC, Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), Ministério de Relações Exteriores (MRE), Ministério da Economia, Comunidade Científica, Setor Privado.

Nesse formato, cabe ao CNE a deliberação política das atividades e projetos que deverão ser desenvolvidas e ao CEE os encaminhamentos técnicos para execução daqueles. Conforme o raciocínio de representante do MCTIC (Entrevista 1), esse formato trará o tema para o centro do poder, com a Casa Civil coordenando o CNE, e proporcionará mais força à AEB para a execução articulada das ações, já que a ordem de implementação a ser cumprida vem “de cima”.

6.2. Órgãos setoriais do SINDAE

O Decreto nº 1.953, de 1996, que instituiu o SINDAE, definiu como órgãos setoriais o INPE e o DCTA. Historicamente, estas instituições ficaram conhecidas como “executoras” do PNAE, detendo muita autonomia para tomar decisões estratégicas e nortear a atuação do PNAE. Contudo, a atuação está mais relacionada aos interesses institucionais de cada uma delas do que aos do Programa.

A AEB mesmo sendo detentora dos recursos e, no limite, a “dona” dos produtos encomendados não consegue exercer seu poder de órgão central. A maior concentração de poder dos órgãos setoriais em relação à AEB explica-se por diversos fatores técnicos, dentre eles, deterem maior número de funcionários, estrutura mais robusta (incluindo laboratórios de teste) e o conhecimento técnico a respeito dos desenvolvimentos tecnológicos do setor. Porém, a predominância de poder de decisão pelos órgãos setoriais deveu-se, também, a fatores políticos que envolvem a falta de hierarquia entre a AEB e eles, o baixo capital político da AEB para exercer coordenação entre órgãos com capacidade técnica tão distintas, sendo a AEB o mais enxuto deles.

Nesse contexto, a coordenação de ações entre os dois institutos tecnológicos, INPE e IAE, ficou comprometida ao longo do tempo. Carvalho (2009, p. 21 e 22) relata a sucessão de acontecimentos tecnológicos, orçamentários e de embargos que inviabilizaram a realização concatenada entre os projetos brasileiros de satélites e de lançadores. O principal deles foram os sucessivos fracassos do Veículo Lançador de Satélites (VLS), em 1997, 1998 e 2003. Desde então decidiu-se abandonar o projeto de se ter um lançador robusto e optou-se por desenvolver um lançador de micro e pequenos satélites, o Veículo Lançador de Microssatélites (VLM), cujo desenvolvimento ainda não foi finalizado. No entanto, o relato é de que com o VLM o desalinhamento entre institutos e de prioridades continua, não houve um aprendizado em relação ao VLS: “essa proposta deveria ser feita já integrada com o INPE de qual satélite será lançado. Não foi feito assim” (Entrevista 3).

As dificuldades enfrentadas pelo PNAE justificam ainda mais a necessidade de sinergia entre os dois principais institutos envolvidos no Programa Espacial, porém, as distâncias programáticas e filosóficas entre eles são significativas. Enquanto o IAE prioriza, atualmente, o VLM, visando o mercado de microssatélites, o INPE investe na parceria sino-brasileira para a construção dos satélites de sensoriamento remoto da série CBERS, que são lançados da China, e no Amazônia-1.

Apesar de demonstrarem mais força e estrutura do que a AEB, os institutos, ao longo dos anos, vêm tornando-se carentes de recursos orçamentários, de infraestrutura e de pessoal.

Segundo a Entrevista 4, eles são “achatados” em termos de recursos necessários para os projetos que o próprio PNAE prevê. Apesar de haver uma expectativa de desembolso financeiro, o planejamento nunca é executado. Isso gera grandes atrasos nos projetos, frustram os *stakeholders*, que não veem resultado e, portanto, não destinam novos recursos à atividade. Acaba que a indústria é também prejudicada por isso, pois “embora sejamos as Autoridades de Projeto de cada subsistema, grande parte das atividades é executada na indústria, porém com essa redução de recursos e projetos acabamos sufocando a indústria. Ela acaba não tendo um fluxo de caixa necessário para se manter funcionando, é um ciclo vicioso” (Entrevista 4).

O corpo técnico está aposentando exponencialmente. Em 12 anos, houve redução de 30% dos colaboradores e a previsão é de diminuir, em 4 anos, a menos da metade do que se tem hoje. Nesse contexto, os institutos já perderam muita capacidade técnica e conhecimento, pois não foi feita gestão adequada deste, com o repasse a outros pesquisadores da casa, à indústria, às universidades. Devido ao estado preocupante em que os institutos estão, muitas pessoas aposentadas voltaram a ocupar cargos temporários e precário, podendo, a qualquer momento, serem desvinculadas da instituição, como aconteceu este ano de 2019 com a conversão de inúmeros cargos de Direção e Assessoramento Superior (DAS) em Funções Comissionadas do Poder Executivo (FCPE), as quais são exclusivas para servidores ativos.

“Se formos no INPE e no DCTA iremos ver a precariedade que tem de recursos humanos, no passado eram exuberantes, mas hoje temos quatro bolsistas no INPE para poder manter as responsabilidades com relação ao CBERS e o Amazônia. (...) Os institutos precisam focar nas responsabilidades que eles têm como órgão de governo” (Entrevista 2).

“Atualmente a disponibilidade de recursos humanos que temos não é mais como tinha ano passado, (...) reduzindo isso os desafios ficam maiores, pois tecnologias que dominávamos podem sofrer riscos de serem perdidas. Não adianta deixar um relatório bem feito que é possível de replicar. Na verdade, parte do conhecimento está na cabeça do pesquisador e ele devia ter passado isso para alguém, mas ele foi embora sem passar. Temos um problema de redução do capital intelectual” (Entrevista 4).

Essa situação de redução do conhecimento é grave para o setor, pois, conforme apresenta Nelson (2008), o crescimento econômico depende de assimilação e aprendizado, para fazer com eficiência; de inovação; e de aprendizado efetivo, para gerar retornos altos do uso dos capitais físicos e humanos. Se se perde assimilação e aprendizado, retorna-se ao estágio anterior e não se consegue avançar no alcance de novas tecnologias e de inovações,

tampouco, da fronteira tecnológica. Além disso, a formação de mão de obra leva tempo e, portanto, a reposição não é célere.

A renovação do quadro de pessoal dos institutos é importante, principalmente, para a manutenção das capacidades tecnológicas e dos aprendizados já conquistados hoje. A forma de fazê-la precisa ser discutida pelo SINDAE. Alguns entrevistados acreditam que a renovação não deve ser feita de maneira isolada, tampouco, de forma a justificar ainda mais a concentração de atividades de integração dentro das ICTs.

“Tenho medo de, ao invés de pressão para a indústria nacional ressurgir, façam o efeito contrário: ‘Vamos fazer um concurso para o INPE para que daqui 5 ou 10 anos tenhamos pessoas especializadas’, pois leva tempo para se especializar na área espacial. (...) Temos que ajudar o INPE a renovar seu quadro, porém tem que haver uma ênfase na indústria nacional. O INPE e a AEB têm que trabalhar naquilo que é capacitado para fazer, não cuidar da fabricação pois quem tem que cuidar disso é a indústria” (Entrevista 2)

Todavia, há outra percepção (Entrevista 4) de que o conhecimento sobre tecnologias estratégicas não deve ficar exclusivamente sob a alçada da indústria, pois se não houver mais interesse comercial, a indústria parará de produzir e o país perderá capacidade tecnológica já adquirida. O problema dessa percepção é que, na prática, ela tem sido usada como justificativa para não repassar à indústria conhecimentos consolidados nos institutos, os quais, por sua vez, tem sequencialmente perdido aprendizado devido à carência de mão de obra.

Kono (2014) expõem que em um cenário hipotético em que o INPE desenvolveria todos os satélites nacionais, seria necessário multiplicar a equipe de engenharia por um fator de cinco. Entretanto, mesmo com essa carência de pessoal, os institutos, dos dois segmentos, são resistentes em delegar à indústria a atividade de integração. “Dizem que é necessário ter uma empresa de integração, mas para o tamanho de satélites que a ICT faz, isso não é necessário. A ICT, em trabalho com as empresas [fornecedoras de subsistemas], pode ter muito êxito” (Entrevista 3).

6.3. O setor privado no SINDAE

O Decreto nº 1.953³⁸, de 1996, que instituiu o SINDAE, definiu também a participação do setor privado, por indicação de seu representante legal. As relações do setor

³⁸ O Decreto nº 1.953, de 1996, definiu, ainda, a participação de órgãos e entidades responsáveis pela execução de ações específicas do PNAE, como Ministérios e Secretarias da Presidência; Estados, Distrito Federal e Municípios. A relação da AEB com estes acontece de forma esporádica e pontual, não cabendo neste trabalho um detalhamento de tal relação.

privado no âmbito do SINDAE acontecem tanto de forma direta com a AEB, (institucionalmente e de forma contratual, como nos casos em que a AEB contrata diretamente); e também, mais recorrentemente, via institutos de pesquisa.

Segundo a Entrevista 7, dos integrantes do SINDAE, a indústria “é um dos que mais sofre. Se o governo faz ou não seu trabalho, os órgãos governamentais existem, a indústria não. Ela acaba se não tiver um contrato, se não tiver fomento, se não tiver ninguém fazendo nada para criar e para manter uma indústria e uma competência industrial”. A percepção, em geral, é de que

“a participação [da indústria no PNAE] foi bastante pequena. (...) Os resultados que foram obtidos nos últimos anos mostram como a indústria ficou afastada, por diferentes razões, não é culpa nossa, é culpa da legislação que dificulta a contratação de empresas, dificulta fazer encomendas para as empresas, dificulta o investimento nas ICTs por falta de recurso, que também atrapalha toda contratação. Simplesmente receber as encomendas de uma ICT para desenvolver um determinado componente é um papel coadjuvante, quando comparado com outros países” (Entrevista 8).

O capítulo 5 descreveu minuciosamente as características da indústria espacial e a participação desta na execução do PNAE, demonstrando a sua baixa capacitação tecnológica e a frágil inserção no mercado. Este capítulo irá aprofundar a relação entre empresas e ICTs do setor espacial.

6.4 A interação entre empresas e ICT no setor espacial

Conforme apresenta Nelson (2008), as mudanças necessárias nas firmas e nas estruturas industriais dependem das estruturas institucionais de apoio e de modelagem da atividade econômica, bem como da extensão em que elas facilitam a mudança produtiva. Dentre o conjunto de instituições que o autor considera mais relevante para promoverem esse apoio institucional, estão as universidades e os laboratórios públicos, os quais são próprios para pesquisa e treinamento. Complementarmente, Dosi (1988) considera que o sucesso relativo em alcançar novos patamares tecnológicos depende, dentre outros, da natureza das “instituições de transição”. Considerando aqui as ICTs do setor espacial como instituições de transição, detentoras de laboratórios muito bem equipados, esta sessão irá abordar como tem sido a relação essas instituições e as empresas do setor.

A dificuldade de interação entre ICTs e empresas no Brasil é problema generalizado que tem sido alvo de diversas medidas corretivas, dentre elas a criação da Embrapii, em 2012,

e a inovação no Marco Legal de CTI, de 2016, que, conforme relatado no Capítulo 5, agora permite que ICTs (i) participem do capital social da empresa, (ii) compartilhem laboratórios, equipamentos e recursos humanos, (iii) estabeleçam parcerias com empresas para desenvolvimento tecnológico conjunto. No setor espacial, esse problema não é diferente.

“O único instituto de pesquisa do Ministério (MCTIC) que está credenciado com a unidade EMBRAPII é o INT, os outros que tentaram não conseguiram, inclusive o INPE³⁹. Por que isso acontece? A EMBRAPII cobra pedindo resultado, tem que haver gestão, tem que ter isso e aquilo, dá impressão que nossos institutos tem uma característica acadêmica, que não é a ideia, se fosse acadêmico deveria estar no MEC e não no MCTIC. Falta uma cultura de ciência aplicada nos institutos e na área espacial falta investimento do governo, aí sim, a indústria poderia se estruturar para ser financiadora” (Entrevista 1).

6.4.1 Atualmente...

A interação entre ICTs e empresas do setor espacial é considerada intensa, apesar de não ser regular. Apesar da intensidade, ela é restrita ao desenvolvimento e fabricação de subsistemas⁴⁰, conforme demonstram os grifos abaixo.

“Esse projeto é um projeto da ICT para ser industrializado pela empresa, que, ao industrializar, revisita o projeto e faz algumas adaptações durante a fase de industrialização. E durante esse contrato de longo prazo, em que eles vão entregando diversas etapas do contrato, temos um relacionamento muito intenso com a empresa. Dentro dela temos uma comissão técnica que acompanha todos os entregáveis e todas as fases do desenvolvimento desse projeto. (...) É uma relação de ganha-ganha, pois acabamos tendo um produto específico de acordo com os requisitos técnicos. Nós não somos responsáveis por industrializar e, do ponto de vista de engenharia, o projeto parece ser realizável. Mas, no final das contas, temos indústrias para saber se é realizável ou não, isso traz um aprendizado em nível de projeto e para a empresa também” (Entrevista 4).

³⁹ O INPE alega realizar trabalho de desenvolvimento tecnológico com as diversas empresas, de distintos setores produtivos, que utilizam o Laboratório de Integração e Testes (LIT). Porém, nas notas fiscais isso aparece como prestação de serviços, o que para a Embrapii não foi suficiente para comprovar participação da ICT no desenvolvimento de novos produtos.

⁴⁰ Cabe ressaltar que mesmo para esses subsistemas em que o Brasil tem competência de projeto e de desenvolvimento com a indústria nacional, ainda existem dependências tecnológicas importantes do exterior, sobretudo em relação a partes e materiais com qualificação espacial, como por exemplo, componentes eletrônicos (OLIVEIRA, 2014).

“Houve grande participação [de empresas nos projetos desenvolvidos pela ICT]. Por exemplo, estamos agora terminando dois satélites, praticamente todas as partes desse satélite são fabricados pela indústria nacional. (...) Em alguns casos, houve participação da empresa no desenvolvimento do projeto, pois era tecnologia nova. Ao ponto da ICT emprestar equipamentos para empresas poderem desenvolver em seus próprios laboratórios” (Entrevista 3).

Por um lado, esse tipo de interação fez com que a indústria espacial se estabelecesse no Brasil, principalmente aquelas do segmento de satélite. Assim como fez também que, além dessas empresas criadas, as de outros setores produtivos, fornecedoras em especial para os segmentos de lançadores, tornassem-se “inovadoras e competitivas”. Como foi o caso de empresas de defesa, de usinagem e de turbinas, como, respectivamente, a RJC⁴¹, a Globo, a TGM⁴², que trabalharam no desenvolvimento de projetos e “ao terem acesso aos nossos laboratórios, às nossas pesquisas, ao entregar a nós subsistemas com a especificação e qualidade que queríamos, acabaram transbordando isso para seus produtos, o que gerou a inovação e os fez competitivos no mercado” (Entrevista 4).

Por outro ângulo, o tipo de interação estabelecida entre ICTs e empresas hoje limita demasiadamente a atuação destas, na medida em que não ocupam o papel de integradoras, assim como não tem a oportunidade de participarem das fases de definição (0, A) do projeto.

“O projeto nasce dentro das ICTs e são feitas as encomendas, mas sem aplicação de fato (...) Na PMM, o INPE não estava contratando um satélite, estava contratando uma plataforma, a aplicação daquilo é toda da ICT, sem nenhuma possibilidade de envolvimento da indústria. Da mesma forma o exemplo do motor. Acabam vedando a participação da indústria, se a indústria estivesse desde a concepção de um projeto, acho que facilitaria bastante a especialização em produtos”. (Entrevista 8)

Convém, inclusive, refletir o quanto essa relação na área espacial está invertida, na medida em que os institutos são os demandantes às empresas (a geração da inovação sendo entendida como *technology-push*, um processo cumulativo de conhecimento tecnológico) e não o contrário (conceito de *demand-pull*, em que o mercado é o sinalizador da direção da

⁴¹ “A empresa transbordou o conhecimento que adquiriu ao desenvolver os nossos iniciadores para a indústria petrolífera americana e hoje é fornecedora da indústria petrolífera americana” (Entrevista 4).

⁴² “Ao trabalhar conosco, tanto aqui na TR-5000, quanto no L-75, implementou as tecnologias ou os processos que ela teve que desenvolver para nos entregar os subsistemas e, depois, implementou nas turbinas a gás que ela produz, com isso ela inovou e se tornou competitiva” (Entrevista 4).

mudança tecnológica), como era de se esperar em termos comerciais. Ou seja, as empresas deveriam ser demandantes de parcerias com as ICTs, para o desenvolvimento de novos produtos ou processo, os quais seriam encomendas do governo e da iniciativa privada.

Enquanto no arranjo industrial disseminado pelo mundo a indústria participa no mínimo desde a Fase A do projeto, quando há o estudo de viabilidade da missão como um todo, no Brasil, elas participam na definição apenas dos subsistemas, a partir das Fases B (quando participam da definição preliminar) ou C (quando apenas fabricam o produto a partir das especificações já pré-definidas). Conforme relatam as Entrevistas 3 e 4, “elas participaram depois de o projeto ser definido. Em alguns casos, como em um específico que temos, o de um desenvolvimento de câmaras para o satélite CBERS, que houve participação da empresa no desenvolvimento do projeto, pois era tecnologia nova” (Entrevista 3); “como ICTs, somos responsáveis por desenvolver o projeto, pois a fase de definição e concepção está muito dentro das ICTs. Depois, para a fase de industrialização, aí sim, chamamos as empresas” (Entrevista 4).

Essa participação “tardia” no projeto traz impacto para a indústria, conforme descrito a seguir:

“Esse projeto nasceu no IAE e serviu como base, juntos dos devidos requisitos, para compor a documentação inicial para o desenvolvimento de projetos dentro das empresas. Uma questão interessante, o instituto está olhando um objeto para atender, por exemplo, um motor para aplicação, para a indústria isso não é transparente, quem irá fazer a implementação desse motor será a ICT. Não menciono isso como um problema, mas como algo que refletirá no futuro, pois houve a encomenda do governo para a ICT, porém do ponto de vista de comercialização deixa sedimentar e essa aplicação não é transparente para empresa. Não existe perspectivas de comercialização. Isso poderia ser modificado para outras aplicações dentro do setor espacial se pensássemos, “Essa configuração de veículo lançador, é ideal? Ela é comercialmente viável?”. A empresa tem ficado afastada. O relacionamento é muito específico e talvez não dê o sucesso comercial esperado, quem irá comercializar esse motor? A empresa? Para que a aplicação? Pois não será a ICT, ele tem a aplicação que entende para o Programa Espacial apenas.” (Entrevista 8).

Cabe destacar nessa relação entre as ICTs e empresas que não houve ainda transferência de tecnologia das primeiras para as segundas, tampouco, se trabalha no planejamento dessas possíveis transferências, coordenando os atores, prazos, calendários a

fim de dar celeridade ao processo. Conforme relatado abaixo, essa não tem sido uma prioridade para os institutos.

“Quais são os objetos que poderiam ser industrializados na área espacial, cujo desenvolvimentos foram responsabilidade dos órgãos de governo? Vários e ninguém leva isso a sério. (...) Os foguetes que temos para lançamento suborbitais estão preparados para serem comercializáveis, cadê essa iniciativa e seus resultados? Nós falamos disso desde que eu cheguei na Agência Espacial, até agora não há um passo à frente. No INPE estamos acabando o Projeto Amazônia, que é de uma plataforma média encomendada pela AEB. (...) Por exemplo, agora ao terminarmos o Amazônia 1, o próximo já deveria se pensar em levar para as empresas, para a indústria nacional fazer o que quiser com isso, com as várias possibilidades que existem para se usar esse satélite. Porque não tem como o INPE levar isso para um grau de negócio” (Entrevista 2)

Em algum momento, o próprio INPE (CÂMARA, 2012, p. 2) reconheceu que o modelo em que o instituto atua como *prime contractor* “apresenta problemas”. Conforme relata o ex-Diretor, “O INPE tem dificuldades permanentes na gestão de pessoal e em suas licitações. A situação ideal seria evoluir para um modelo de *prime contractor* sem comprometer a atual política industrial”. Para alguns, essa situação chega a ser uma sabotagem dos institutos de pesquisa com o PNAE, o qual acaba por se tornar “um exercício teórico” (Entrevista 6). A conclusão é de que:

“O setor espacial no Brasil cresceu ao contrário, pois se desenvolveu embaixo do guarda-chuva dos institutos, que fizeram o papel da integração e criaram uma indústria de componentes. Esta é menos relevante do que a indústria de integração, porque indústria de integração é quem viabiliza as missões. A indústria de componentes só é relevante a partir do momento em que ela tiver escala e competência para buscar o mercado global, e isso vem depois”.

A Entrevista 7 apresentou as vantagens que se tem ao consolidar integradoras no setor: “a indústria é mais rápida resolvendo o problema, contratando pessoas, comprando peças, fazendo consultorias e trazendo o consultor que você quiser, seja de qualquer lugar do mundo, coisas que ninguém consegue fazer no governo”. Câmara (2012, p.1), ex-diretor do INPE, também ressalta que o modelo de integradora é utilizado internacionalmente em nações tão diversas quanto EUA, França e China e apresenta as vantagens:

“Este modelo considera que o Estado tem limitações inerentes às suas atividades em assuntos como gestão de pessoal e contratos com fornecedores, que são melhor resolvidos em ambiente de empresas privadas. Além disso, quando o Estado atua como *prime contractor*, as instituições públicas internalizam conhecimentos técnicos que poderiam ser elementos de competitividade para as empresas privadas”.

Os receios dos institutos em perderem o tradicional papel de integradores perpassam pela perda (i) de poder político, (ii) da função atualmente desempenhada e, também, (iii) de orçamento. Em um artigo, Câmara (2012, p. 4) demonstra tais preocupações ao apontar que em uma situação de existência de uma integradora, o orçamento da AEB seria revisto, e para assegurar a manutenção dos recursos necessários ao INPE, seria necessário “aumentar ações como P&D em OBT (Observação da Terra), P&D em CEA (Ciências Espaciais e Atmosférica), manutenção do LIT (Laboratório de Integração e Teste), operação de estações. (...) Implica, ainda, em ter uma ação específica destinada à manutenção das atividades espaciais do INPE”.

Agregado ao receio de perder relevância, pode haver uma crença nos institutos de que não há empresas com interesse ou capacidade de exercer o papel de integradora no Brasil. “Não sei se a solução hoje no Brasil seria passar para a indústria... caso alguma indústria se apresente, podemos tentar. Mas será que alguém irá se apresentar? Não tem jeito, a indústria tem que sobreviver, tem que pagar o salário, tem que dar lucro, tem que dar retorno ao investimento do capital que está ali” (Entrevista 4). “A Visiona, na minha opinião, tem sido quase que um despachante espacial, eles não têm todas as instalações e pessoal necessários para fazer todos seus trabalhos. Espero que desenvolvam para isso, mas só poderá fazê-lo se tiver demandas que possam sustentar seu desenvolvimento” (Entrevista 3).

Cabe clarificar que há interessados da indústria em realizar o papel de integradora: a Visiona é uma empresa integradora de satélites constituída com tal finalidade, e a Avibras é uma grande empresa, cujo atividade principal é o setor de defesa, mas já demonstrou claramente o interesse que tem de voltar a integrar veículos lançadores, assim como fazia no início do Programa Espacial Brasileiro (em 1965), com os foguetes Sonda I e II.

Uma justificativa que tem sido usada para manter a integração nos institutos é o papel que o Estado desempenha no processo de sustentabilidade das empresas do setor espacial em todo o mundo: “O Estado que tem que ultrapassar algumas barreiras de desenvolvimento para permitir que a indústria ganhe dinheiro e produza desenvolvimento

econômico, mas acho que ainda não é o momento para isso, precisamos do Estado para sustentar esse desenvolvimento econômico” (Entrevista 4).

Outra justificativa para a manutenção do *status quo* é a de que as ICTs estão trabalhando na fronteira tecnológica e, nesses casos, não há sentido trabalhar com integradoras. “Não é missão da ICT criar satélites *old sat*. Uma vez desenvolvidas as tecnologias mais avançadas, se houver mais demandas, não cabe à ICT. Poderíamos mandar essas encomendas diretamente para as empresas integradoras, sem participação da ICT, inclusive” (Entrevista 3). Há, no entanto, um contra-argumento, por parte das empresas, de que as ICTs não estão na fronteira tecnológica (Entrevista 6), mesmo que estejam avançadas, não alcançam necessariamente a fronteira. Uma demonstração clara disso são as tecnologias não dominadas para a fabricação de satélite radar e de telecomunicações, altamente demandados no Brasil hoje. Além disso, as ICTs deveriam trabalhar com as empresas integradoras também e não de forma isolada ou apenas com as fornecedoras de subsistemas. Os autores Durão & Ceballos (2009, p. 45) relataram, ainda, que a família de satélites CBERS

“não apresenta complexidade tecnológica crescente de modo que represente novos desafios de grande impacto. Os desafios tecnológicos e estratégicos de desenvolvimento, por meio da cooperação com a China, objeto inicial quando da elaboração do programa, parecem ter-se esvaído. O desenvolvimento nacional nem de perto acompanhou o desenvolvimento do seu parceiro chinês no setor espacial”.

Além disso, os recursos destinados para o setor espacial são muito baixos, de forma que, no arranjo instalado hoje, dificilmente haveria a encomenda de um segundo satélite, de mesmo porte e características, pelo Estado. Conhecendo esse contexto, esse raciocínio apenas serve para manter empresas integradoras distantes da dinâmica de desenvolvimento do setor espacial. A própria dinâmica estabelecida hoje exige que essa possível encomenda seja do Estado, e não de um cliente privado interessado, pois na ocasião de acontecer uma transferência tecnológica para uma empresa, necessita-se de outra qualificação daquele produto e, às vezes, dos processos de desenvolvimento. E, à medida que a empresa integradora só seria inserida no projeto para a transferência tecnológica (e não ao longo de todo processo de desenvolvimento junto à ICT), é como se fosse um novo projeto, de alto risco e longo caminho de maturação para a qualificação do artefato.

O equívoco dos institutos está em não perceber que, na medida em que existir uma integradora, esta não necessariamente precisará ser abandonada pelo Estado, tampouco, pelas próprias ICTs. Ao contrário, ela precisará sobremaneira trabalhar conjuntamente com estas

para conseguir desenvolver, testar, qualificar os produtos encomendados a ela, mesmo porque as empresas não precisam replicar as infraestruturas de laboratório que tais institutos já possuem. Conforme relata Dosi (1988), para se fazer a transição entre novos regimes tecnológicos, as condições de contexto que envolvem externalidades e infraestrutura importam. Dessa forma, para serem bem-sucedidos, os atores terão que se organizar para estabelecer novos padrões de intersetorialidade, de fluxos de mercadorias e informação, de infraestruturas comuns e de interdependências não comerciais entre empresas e setores.

6.4.2 A que poderia ser...

Se a ponte para o desenvolvimento econômico está na capacidade de aprendizado e inovação das firmas, a partir do suporte institucional de dentro e de fora do mercado, conforme expõe Nelson (2008), cada ator exerce um papel relevante nesse processo. Por isso, é fundamental que as empresas e as ICTs do setor espacial brasileiro não concorram entre si para ocuparem o mesmo espaço e exercerem funções semelhantes.

“Em todos os países que se têm Programa Espacial, este é voltado para as necessidades da indústria nacional de cada país, isso não quer dizer que diminui o prestígio e o protagonismo das Agências de governo. É uma questão de colocar no instituto o que é responsabilidade dele e o papel que ele pode assumir para ajudar o Programa Espacial, isso vale para todos os órgãos relacionados. Não é um esvaziamento dos institutos de governo, é aproveitá-los para fazerem aquilo que está como papel deles. Nós já sabíamos disso no passado, porém, não existia indústria, então nós fazíamos tudo. Mas, hoje, existe indústria nacional e precisamos dar sustentabilidade a ela, senão ela para de existir” (Entrevista 2).

A despeito do receio dos institutos em perderem relevância, eles exerceriam outros papéis importantes. O primeiro deles seria o de Autoridade Supervisora, presente em todos os arranjos industriais estabelecidos no mundo, conforme demonstrado no item 5.3. Passariam a ser responsáveis por acompanhar tecnicamente todo o desenvolvimento que está sendo desenvolvido pela *prime*, a fim de garantir lealdade ao projeto inicial e qualidade dos produtos a serem entregues. Seriam como um espelho da integradora, dotado das mesmas capacidades técnicas para acompanhar o trabalho em desenvolvimento. No entanto, sem o ônus de ter um número enorme de funcionários para trabalharem no desenvolvimento propriamente dito e na parte burocrática de contratação das inúmeras empresas que hoje oferecem subsistemas e componentes para os institutos.

Exemplos mundiais⁴³ demonstram que é possível as empresas receberem

“do governo uma encomenda para atingir uma missão e já observando como seria a perspectiva de mercado para aquilo. Todo investimento que essas empresas fizeram já foram focadas para atendimento daquilo que era demanda de governo, mas olhando também para o ponto de vista comercial. Isso que fez a diferença do sucesso, desenvolver um produto para o governo depois ele ter aplicação comercial” (Entrevista 8).

“Cliente com muito conhecimento e experiência, como o INPE, não é um cliente qualquer, pois sabe o que quer fazer. Mas ele não tem gente, tempo para fazer tudo e agilidade, tem muitas pessoas qualificadas e é só o que ele tem. No CNES é feito um gerenciamento dual, eles contratam pessoas para todas as áreas que citei, mas eles enxergam que não é preciso ter tanta gente quanto na indústria. Quando contratam a indústria o gerente de cá faz análises e também pede para o engenheiro da indústria fazer. Ocorrem análises de todos os lados para a execução daquele projeto” (Entrevista 7).

Um segundo papel das ICTs, conforme Câmara (2012, p. 4), seria manter a responsabilidade “pelo controle, operação e geração de dados e produtos dos satélites públicos. Isto segue o modelo da NOAA⁴⁴ e do USGS⁴⁵. Quem fabrica os satélites públicos americanos são empresas, quem os opera é o governo”. O INPE tem toda estrutura de controle de satélites, que já desempenha hoje com as famílias SCD e CBERS e vai desempenhar com o Amazônia.

Ainda, uma terceira atribuição seria os institutos terem como foco desenvolvimentos de tecnologias estratégicas para o país, acompanhando os paradigmas tecnológicos. A ideia seria ter uma trilha de desenvolvimento, em que haja um planejamento de longo prazo, com clareza de onde se quer chegar e de quais tecnologias não dominadas pelo país será necessário desenvolver⁴⁶. Tais tecnologias críticas, incluindo insumos, seriam desenvolvidas principalmente (mas não exclusivamente, pois pode contar com a parcerias de empresas, universidades, outros institutos) pelas ICTs, de preferência, com antecedência ao início de novas missões, para evitar atrasos como são recorrentes hoje no PNAE. Dessa forma, os

⁴³ A Entrevista 8 traz como exemplo a SpaceX, americana; a Rocket Lab, americana-neozeolandesas; indústrias de forma geral, alemãs, italianas e entre outras.

⁴⁴ Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA/EUA).

⁴⁵ Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

⁴⁶ A ideia seria priorizar o desenvolvimento de itens importados hoje e que, a qualquer momento, podem sofrer embargos.

esforços da ICT estariam centrados em alcançar novas fronteiras tecnológicas e permitir que o país seja autônomo naquilo que lhe é estratégico.

“A indústria tem um papel pela própria natureza de desenvolvimento voltado para algo que seja lucrativo, senão ela perde a razão de ser e não vai existir, conseqüentemente vai à falência e ela não pode assumir o risco. (...) estando o instituto em um papel que absorveria esse risco tecnológico pode-se trabalhar junto com a indústria.” (Entrevista 5)

“Se a Agência falasse que desde o início queria um projeto que a viabilidade e a concepção dele já tenham um envolvimento, com recursos para contratação das empresas e, naquilo que couber, também da ICTs para desenvolverem tecnologias que muitas vezes a indústria não tem competência, nem infraestrutura e tampouco recursos humanos, apesar de ela ter competência para fazer um produto comercializável. Uma exigência que deveria existir é essa do casamento entre a empresa e a ICT” (Entrevista 8).

“Uma coisa é o governo incentivar o desenvolvimento de insumos que o tornem independentes, como no VLS, a parte de produção de aço não era feita aqui. A produção de fibra de carbono se tornou essencial para diferentes objetos na área espacial, não só para foguete, para satélite e para a indústria aeronáutica também. Atualmente, o Brasil é dependente de importação, não produzimos esse tipo de insumo. Equipamento eletrônicos que são necessários para a indústria aeronáutica, de defesa e indústria espacial, que o Brasil também não possui, ficando dependente de importação. O papel do governo deveria desenvolver exatamente na área estratégica, que pode ser alvo de embargos, que podem impedir o desenvolvimento de projeto. O detalhe do projeto, do que será desenvolvido com aquilo, é deixar por conta de quem sabe comercializar para poder pensar na melhor solução tecnológica, que assim poderá atender os pré-requisitos do governo e do Estado, não deixando de ser comercialmente interessante. Se eu tiver matéria-prima posso produzir um produto que seja comercialmente viável ou não com os mesmos insumos, o que define isso? Nesse momento que eu digo ser importante a participação da indústria”. (Entrevista 8)

Por outro lado, os artefatos espaciais, satélites ou lançadores, seriam contratados diretamente com as empresas integradoras. Estas ou as fornecedoras de subsistemas poderiam

receber a transferência tecnológica daqueles componentes ou subsistemas já desenvolvidos pelas ICTs. Nessa situação, de fato os institutos estariam pensando à frente, trabalhando o desenvolvimento de itens na busca de alcançar a fronteira tecnológica e de forma a transferir tecnologia para as empresas, as quais teriam um outro papel no arranjo e poderiam, com contratos e interação mais profícua com as ICTs, desenvolver-se e, conseqüentemente, transbordar desenvolvimento tecnológico e econômico para o país.

“... os dois conseguem trabalhar juntos e vão ganhando essa maturidade até fazer um protótipo ou um ensaio e assim por diante. Chegam em um nível de maturidade que a indústria pode até receber um contrato pela lei, e agora tendo conhecimento de todas as etapas futuras, ela sabe estimar um custo com bastante tranquilidade para enfrentar um contrato, ela terá estimativas razoáveis para fazer um cronograma, para ver se consegue implementar e entregar aquela função, aquele escopo, que uma missão dessa exige. (...) Acho que seria para a etapa inicial fazer algo mais em conjunto, como uma parceria, onde a parte mais pesada e de risco ficaria com o Estado. A indústria é mais uma coisa auxiliar, e a partir de um nível adequado para esse porte, contratar sem nenhum receio e pelas leis normais das licitações. (Entrevista 5)

“os institutos deveriam olhar para frente e chamarem as empresas para poder participar desses novos desenvolvimentos de P&D, mesmo que sejam contratos pequenos ou coisas assim, mas que também vão manter o instituto na fronteira tecnológica, que é o papel dele que não é feito. Gastam dinheiro com pesquisas e ficam querendo ocupar o papel da indústria sem ter gente e flexibilidade para isso, aí os projetos param mesmo” (Entrevista 7).

“A participação não é exclusiva da indústria [em um novo arranjo com empresa integradora]. Tem que haver participação dos institutos. A reclamação é de o desenvolvimento não ser desde a concepção. Todavia, se a indústria estiver participando desde a concepção do projeto, a participação da ICT para colaborar e desenvolver utilizando a infraestrutura que já existe, muitas delas são difíceis, de investimentos altos. O recurso que foi de governo, investimento de Estado ao longo do tempo e que hoje está subutilizado. Proporcionar um projeto que possibilite esse arranjo em que a indústria, um projeto assim atrai interesse de grupos de estudo, de ICTs e tudo acaba agregando” (Entrevista 8).

Como uma nova opção para esse arranjo de implementação do PNAE, houve a sugestão de incluir um terceiro ator entre academia/instituto de pesquisa e indústria, como uma forma de trabalhar o espaço de carência que existe entre os TRLs 4 e 7, o vale da morte:

“Quando começamos a avançar no nível de maturidade vai ficando caro, pois agora estamos preocupados mais com patentes, não é mais com *paper*, a universidade e o pesquisador não tem mais musculatura para isso porque é preciso de dinheiro e laboratório mais sofisticado para produzir peças sofisticadas. Tornou-se algo para engenheiro e não mais para cientista. Porém, a indústria não está muito interessada porque não há dinheiro. Tem um buraco aqui no meio que cria oportunidade para um negócio chamado Parque Tecnológico, que entra como uma plataforma. Isso quer dizer, o ambiente universidade e o ambiente indústria não estão conseguindo conversar. Vejo que tem espaço para o ambiente Parque Tecnológico [com toda sua estrutura e como facilitador de relações] criar como uma plataforma, usando ele como ambiente. Temos universidade, *startup*, empresas maduras, tudo que é dessa natureza. Talvez devêssemos estudar um ambiente mais virtuoso para conectar tudo isso, um ambiente suave que dê uma boa relação com a indústria” (Entrevista 5).

Independente da entrada de um terceiro ator, o contexto de novas atribuições para a indústria espacial, com a figura de integradoras, permitiria uma participação mais recorrente de outros institutos de pesquisa brasileiros nas pesquisas relacionadas ao setor espacial. Em especial, de institutos que tem sua atuação voltada para a articulação com as empresas, como é o caso dos Institutos Senai de Inovação (ISI) e de todos os demais institutos credenciados pela Embrapii⁴⁷. As empresas integradoras teriam autonomia e incentivos para fechar parcerias com aqueles institutos de maior conveniência. Para se ter noção do quanto hoje há exclusividade dos dois institutos do setor, INPE e IAE, apenas em 2018 uma empresa do setor, a Visiona, fechou parceria com um ISI para o desenvolvimento de um novo produto que será qualificado em voo.

Essa exclusividade dos institutos permitiu, por um lado, o país ter conseguido as tecnologias que domina até aqui. Por outro lado, a consolidação dos institutos como o centro de poder do PNAE, como “os executores” do Programa, restringe sobremaneira avanços tecnológicos e econômicos para a indústria espacial e, por conseguinte, para o próprio PNAE,

⁴⁷ <https://www.embrapii.org.br/categoria/unidades-embrapii/>

que deixa de seguir as diretrizes estabelecidas na PNDAE e alcançar seus próprios objetivos como Programa.

Os interesses de cada ator são, legitimamente, diferentes: se por um lado as empresas querem ser incluídas nos processos de desenvolvimento, serem contratadas e, ao mesmo tempo, ganharem competitividade em nível de cadeia global de valor; os institutos querem promover o desenvolvimento científico e tecnológico. “A preocupação da ICT, é desenvolver tecnologias do qual não temos domínio soberano ainda, independente se irá vender ou não, nós não podemos na atividade espacial ficar dependendo de tecnologias que não possam ser providas. Temos que ter a capacidade de fazer quando for necessário” (Entrevista 3). Esses interesses, públicos e privados, claramente opostos no setor espacial fazem com que o papel do centro estratégico seja difícil, porém, extremamente relevante (MÉNARD, 2011).

Dosi (1988) deixa muito claro que da interação entre instituições de apoio e setor produtivo depende o desempenho de uma economia (DOSI, 1988). Em outras palavras, são as combinações entre processos de mercado e instituições *lato sensu* que determinam os padrões de desempenho econômico. A partir disso, podemos inferir que os resultados alcançados pela indústria espacial, em termos econômicos, vão depender da relação entre as empresas do setor e as instituições de apoio, dentre elas, as ICTs. Por isso, é tão importante estabelecer bem os papéis e as dinâmicas de funcionamento desses papéis para que o sistema funcione em prol do desenvolvimento do setor, da indústria, do país.

Dessa forma, na medida em que as definições de tecnologias críticas são de extrema complexidade e devem considerar diferentes fatores, tais como autonomia, tempo e capacidade de desenvolvimento, competitividade industrial, etc., cabe ao centro estratégico equilibrar os incentivos e controle para cada uma das partes interessadas, público e privada, ICT e empresas. Deve-se procurar a inovação das instituições, pois, conforme relatam Cimoli *et al* (2007), o processo de emparelhamento envolve principalmente mudanças de caráter organizacional e institucional. A busca deve ser pelo bem maior, que é o desenvolvimento tecnológico, econômico e social a partir do PNAE, prevalecendo os interesses do bem-comum ao invés dos interesses particulares de cada parte envolvida.

6.5 Incentivos, estímulos ou restrições enfrentadas pelos agentes no processo de inovação

Na medida em que as políticas públicas podem influenciar o progresso tecnológico e os comportamentos dos agentes são moldados pelas instituições (DOSI, 1988), as quais

estabelecem as regras do jogo; moldam as interações entre os agentes econômicos; e criam expectativas, é relevante analisar quais tem sido os incentivos, estímulos e restrições enfrentadas pela indústria espacial a partir da dinâmica de funcionamento do arranjo institucional vigente.

“A indústria não consegue dominar todas as tecnologias, é sempre o mesmo diagnóstico, mas também, ninguém tem dinheiro para gerar projetos, por isso fica um governo que deveria, no caso da Agência, ter que fomentar o desenvolvimento tecnológico da indústria. Logo, a indústria não consegue, por seu lado, desenvolver-se sozinha sem os contratos. Chega o momento em que qualquer um do governo quer comprar um satélite, mas ninguém pensa na indústria brasileira, por que? Porque não domina a tecnologia, não tem especialistas para todas as áreas e por que não tem? Pois nunca foi contratado pela AEB” (Entrevista 7).

Os incentivos clássicos do setor espacial brasileiro são contratos governamentais e subvenção (recurso não-reembolsável para P&D). Os contratos na área espacial são raros e espaçados. No segmento de satélites, o CBERS 4 foi lançado em 2014 e o CBERS-4A será lançado agora em 2019. A PMM começou a ser desenvolvida em 2001 e só será qualificada em 2020, com o lançamento do satélite Amazônia-1. A empresa Visiona, criada em 2012, nunca teve contrato com nenhuma instituição do SINDAE⁴⁸. No segmento de lançadores, o VLM começou a ser desenvolvido em 2012 com previsão de término, inicialmente, em 2018, mas a prorrogação já foi para 2023.

“Acho que a maior pressão que a indústria faz é por contratos, se não os tem ela precisa viver de encomendas e se não tiver contratos muda de setor ou fecha, pois ela não irá conseguir e os boletos irão chegar, a folha de pagamento, instalações para pagar, tem licença de *software*, tem seus aplicativos, projeto de engenharia (...) O receio que temos é de na hora que uma empresa dessa muda de área, ou reduza seu corpo técnico, ou máquinas, seu acervo técnico, comece a perder a capacidade. (...) um investimento que foi feito e conseguimos fazer uma coisa legal, que foi um nível de maturidade alta, mas por razões de demanda, nós perdemos isso, e de novo, para recuperar, mais atrasos em cronograma, mais recursos, mais esforço e

⁴⁸ Apenas com a Telebras, para a aquisição do SGDC, porém aquela não compõe o SINDAE. O que a empresa tem feito são acordos não comerciais com algumas instituições, tais como o Cemaden, a Embrapa, o próprio INPE, para cooperação em análise de dados e parcerias de manutenção do projeto VCUB-1 (o nanossatélite que está sendo desenvolvido por ela).

com isso não avançamos, estamos em uma espiral negativa com retornos que não avançam” (Entrevista 5).

“Hoje ainda não conseguimos aquilo que almejávamos, transferir a maior parte dessa responsabilidade para indústria nacional, onde existiria um contato direto com a AEB. Não conseguimos isso por vários motivos, primeiro porque nosso orçamento não permitiu. Hoje não temos nenhum contrato novo com a indústria nacional. Todos que temos são antigos e alguns tiveram que ser adiados, pois o orçamento não era capaz de atender todas nossas responsabilidades. Se não tem orçamento, por maior esforço que seja feito, não é garantida a responsabilidade de iniciar um projeto diretamente com a indústria” (Entrevista 2).

Hoje, o contexto em que os projetos do PNAE acontecem concentram desenvolvimento tecnológico (isto é, tecnologias com TRL muito baixos) com a execução do projeto de missão, tanto dos subsistemas (no caso, havendo desenvolvimento pelas empresas contratadas), quanto das tecnologias de integração (responsabilidade dos institutos). Essa combinação causa atrasos e inúmeros aditivos de contratos, os quais funcionam como desincentivos para o setor privado. Além disso, há escassez de recurso, o que também não permite que os desenvolvimentos sejam feitos com celeridade. “Ficamos sufocados com a falta de recursos” (Entrevista 2).

Os gestores reclamam da aplicação da Lei n. 8.666, que dificulta as compras públicas de produtos e serviços tecnológicos. “As leis também não nos permitem avançar muito nessa área. Para um contrato acontecer aqui na AEB leva mais de dois anos” (Entrevista 2). Conforme relata Oliveira (2014), os contratos na área são feitos através de concorrência pública do tipo técnica e preço, e do tipo menor preço, mediante demonstração de experiência anterior. Devido à natureza do desenvolvimento tecnológico, de longo prazo e de alto risco e complexidade, é comum surgirem necessidades de ajustes, muitas vezes de prazo, outras também no preço. Os trâmites administrativos e jurídicos para realizar os aditivos são longos e burocráticos, o que acaba por desgastar os gestores públicos e os das empresas. Muitas vezes, as próprias empresas têm que arcar com alguns custos de desenvolvimento, caso os ajustes necessários sejam maiores do que os permitidos em Lei.

Os custos de contratação de desenvolvimento tecnológicos por meio da Lei de Licitações, em conjunto com aqueles relacionados à assimetria de informação que há entre os

atores do arranjo⁴⁹, compõem os maiores custos de transações do setor. Para compras tecnológicas, que envolvem alto risco e muitas chances de prorrogação dos prazos e de aditivo de custos ao projeto, é desgastante e custoso, para gestores públicos e empresas, trabalharem com essa legislação e esses trâmites burocráticos⁵⁰. “Temos aqui em SJC muitos contatos com indústrias aeroespacial e elas sempre reclamam. Existem dificuldades no relacionamento e na falta de continuidade de encomendas. Isso quer dizer, temos progredido, mas com bastante dificuldade” (Entrevista 3). A Lei nº 8.666...

“... tem uma lógica própria, que é: escopo, preço e cronograma definidos. Quer dizer, se colocarmos esses três requisitos, que é a entrada da Lei nº 8.666, isso não combina com o desenvolvimento tecnológico de algo complexo e esse é um problema. (...) Como é um desenvolvimento tecnológico que tem risco tecnológico? Quando o risco tecnológico se concretiza durante o desenvolvimento, ele terá um efeito em um desses objetos da regra de ouro, ou terá efeito no custo, ou no prazo, ou no próprio escopo do objeto, como que você irá sair disso? Essa é a questão que tem perseguido o Programa Espacial durante todo esse período” (Entrevista 5).

“... exige comprarmos como se fosse uma encomenda comercial normal. O que acontece muito no caso de desenvolvimento na fronteira do conhecimento científico ou tecnológico é a parceria no desenvolvimento, (...) o que só agora com o Marco Legal de CTI é permitido” (Entrevista 3)⁵¹.

⁴⁹ Referente aos custos de assimetria de informação, pode-se destacar que estes são altíssimos, pois as informações e decisões (tanto políticas, quanto tecnológicas, e também de planejamento futuro) estão concentradas em poucas pessoas e instituições, de forma que, em geral, a indústria fica de fora, sem ser convidada para participar, e, tampouco, tem como se planejar no médio prazo, em termos de equipamentos, desenvolvimento tecnológico, mão de obra especializada, etc. Conforme expõe North (1998), o acesso à informação é um dos fatores que define o resultado da organização do sistema econômico, devido à importância que tem o compartilhamento dela entre o grupo, já que cada membro tem acesso a diferentes níveis de informação.

⁵⁰ Existe uma barreira maior para o caso das instituições localizadas na cidade de São José dos Campos. Existe uma única Procuradoria Federal para atender juridicamente a todas as instituições com sede na cidade. Isso a torna morosa. Além disso, os gestores relatam que há culturalmente uma indisposição da Procuradoria para utilizar novas legislações, como foi o caso da Lei da Inovação (2004), assim como uma tendência para interpretação conservadora das normas. Para piorar, a relação entre os procuradores e os gestores públicos têm sido tensas nos últimos anos, sendo pautada por ameaças e constrangimentos daqueles para com esses.

⁵¹ Ainda referente aos custos do setor como um todo, o Entrevistado 6 considera que o governo gasta muito com mão-de-obra (o cálculo estimado por ele considerou de 1.500 a 2.000 pessoas contabilizando aquelas que trabalham nas instituições do SINDAE - AEB, INPE, DCTA - e nos órgãos governamentais que, esporadicamente, estudam o setor - MDIC, SAE, ABDI, IPEA), sem sobrar recursos para investimento. O entrevistado deu o exemplo do DCTA: “não tem, praticamente, nenhuma verba para os projetos e tem centenas de pesquisadores, caso não saia o lançador nos termos necessários, é culpa deles? Não, o problema é que as contas de pessoal são rígidas, demitem funcionários e o dinheiro total flutua com as contas de governo” (Entrevista 6).

Conforme alegado por Dewe (2012), ao basear-se em critério de menor preço, há uma inibição pela busca de desenvolvimento tecnológico por parte das empresas do setor e, conseqüentemente, a diminuição da possibilidade de se gerar *spillovers* ou transbordamentos para outros setores produtivos. Além disso, as exigências da Lei n. 8.666 para aditivos de contrato geram inúmeros atrasos, os quais, adicionados ao baixo orçamento, favorecem o não cumprimento das obrigações assumidas. Isso prejudica a organização do sistema econômico, conforme expõe North (1998), considerando que é real e onerosa a dificuldade de se criar um sistema jurídico relativamente imparcial, que zele pela execução dos contratos, reprimindo comportamentos oportunistas. Para o autor, mercados eficientes são decorrência de instituições que conseguem oferecer avaliação e execução contratual de baixo custo de forma perene.

Nesse contexto, o Marco Legal de CTI aparece como um novo incentivo, que, se aplicado, traz a possibilidade de melhorar esses aspectos. Porém, há algumas preocupações que irão nortear essa implementação. Tais como o receio dos gestores em utilizarem uma legislação nova e não respaldada ainda pelos órgãos de controle; a restrição orçamentária, dentre outros.

“Acho que de novo voltamos ao problema de orçamento. Precisamos de uma política espacial que saiba onde quer chegar, ser mais estratégico e agressivo (...) e ter investimento. Aí você poderia ter uma cadeira de compras públicas que fomentasse a indústria. O Marco Legal, nesse ponto de vista, irá demorar para “pegar”, não só na área espacial. Pois gera muito dúvida, posso comprar ou não? Será que o TCU não vai encerrar? Ainda tem a questão de prestação de contas, o modo simplificado no SICONV até hoje não ficou pronto. Esse negócio ainda vai demorar (...). Mas acho que está no caminho certo, a implementação vai acabar vindo...” (Entrevista 1).

No que tange à integração de artefato espacial, a Entrevista 8 considera que os incentivos dados à indústria de lançadores no período em análise (1996 - 2018) foi inferior ao período da década de 60, quando o Programa Espacial Brasileiro foi iniciado, havendo, portanto, “uma desindustrialização” do Programa Espacial:

“Em 1965, havia uma concorrência nacional para desenvolver propelente sólido, a empresa Avibras ganhou o projeto naquele momento e desenvolveu o primeiro propelente sólido no Brasil. Fabricou também mais de trezentos DM-6503, lançou mais de cem Sonda-1 dentro da indústria. E em algum momento teve desindustrialização, com a criação da ICT [o IAE] em 1969, aquilo que estava na indústria foi migrando, existia quase que uma

duplicidade, quase que uma duplicação de infraestrutura e que acarretou o afastamento das empresas do Programa Espacial. A partir do Sonda-3 só [ficaram na indústria] alguns componentes que ainda não eram produzidas pela ICT. No Sonda-4 existiu zero participação da indústria. Um modelo de contratação foi pensado quando não existia a ICT” (Entrevista 8).

O outro tipo clássico de incentivo, as subvenções, era dado às empresas para estimular o “desenvolvimento tecnológico perto da fronteira, para desenvolver outras coisas que não havia no Brasil (...) Porém, até os estímulos por subvenção que eram ofertados por FAPESP e FINEP⁵² às empresas estão cada vez mais raros, restando apenas recursos reembolsáveis” (Entrevista 7). Conforme demonstra Dewe (2012), a subvenção tem vantagem em relação à contratação realizada hoje pelos institutos, pois a empresa fica com a Propriedade Intelectual daquilo que desenvolveu, o que permite que essa gere patentes e se beneficie das novas tecnologias desenvolvidas.

Outra forma de incentivo à competitividade da indústria que aparece na literatura é a competição, como fator de geração de inovação (Cimoli *et al*, 2007; PERES & PRIMI, 2009). Porém, pelas características do setor espacial brasileiro, com poucas empresas, cujas especialidades são distintas, fica restrita a possibilidade de competição. As entrevistas explicitam que não existe motivação para se criar novas empresas que sejam potencialmente concorrentes no setor, uma vez que uma firma só irá se estruturar se tiver mercado para ela. Hoje, no Brasil, não há tal mercado. “É interessante que haja concorrência, mas também é interessante que haja projetos de fato. Não dá para manter várias indústrias fazendo a mesma coisa, ainda mais em um Programa Espacial do Brasil” (Entrevista 8). “Sem negócio, não tem contrato, não tem objeto para essa competição” (Entrevista 2).

As empresas que já existem e sobreviveram praticamente não concorrem entre si, pois tem especialidades diferentes⁵³. Há um desestímulo pela própria legislação (Lei n. 8.666), que funciona como instrumento de controle, conforme relato da Entrevista 5:

“A competição é muito baixa por definição, por que isso? A gênese desse modelo nasceu através das leis de licitações, que não permite desenvolver

⁵² A FINEP é a operadora do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, o qual sofreu contingenciamento drástico nos últimos anos e cada vez menos tem recursos para subvenção.

⁵³ “Não vejo empresas do setor espacial atuando na mesma área. São poucas no Brasil, cada um acabou ficando numa área do conhecimento, internamente não existe uma competição ainda, e externamente muito menos nem somos vistos no mundo” (Entrevista 4). “Foi criado mais ou menos desse jeito, terá uma empresa para suprimento de energia, outra para telecomunicações, outra para o desenvolvimento de cargas úteis óticas e assim setorizando. Contratou a primeira e deu certo? Ela vai ser o primeiro, o segundo projeto, até surgir outra empresa ela tem que subir daqui de baixo, essa que está aqui na frente para conseguir outra para competir com ela. Ela teria que começar com uma parceria, e aí sim, chegar com seu produto de TRL alto para estar em condições” (Entrevista 5).

duas empresas com o mesmo objeto, isso quer dizer, essa gênese segregou, não foi permitido competição, por definição conceitual. Diferente seria se fossem feitas encomendas para concurso, onde você pode aceitar, ou eleger, ou premiar, ou financiar dois projetos de uma mesma tecnologia. Mas pela lei das licitações não, você vai contratar um sistema de suprimento de energia e será apenas esse sistema que você irá precisar contratar e te digo, o esforço para você qualificar o ganhador será enorme, quando você for replicar isso daqui a 5 anos, não irá haver outro concorrente. Pois daqui há 5 anos se for colocar um outro contrato como esse, os requisitos são mais apertados do que o primeiro, essa pessoa que se capacitou para esse primeiro irá ter um diferencial de conhecimento e com todo o ferramental que ele já desenvolveu para executar o primeiro contrato, porque não haverá concorrente para ele” (Entrevista 5).

Em todo caso, em uma hipótese de competição, esta seria devastadora, pois as empresas brasileiras estão, o tempo todo, “com a corda no pescoço” (Entrevista 7). Como os projetos são muito espaçados, o intervalo de tempo entre eles faz com que o conhecimento se evapore (Entrevista 6). Se houver duas empresas competindo e uma perder a licitação, esta não terá como se sustentar nesse período e poderá sair para outro segmento, pois não há outras atividades no setor espacial, diferente do incentivo que é dado em outros países.

Pensar essa competição como gerador de inovação, conforme apontado na literatura (CIMOLI *et al*, 2007; PERES & PRIMI, 2009), para alguns entrevistados, não faz sentido hoje, pois “uma empresa que está fugindo da falência demitindo seus funcionários e/ou os deixando de pagar, para essa empresa não adianta falar de fomentos para inovação” (Entrevista 7). Nesse contexto, não há capacidade de inovação das firmas que se sustente.

Porém, há aqueles que consideram algumas empresas do setor com perfil inovador: “Varia de empresa para empresas” (Entrevista 3). Alguns proprietários são pesquisadores e fazem questão de manter as atividades de pesquisa e melhoria inovativa em suas empresas, conforme alegado na Entrevista 5:

“No setor espacial tem outra coisa interessante para inovação, que não é exatamente competição de empresa contra empresa, mas é a competição tecnológica dela com ela mesma. A inovação que se obriga aqui no setor espacial, vejo que é a própria empresa se obrigando a vencer certos obstáculos e paradigmas tecnológicos, para ela poder ser competitiva no exterior. O mercado é muito pequeno então ela está querendo ter um desenvolvimento e tem que melhorar processos. (...) O que vai motivá-las

não é a concorrência com outras empresas, mas a penetração delas em outros mercados, ou baratear seus produtos. Vejo que as empresas aqui estão sempre querendo melhorar a performance, visitei uma delas recentemente e é impressionante” (Entrevista 5).

Outra questão que a literatura traz como central para as políticas públicas é a capacidade destas em influenciarem os atores para alcançarem novos paradigmas tecnológicos (DOSI, 1988). Isso seria o resultado desejado após os incentivos e controles ofertados. O que se percebe é que o PNAE foi muito bem escrito e desenhado, mas como pouco foi implementado, “acabou perdendo a capacidade de influenciar o setor, diante de tantas paradas e retomadas” (Entrevista 5).

Os institutos de pesquisa (Entrevista 3 e 4) e alguns estudos (OLIVEIRA, 2014; CÂMARA, 2012) afirmam a importância do PNAE para o estabelecimento da indústria espacial como fornecedora de subsistemas⁵⁴. Nesse sentido, em um primeiro momento, o PNAE alcançou esse resultado como política pública⁵⁵.

“O modelo adotado pelo INPE para contratação de subsistemas de satélite é preferencialmente desenvolver capacidade tecnológica interna ao país (*make, rather than buy*). Este modelo considera que a área espacial é um motor de inovação na indústria, tanto pelos desafios técnicos quanto pelo caráter dual da atividade e pelos embargos tecnológicos adotados. O INPE criou uma rede de fornecedores para os satélites CBERS-3/4 e Amazonia-1. Apesar das limitações de escala desta rede, tivemos sucesso relativo no desenvolvimento de tecnologia na indústria brasileira” (CÂMARA, 2012, p. 1).

Porém, conforme relata o Entrevistado 7, essas contribuições no desbravamento de novos paradigmas tecnológicos foram sendo minguados à medida que a indústria permaneceu nesse mesmo patamar, sem avançar para o papel de integradora, ainda mais diante de tamanha restrição orçamentária pela qual passa o Programa.

⁵⁴ Câmara (2012, p.1) chega a falar em vantagens do modelo atual, em que os institutos atuam como integradores: “O governo pode negociar com as empresas privadas contratos de desenvolvimento industrial que maximizem a participação da engenharia nacional”. Convém destacar, no entanto, que a empresa Visiona, criada em 2012, como a integradora nacional de satélites, também tem a atribuição de fortalecer a indústria nacional através da aquisição de subsistemas dessas empresas. Essa preocupação das possíveis integradoras brasileiras estarem alinhadas com o fortalecimento de toda a cadeia de fornecedores nacionais sempre foi uma preocupação da AEB (Entrevista 2).

⁵⁵ “Acho que tudo que foi construído até aqui foi mérito do SINDAE, não podemos achar que é só fracasso por que se construiu um conjunto de empresas e dominou-se um conjunto de tecnologias, existe um grande mérito pois foram feitas várias coisas. Na área nuclear, por exemplo, não se fez tanto quanto na área espacial. Para o bem e para o mal, pois chegou até um certo ponto, mas não se conseguiu dar o passo seguinte”. (Entrevista 6)

“No começo influenciou, não havia nada e nasceu a indústria espacial, mas hoje, não está mais assim. Por exemplo, eles continuam fazendo CBERS e quando chegar no CBERS 10 será o mesmo painel solar da Orbital, a mesma estrutura da CENIC. Não tem novo paradigma tecnológico. Quando pensamos que poderia ter um paradigma industrial com uma integradora, que iria contratar as outras empresas e movimentar o mercado também não conseguem fazer, porque eles querem manter lá dentro. O próprio governo e o INPE não estão à frente na tecnologia, o que eles tiverem lá de tecnologia nós temos aqui, então como uma pessoa te diz que irá te ajudar a crescer, te empurrar para gerar soluções mais rápidas se a pessoa não contrata? Eles mesmos não estão conseguindo renovar os quadros e não tem dinheiro para fazer pesquisa” (Entrevista 7).

“Atualmente vemos o quão importante é o envolvimento da indústria e das empresas que realmente querem ser integradoras. Esse novo cenário onde as empresas estão se desenvolvendo, e não apenas os institutos. Para que isso ocorra, é preciso colocar um produto dentro das empresas, não apenas um componente dele, senão no final das contas não será possível aplicação, que é o que vai acontecer com a PMM. No final das contas, o Brasil vai ter uma plataforma multimissão, depois a fabricação irá ser comercializada? Por quem será comercializada? Aquilo é um produto de verdade, tem vantagem competitiva? Isso tem que ser pensado desde a concepção, por isso que a empresa está buscando participar disso nesse novo momento, estamos imaginando que haja novos veículos lançadores, novos foguetes e entre outros, se a empresa não estiver envolvida nesse momento ela perde o “bonde”. Quem vai fazer aquele produto interessante? Infelizmente não será a ICT, ele não tem capacidade para isso” (Entrevista 8).

O estudo da Dewe (2012) demonstra como esse arranjo vigente hoje promove um “desincentivo à inovação” no segmento de satélites, na medida em que a propriedade intelectual dos produtos desenvolvidos é do INPE⁵⁶. Em função desse controle, as empresas não têm condições de, a partir do produto desenvolvido para o instituto, fazer alguma alteração para torná-lo comercializável, inclusive, porque “o instituto exclui a possibilidade de compartilhamento ou licenciamento a terceiros de conhecimento gerado no âmbito do desenvolvimento de produtos para o setor espacial” (DEWE, 2012, p. 102 e 103). Além disso, a relação no tocante à geração de inovação acaba sendo inversa, pois “ao invés de a empresa

⁵⁶ O estudo da Dewe (2012) teve o objeto restrito à área de satélites e, portanto, ao INPE.

estar recebendo tecnologia do instituto, é o papel contrário, a empresa cede tecnologia e o instituto se apropria, é um papel estranho, invertido, pois a empresa não tem opção” - Entrevista da ‘Empresa O’, DEWE (2012. p. 88).

Por fim, como forma de promover novos incentivos ao setor e, por conseguinte, provocar maior participação da indústria no arranjo institucional, há sugestão de que haja “mais projetos mobilizadores”, com o intuito de “colocar um peso na indústria que agregaria às demandas do PNAE. Deveríamos pensar (i) em Programas tipo o ToT, porém voltados para estabelecimentos de uma plataforma industrial brasileira, (ii) apoio a P&D, (iii) apoio à formação [de capital humano]” (Entrevista 6).

Conforme relata Dosi (1988), as instituições são importantes também para moldar a busca de interesse dos agentes privados, procurando resultar em um bem social mais amplo. Se o estímulo dado pelas instituições é restrito à participação da indústria como fornecedora de subsistemas, para esta ultrapassar tal barreira alcançando o nível da integração de sistemas será muito mais complexo, difícil e custoso. Representa um “nado contra a correnteza”, em que há forte desestímulo institucional para que a indústria avance na nova direção. A Visiona tem procurado fazer esse percurso, muito por conta própria, com recursos oriundos da aquisição do SGDC, e com a colaboração de atores externos ao SINDAE, como o Senai e a Embrapii. Porém, a tarefa é árdua e pode não ser sustentável se não houver mudança de paradigmas dentro do Sistema.

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O objetivo principal dessa dissertação foi analisar como o arranjo institucional vigente condiciona o comportamento dos atores e organizações e causa efeitos sobre a indústria espacial. Para isso, buscou-se responder à seguinte pergunta de pesquisa: qual o efeito da configuração do arranjo institucional de implementação do PNAE, no período de 1996 a 2018, sobre o desenvolvimento da indústria espacial brasileira?

Os resultados apresentados trazem inúmeras reflexões. A primeira delas é a limitação da AEB como centro estratégico do SINDAE. A Agência apresenta dificuldade em exercer o papel de coordenadora do sistema, equilibrando, como era de se esperar, os incentivos e controles administrativos típicos de arranjo híbrido. Os motivos são variados, dentre eles, a equipe reduzida, a insuficiência de capacidade estatal (tanto político-relacional, quanto técnico-burocrática), quadro orçamentário enxuto e ausência de apoio da sociedade para com o Programa Espacial Brasileiro. Os resultados são que, historicamente, os institutos apresentam prevalência de poder e de decisões sobre a Agência, o que influencia de forma determinante o conteúdo das missões espaciais e a limitação da participação da indústria como fornecedoras de subsistemas.

A AEB, hoje, está vinculada ao MCTIC. A fragilidade institucional da AEB como coordenadora do SINDAE provoca o questionamento de qual papel o Ministério poderia desempenhar para empoderá-la nesse caso. O entendimento de representante da pasta é de que o Ministério é muito robusto e lida com inúmeras vinculadas, não sendo possível, portanto, destinar atenção especial à AEB. Além disso, para o entrevistado, o fato do MCTIC não compor o centro de governo enfraquece sua atuação diante de outros ministérios. Há um novo modelo de arranjo institucional do setor sendo desenhado desde 2017, no qual se cria o Conselho Nacional do Espaço, coordenado pela Casa Civil, e o Comitê Executivo do Espaço, presidido pela AEB. Espera-se que essa proposta seja transformada em Lei e funcione futuramente.

A Análise dos órgãos setoriais do SINDAE – INPE e IAE – permitiu compreender a força desses órgãos na tomada de decisão sobre o PNAE, com prevalência de seus interesses em detrimento daqueles do Programa e da própria AEB. Tal força deve-se à capacidade técnica e política que esses órgãos apresentam. Essa situação deu margem também para que houvesse desalinhamento de ações entre os institutos, de forma que os projetos de satélites e lançadores do país não são articulados.

Ao longo dos anos, no entanto, os institutos têm se tornado carentes de recursos orçamentários, de infraestrutura e, em especial, de pessoal. O que é muito grave para um setor que demanda mão de obra altamente qualificada, mas que exige longo período de formação. Perde-se, dessa forma, assimilação e aprendizado, os quais são essenciais para a inovação (NELSON, 2008). E, apesar dessa situação, os institutos são resistentes em aceitar a destinação do papel de integrador a empresas privadas.

Referente à interação entre ICTs e empresas no setor espacial, percebeu-se que esta é considerada intensa, apesar de não ser regular. Apesar da intensidade, ela é restrita ao desenvolvimento e fabricação de subsistemas. Oliveira (2014) demonstrou que os contratos estabelecidos entre o INPE e as empresas fornecedoras de subsistemas satelitais permitiram a capacitação industrial dessa indústria e a geração de efeitos indiretos desta capacitação, como novos mercados, produtos, tecnologias, uso de novos métodos de gerenciamento, mudança na estrutura organizacional, incremento da capacitação técnica dos funcionários e aprimoramento da infraestrutura industrial. Da mesma forma, no segmento de lançadores, há relatos de que as empresas de outros setores produtivos se tornaram “inovadoras e competitivas” a partir da capacitação industrial adquirida com a participação em projetos espaciais.

No entanto, a imersão em diferentes fontes de dados e vertentes possibilitou entender que, distinto do período em que não havia tecido industrial relevante no Brasil, hoje, esse arranjo limita demasiadamente a atuação das empresas, na medida em que estas não ocupam o papel de integradoras, assim como não tem a oportunidade de participarem das fases de definição (0, A) do projeto. Além dessa limitação de papel, há uma limitação comercial imposta às empresas fornecedoras de subsistemas, que é a possibilidade de elas venderem para outros clientes, inclusive para uma integradora nacional, e não só para o governo brasileiro, em especial, se seus produtos fossem competitivos internacionalmente. Essa competitividade é influenciada diretamente pela falta de participação dessas empresas nas Fases (0, A) do projeto e também pela propriedade intelectual das tecnologias encomendadas estarem restritas aos institutos (DEWE, 2012).

Acredita-se que os receios dos institutos em perderem o tradicional papel de integradores perpassam pela perda (i) de poder político, (ii) da função atualmente desempenhada e, também, (iii) de orçamento. O equívoco dos institutos está em não perceberem que, na medida em que existir uma integradora, esta não necessariamente precisará ser abandonada pelo Estado, tampouco, pelas próprias ICTs. Ao contrário, ela precisará sobremaneira trabalhar conjuntamente com estas para conseguir desenvolver, testar,

qualificar os produtos encomendados a ela, mesmo porque as empresas não precisam replicar as infraestruturas de laboratório que tais institutos já possuem.

Para gerar capacidade de aprendizado e de inovação nas firmas, é fundamental que as empresas e as ICTs do setor espacial brasileiro não concorram entre si para ocuparem o mesmo espaço ou exercerem funções semelhantes. Os institutos poderiam desenvolver outros papéis relevantes em um arranjo em que haja empresas integradoras, a saber: (i) Autoridade Supervisora, em que atuariam como um espelho da integradora, dotado das mesmas capacidades técnicas para acompanhar o trabalho em desenvolvimento, de forma a garantir a lealdade ao projeto inicial e a qualidade dos produtos a serem entregues; (ii) responsabilidade pelo controle, operação e geração de dados e produtos dos satélites públicos; (iii) foco no desenvolvimento de tecnologias estratégicas para o país, acompanhando os paradigmas tecnológicos.

Os principais incentivos do setor são contratos governamentais e subvenção. Os primeiros são raros e espaçados, devido ao baixo orçamento do PNAE, o que acaba por dificultar a sustentabilidade da indústria. Além disso, quando existem, eles são repletos de atrasos, envolvendo diversos aditivos. Outro desincentivo é a forma de contratação utilizada até o momento: a Lei n. 8.666, com tipo de licitação de técnica e preço ou de menor preço, mediante demonstração de experiência anterior. As limitações de ajustes de prazos, de produto final e de custos são extremamente limitadoras para o caso de desenvolvimento tecnológico, de longo prazo e de alto risco e complexidade. Essa situação representa um dos principais custos de transação do setor, ficando empatado com outro grande custo: a de assimetria de informação política e tecnológica que há entre os atores, de forma que a indústria não consegue, por exemplo, estruturar um planejamento de médio prazo.

O outro tipo clássico de incentivo, as subvenções, também está cada vez mais raro, restando apenas recursos reembolsáveis. As vantagens daquelas em relação à contratação realizada hoje pelos institutos, é a detenção da Propriedade Intelectual do que foi desenvolvido, o que permite que essa gere patentes e se beneficie das novas tecnologias desenvolvidas.

A manutenção dos institutos de tecnologia como integradores também funciona como um desincentivo à indústria espacial. Há atores que consideram que houve uma desindustrialização em relação ao segmento de lançadores no período em análise (1996 - 2018) quando comparado à década de 60, quando a Avibras produzia e integrava diretamente as encomendas do setor espacial feitas pela FAB.

Quanto ao estímulo à competição como forma de geração de inovação nas empresas, a visão mais hegemônica é de que não há um cenário que crie condições de ter empresas concorrendo entre si. Primeiro porque não há mercado para criação de novas empresas, segundo porque as empresas já existentes mal estão conseguindo sobreviver sendo elas detentoras de capacidades industriais distintas, imagine se concorressem à mesma parte do orçamento reduzido do PNAE.

Referente à capacidade do PNAE de influenciar os atores para alcançarem novos paradigmas tecnológicos, os institutos de pesquisa e alguns estudos (OLIVEIRA, 2014; CÂMARA, 2012) afirmam a importância do PNAE para o estabelecimento da indústria espacial como fornecedora de subsistemas e de toda sua capacidade industrial instalada, resultando em adensamento tecnológico do setor espacial. Porém, as outras fontes de dados demonstram que essas contribuições no desbravamento de novos paradigmas tecnológicos foram sendo minguadas, ainda mais diante de tamanha restrição orçamentária e pulverização de recursos do PNAE, à medida que a indústria permaneceu nesse mesmo patamar, (i) sem avançar para o papel de integradora (que requer maior conhecimento tecnológico e detém maior agregação de valor); (ii) sem participar das fases de definição dos requisitos técnicos da missão como um todo; e (iii) sem ser detentora da propriedade intelectual dos produtos desenvolvidos para o PNAE. Em termos de inovação, há, na realidade, uma relação inversa pois ao invés de as empresas receberem tecnologia dos institutos, tem sido o contrário.

Diante disso, pode-se afirmar que hoje esse arranjo institucional vigente promove um desincentivo à inovação e influencia diretamente o baixo desempenho da indústria espacial brasileira. Sendo as instituições tão importantes para moldar a busca de interesse dos agentes privados, se o estímulo dado por elas se restringe à participação da indústria como fornecedora de subsistemas, para esta ultrapassar tal barreira e alcançar o nível da integração de sistemas será muito mais complexo, difícil e custoso. Representa um “nado contra a correnteza”, em que há forte desestímulo institucional para que a indústria avance na nova direção. Cabe destacar que não apenas o desenvolvimento da indústria espacial fica limitado, os resultados do próprio PNAE ficam aquém do esperado com essas amarras impostas pelo arranjo institucional vigente.

A partir do trabalho de análise realizado até aqui, segue uma lista de recomendações da autora para melhorar aspectos do PNAE e do arranjo institucional do SINDAE, a fim de promover melhores resultados para o Programa e, conseqüentemente, para a indústria espacial brasileira.

- A formação e a consolidação da indústria exigem um nível alto de investimento. Como os desenvolvimentos tecnológicos podem ser lentos e dependem fortemente de integração de sistemas, os recursos precisam ser regulares ao longo dos anos. Mais do que isso, eles devem ser focados, sem pulverização de recursos e esforços.

- A experiência internacional mostra que os países que desenvolvem atividades espaciais com sucesso e, conseqüentemente, estabelecem indústrias espaciais endógenas, têm os objetivos dos programas espaciais alinhados às demandas do país e de sua sociedade. A AEB realizou em 2018 (LIMA, 2018) um amplo mapeamento de demandas por serviços satelitais, consultando, principalmente, instituições públicas de âmbito nacional. Espera-se que o próximo passo, o de utilizar tais demandas como subsídio para a definição de novas missões espaciais, seja concretizado.

- Para uma boa gestão de um programa governamental é preciso dar poder e instrumentos ao centro estratégico para que esse tenha condições institucionais de equilibrar incentivos e controle e também possa balizar os interesses das instituições a partir daqueles da política pública.

- Redefinição dos papéis desempenhados no âmbito do SINDAE, destinando aos institutos de pesquisa atribuições pertinentes a eles (tais como de autoridade supervisora, controladores e operadores de satélites, desenvolvedores de tecnologias de fronteira), e destinando à indústria o papel de integradora.

- Incentivo à participação de outras ICTs, espalhadas pelo Brasil, nas atividades de desenvolvimento do PNAE, como forma de ampliar a competência de instituições brasileiras, de aumentar o número de mão de obra envolvida com o setor, e de estabelecer novas parcerias ente empresas e ICTs variadas.

- Transferência de projetos tecnologicamente maduros dos institutos para a indústria nacional.

- Planejamento de médio e longo prazo de quais tecnologias estratégicas o Brasil quer dominar. A partir de priorização, definir as tecnologias críticas, incluindo subsistemas e insumos estratégicos, a serem desenvolvidas por universidades⁵⁷ e institutos. Tais desenvolvimentos serviam para subsidiar as missões espaciais almejadas pelo país e, em decorrência disso, também as empresas responsáveis por integrar satélite e lançadores e por contratar outras empresas nacionais, fornecedoras de subsistemas.

⁵⁷ A AEB deveria aproveitar a capacidade de pesquisa dos oito cursos de Engenharia Aeroespacial no país para apoiarem o desenvolvimento das tecnologias críticas definidas por ela.

- Utilização do Marco Legal de CT&I para realizar compras governamentais a fim de fomentar a inovação e a competitividade das empresas do setor espacial.
- Implementar projetos mobilizadores focados e com projetos concatenados entre si, em que todos os atores do SINDAE estejam articulados e desempenhando adequadamente os papéis que lhes cabem.
- O setor espacial em muitos países, como China, Suécia e Finlândia, é visto com um originador de tecnologias centrais, sendo responsável por grandes transbordamentos tecnológicos capazes de alterar o nível de inovação do país como um todo. Sugere-se que os órgãos do SINDAE trabalhem interna e externamente para que, no Brasil, o setor também seja visto como um indutor de desenvolvimento tecnológico e receba, portanto, amplo apoio político e de outras instituições e maior volume de recursos.

Essas recomendações têm potencial de colocar o PNAE em um outro patamar de política pública, reabrindo a possibilidade de o Brasil resgatar um protagonismo que tinha na década de 60, quando era um dos poucos países que investia no setor espacial. Hoje, para citar um exemplo de país latino-americano, a Argentina já investe um volume muito maior de recursos que o Brasil (alcançando o ápice em 2013 de 1,2 bilhões de dólares anuais) e domina tecnologias não alcançadas por nós, como satélites dos tipos geoestacionário e radar.

A decisão de se ter um PNAE robusto é política e estratégica. Deve-se ter clareza de que para o Brasil deslanchar como país que domina tecnologias espaciais e ter acesso ao espaço de forma não-dependente⁵⁸, é preciso convergir esforços entre instituições para propiciar tal avanço. Os interesses como nação devem ser maiores e prioritários em relação aos das instituições isoladamente. Por outro lado, a participação, o comprometimento e o empenho dessas instituições é fundamental para o Programa lograr sucesso. Ações concatenadas e convergentes entre tais instituições impactariam positivamente o setor espacial como um todo, incluindo a indústria espacial.

Como sugestões de pesquisas futuras, pode-se investigar (i) quais são as capacidades estatais presentes ou ausentes na AEB, as quais favorecem ou dificultam a atuação desta como centro estratégico do SINDAE; (ii) em termos de arranjo organizacional, pensar se o modelo estatutário é o melhor para os institutos de pesquisa, diante das dificuldades de contratação de

⁵⁸ No setor espacial, usa-se a expressão não-dependente tecnologicamente para se referir a um país com acesso irrestrito para as atividades espaciais, sendo que parte desses artefatos são produzidos dentro do país e outra parte fora, embora haja facilidade de acesso. Nos extremos, estão os países com dependência tecnológica, os quais não têm acesso irrestrito às tecnologias, como é o caso do Brasil; e os países com independência tecnológica, os quais produzem tudo internamente e não necessitam de adquirir nada no exterior. Tem predominado cada vez mais no setor a compreensão de que não se precisa produzir tudo dentro de um país, mas aquilo que é estratégico e que há risco de embargo de outros países para aquisição.

mão-de-obra apresentadas aqui e de gestão do conhecimento; (iii) analiticamente, inserir a vertente militar do programa espacial na análise a fim de refletir a complexidade da realidade do setor; (iv) em termos de estratégia de atuação do país no setor espacial, verificar vantagens e desvantagens de o Brasil assumir sua dependência tecnológica ao invés de insistir no emparelhamento tecnológico; (v) quantitativamente, averiguar quais os impactos diretos e indiretos causados pela indústria espacial na economia brasileira, assim como estudos internacionais revelam a importância dessa indústria em âmbito internacional; (vi) quando implementados, verificar a utilização dos instrumentos do Marco Legal de CT&I no setor espacial e quais os efeitos desse uso na indústria espacial; (vii) após o voo do VCUB-1, da empresa Visiona, verificar qual a movimentação será feita na balança de poder do setor, se a iniciativa será suficiente para demonstrar a capacidade da empresa de ser a integradora brasileira de satélites, tornando-a apta a receber contratos do PNAE; por fim, (viii) caso as alterações no arranjo institucional do setor propostas pelo CDPEB sejam implementadas, verificar quais os efeitos desse novo arranjo no desenvolvimento da indústria espacial brasileira.

ANEXO I

Questionário aplicado durante as entrevistas semiestruturadas. Destaca-se que, de acordo com o perfil do entrevistado (empresa, ministério, agência, instituto de pesquisa ou parque tecnológico), foram selecionadas perguntas específicas dentre estas abaixo.

Do arranjo institucional em funcionamento

- 1) Quais suas impressões a respeito do arranjo institucional em funcionamento a partir da criação do SINDAE, em 1996, e vigente até hoje.

Lembrando que arranjo institucional aqui é tratado como sinônimo de governança.

- 2) E qual papel a AEB desempenha nesse arranjo?
- 3) Qual papel os institutos de pesquisa desempenham nesse arranjo institucional de implementação do PNAE?

Do PNAE

- 4) Qual sua percepção a respeito da frequência e dos custos das transações entre as entidades públicas envolvidas na implementação do PNAE e as empresas do setor?

Transações: troca de informações, contratos estabelecidos, acordos firmados, dentre outros.

Custos de transação são aqueles a que estão sujeitas todas as operações desse sistema econômico (NORTH, 1998, p. 8), caso haja assimetria de informação ou os canais de contato não sejam abertos, etc.

- 5) No PNAE consta explicitamente pelo menos duas recomendações relacionadas à indústria. O senhor acha que, ao longo dos anos, o PNAE tem cumprido esse papel:
 - a. de inserir a indústria espacial no desenvolvimento, na comercialização e até no financiamento das atividades espaciais;
 - b. de considerar a possibilidade e o valor de comercialização de um produto pelas empresas ao defini-lo como estratégico para o país.
- 6) Para o senhor, como deve se dar essa relação ou equilíbrio entre desenvolver produtos e sistemas estratégicos para o PNAE e ao mesmo tempo produtos que sejam competitivos internacionalmente, como forma de contribuir para a sustentabilidade

para a indústria nacional.

- 7) Um papel central das políticas públicas é afetar a capacidade dos atores em alcançar novos paradigmas tecnológicos. O PNAE influencia nessa busca dos atores privados por novos paradigmas tecnológicos?
- 8) Qual sua percepção sobre os incentivos, ou seja, o conjunto de oportunidades que o arranjo institucional do PNAE oferece hoje para a indústria espacial?
- 9) Você enxerga alguma relação entre o arranjo institucional que implementa o PNAE hoje e o desenvolvimento da indústria espacial no Brasil hoje?

Da relação ICT-Empresa

- 10) Qual o grau de interação da empresa com os institutos que trabalham com o setor espacial, o INPE e o IAE?
- 11) Vocês têm experiência de trabalhar com os dois institutos. Quais as diferenças e quais os pontos semelhantes entres eles?
- 12) As empresas participam de quais fases dos projetos de missões espaciais em que o IAE/INPE é o desenvolvedor?

Qual a participação industrial na especificação e desenvolvimento de subsistemas e sistemas?

- 13) Pelo o que o senhor percebe, na prática, o PNAE estimula ou desestimula essa interação entre ICT e Empresa?

Como essa relação poderia melhorar?

Qual o papel cada um desses deveria ter no desenvolvimento do setor espacial?

- 14) Qual a sua percepção sobre como essa relação deve se dar nos próximos anos?

Das empresas

- 15) Qual a relação que a AEB tem com o setor privado do setor espacial?

16) A geração de inovação é percebida por alguns teóricos como resultante de uma conjunção de fatores, dentre eles, a competição entre empresas. Como você enxerga o fator competição entre as empresas do setor espacial no Brasil?

17) E como percebe a capacidade de geração de inovação das empresas do setor espacial?

Do ambiente institucional

18) O setor espacial está inserido em um ambiente institucional macro que abarca as legislações e regras gerais de CTI no país. Como o senhor percebe que o setor espacial se atualiza e se adapta ao ordenamento jurídico de CTI vigente hoje no Brasil?

19) A dificuldade com compras governamentais que envolvem desenvolvimento tecnológico é geral no país. O marco legal de CTI vem no sentido de favorecer essas compras. Qual sua percepção sobre a implementação do Marco?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. Relatório de Acompanhamento Setorial - Competitividade da Indústria Espacial: O Índice Futron e a posição do Brasil. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2015.

AEB. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 1996 – 2005. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 1996. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/07/PNAE-1996.2005.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.

AEB. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 1998 – 2007. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 1998. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/07/PNAE-1998.2007.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.

AEB. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2005 – 2014. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2005. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/07/PNAE-2005.2014.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.

Agência Espacial Brasileira (AEB). Programa nacional de atividades espaciais: PNAE: 2012-2021. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2012. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PNAE-Portugues.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.

AEB. 1º Relatório do estudo sobre a indústria espacial de satélites. Brasília: Agência Espacial Brasileira, Diretoria de Satélites, Aplicações e Desenvolvimento, 2018a.

AEB. Contribuições para o Grupo 11 do CDPEB. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2018b.

AEB. Contribuições para o Grupo 5 do CDPEB. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2018c.

AEB. Dados orçamentários da AEB. Brasília: Agência Espacial Brasileira, Diretoria de Transporte Espacial e Licenciamento, 2018d.

AEB. Dados sobre a participação da indústria no VLM. Brasília: Agência Espacial Brasileira, Diretoria de Transporte Espacial e Licenciamento, 2018e.

AEB. Dados de execução do FNDCT. Brasília: Agência Espacial Brasileira, Diretoria de Política Espacial e Investimentos Estratégicos, 2018f.

AIA. Aerospace Industry Report: Facts, Figures & Outlook for the Aviation and Aerospace Manufacturing Industry. Third Edition, 2013. Disponível em: <http://www.aia-aerospace.org/wp-content/uploads/2016/09/AIR-2012-Book.pdf> . Acesso em: 11 de fev.2019.

BAUER, Martin W.; GASKELL, George; & ALLUM, Nicholas C. Quality, quantity and knowledge interests: avoiding confusions. In BAUER, M.W., GASKELL, G. (orgs). Qualitative Researching with Text, Image and Sound - A practical Handbook. Londres: Sage, 2000.

BOTELHO, Antonio; ALMEIDA, Mariza. Desconstruindo a política científica no Brasil: evolução da descentralização da política de apoio à pesquisa e inovação. Soc. estado., Brasília, v. 27, n. 1, p. 117-132, Apr. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-69922012000100008> . Acesso em: 30 out. 2017.

BRASIL. A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016–2022 – ENCTI. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf Acesso em: 26 de jan. de 2019.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm Acesso em: 30 out. 2018.

Brasil. Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D1332.htm Acesso em: 24 de fev. de 2019.

Brasil. Decreto nº 1.953, de 10 de julho de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1953.htm. Acesso em: 22 de fev. 2019.

Brasil. Decreto nº 8.854, de 17 de agosto de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3566.htm#art6 Acesso em: 22 de fev. 2019.

BRASIL. Decreto nº 8.868, de 4 de outubro de 2016. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8868.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.

BRASIL. Decreto nº 8.898, de 9 de novembro de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8898.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.

Brasil. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8666cons.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.

Brasil. Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/LEIS/L8854.htm Acesso em 22 de fev. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.257, de 09 de janeiro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9257.htm Acesso em: 26 de jan. de 2019.

Brasil. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm Acesso em: 26 de jan. de 2019.

Brasil. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm Acesso em: 26 de jan. de 2019.

BRASIL. Site do MCTIC: Conselhos, 2016. <http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/entidadesVinculadas/conselhos/> Acesso em: 20 de jan. 2019.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. A política espacial brasileira. Relator: Rodrigo Rollemberg; Elizabeth Machado Veloso (coord.); Alberto Pinheiro de Queiroz Filho ... [et al.]. Brasília: Edições Câmara, 2009.

CÂMARA, Gilberto. A pesquisa espacial no Brasil: 50 anos de INPE (1961 - 2011). REVISTA USP, São Paulo, n.89, p. 234-243, março/maio 2011.

CÂMARA, Gilberto. Sobre a possível transição do modelo industrial de fabricação de satélites brasileiros, 2012.

CAPANO, HOWLETT E RAMESH (Org). Varieties of Governance: Dynamics, Strategies and Capacities. Studies in the Political Economy of Public Policy, 2015.

CARIO, S. A. F.; PEREIRA, F. F. C. Inovação e desenvolvimento capitalista: contribuições de Schumpeter e dos neo-schumpeterianos para uma teoria econômica dinâmica. Revista de Ciências Humanas Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma/SC: UNESC, v.07, n.01, p.81-102, 2002.

CARVALHO, Himilcon. Uma análise comparativa do Programa Espacial Brasileiro. In: CÂMARA DOS DEPUTADOS. A política espacial brasileira. Relator: Rodrigo Rollemberg; Elizabeth Machado Veloso (coord.); Alberto Pinheiro de Queiroz Filho ... [et al.]. Brasília: Edições Câmara, 2009.

CATARINO, Luís Carlos. Abordagem dos modelos TRL, MRL e CMMI-DEV aplicada ao desenvolvimento de pequenos e médios fornecedores da cadeia produtiva espacial. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais/Engenharia e Gerenciamento de Sistemas Espaciais) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2014.

CAVALCANTE, Mattos Teixeira; RICARDO, Luiz; FAGUNDES, Marques; EMÍLIA, Maria. Formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação em nível subnacional: isomorfismo e aderência às realidades regionais. Journal of Technology Management & Innovation [en línea] 2007, 2 (June) Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84720212>> ISSN. Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

CGEE. Descentralização do fomento à ciência, tecnologia e inovação no Brasil - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. Disponível em <http://www.cgee.org.br/publicacoes/descentralizacao.php> Acesso em: 30 de mar de 2018.

CGEE. Recursos Materiais e Humanos para o Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE – Etapa I. Relatório Final. Brasília, 2013.

CIMOLI, M.; DOSI, Gioavanni. Technological paradigms, patterns of learning and development: Na introductory roadmap, Journal of Evolutionary Economics, 5 (3), p. 242-268, 1995.

CIMOLI, Mario; DOSI, Gioavanni; NELSON, Richard; STIGLITZ, Joseph. Instituições e políticas moldando o desenvolvimento industrial: uma nota introdutória. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro (RJ), 6 (1), p.55-85, janeiro/junho 2007.

CONFAP. Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia se reúne e entidades pedem fim de contingenciamentos, 2018. Disponível em: <http://confap.org.br/news/conselho-nacional-de-ciencia-e-tecnologia-se-reune-e-entidades-pedem-fim-de-contingenciamentos/> . Acesso em: 26 jan. 2019.

COSTA FILHO, E. J. A política científica e tecnológica no setor aeroespacial brasileiro: da institucionalização das atividades ao fim da gestão militar – uma análise do período 1961-1996. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Unicamp, Campinas, 2000. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286730> . Acesso em: 15 jan.2019.

CUNHA, Dirley Júnior. Artigo “A EC nº 85/2015 e a importância da Ciência, Tecnologia e Inovação”. 2015. Disponível em: <https://dirleydacunhajunior.jusbrasil.com.br/artigos/172141884/a-ec-n-85-2015-e-a-importancia-da-ciencia-tecnologia-e-inovacao> Acesso em: 20 jan 2018.

DANDA, Nóbrega; QUEIROZ, Gustavo; Lucia de F. N.; HOFFMANN Emil; VALMIR. A hélice do poder público: padrões de distribuição de recursos federais para as Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais. Revista de Administração Pública - RAP [en línea] 2016, 50 (Septiembre-October). Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=241048305007>> ISSN 0034-7612 Fecha de consulta: 30 de octubre de 2017.

DAVIS, L. E; NORTH, D.C. Institutional change and American economic growth. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.

DELOITTE. The Aerospace and Defense Industry in the U.S. A financial and economic impact study. Março de 2012. Disponível em: https://timemilitary.files.wordpress.com/2012/03/deloitte_study_2012.pdf . Acesso em: 11 de fev.2019.

DEWES, Mariana. Projetos Nacionais de Inovação: Práticas do Setor Espacial Brasileiro. Tese de doutorado em Administração pela UFRGS. 2012.

DOSI, Giovanni. Institutions and Markets in a dynamics world. DEAST, Venise and SPR U, University of Sussex, 1998.

DOSI, Giovanni. Mudança técnica e transformação industrial. Campinas: Ed. Unicamp, 2006.

DURÃO, Otávio; CEBALLOS, Décio. Desafios estratégicos do Programa Espacial Brasileiro. In: SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE). Desafios do programa espacial brasileiro. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2011, p.43.

EERME, Tonis. Indirect industrial effects from space investments in Space Policy Volume 38, November 2016, Pages 12-21. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265964616301151> Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.

EISENHARDT, Kathleen M. Building theories from case study research. In: Academy of Management Review, vol. 14, n. 4, pp. 532-550. 1989.

EUROCONSULT. Relatório Executivo da Euroconsult 2018. Disponível em: <http://euroconsult-ec.com/research/satellite-value-chain-2018-extract.pdf> Acesso em: 20 de fev. 2019.

FIANI, Ronaldo. O enfoque moderno das instituições: estruturas de governança in Cooperação e Conflito: instituições e desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro. Elsevier, 2011.

FIANI, Ronaldo. Arranjos institucionais e desenvolvimento: o papel da coordenação em estruturas híbridas. Texto para discussão. IPEA. Rio de Janeiro, 2013.

FMI. WEO, abril 2017. Disponível em: <https://www.imf.org/external/datamapper/datasets/WEO> . Acesso em: 25 de maio de 2018.

KISHI, Naoko. “Management analysis for the space industry”. Space Policy Journal. 2017.

LE GALÈS, Patrick. Policy instruments e governance. Bevir-Chap-10.indd 2, 2010.

LIMA, Fernanda. Demandas nacionais ao setor espacial. Monografia de Especialização em Planejamento e Estratégias de Desenvolvimento. Enap, Brasília, junho de 2018. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3503> . Acesso em: 10 de março de 2019.

LONDON ECONOMICS. Return from Public Space Investments: An initial analysis of evidence on the returns from public space investments, 2015. Disponível em: <https://londoneconomics.co.uk/wp-content/uploads/2015/11/LE-UKSA-Return-from-Public-Space-Investments-FINAL-PUBLIC.pdf> Acesso em: 14 de fev. de 2019.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behavior. In: Industrial and Corporate Change, v.2, n.1, 993.

MATOS, Patrícia. Sistemas espaciais voltados para Defesa. In: ABDI & IPEA. Mapeamento da Base Industrial de Defesa. Brasília, 2016. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160706_livro_mapeamento_defesa.pdf Acesso em: 14 de fev. de 2019.

MÉNARD, Claude. Hybrid Organizations. Peter Klein and Michael Sykuta. The Elgar Companion to Transaction Cost Economics, Edward Elgar, pp. 176 – 184, 2011.

NELSON, Richard. Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. Oxford Development Studies. Vol. 36, Nº 1, March 2008.

NELSON, Richard; WINTER, Sidney. Uma teoria evolucionária da mudança econômica. Unicamp, 2006.

NORTH, Douglass. Custos de transação, instituições e desenvolvimento econômico. Instituto Liberal. Rio de Janeiro, 1998.

OCDE. OCDE Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. OCDE Publishing 2017. Disponível em https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2017_9789264268821-en#page1 . Acesso em: 20 de março de 2019.

OLIVEIRA, M. E. R.; MIGUEZ, R. R. B. Apresentação do setor espacial brasileiro sob a ótica dos aglomerados (clusters). WORKSHOP EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA

ESPACIAIS, 2. (WETE), São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: INPE, 2011. DVD. ISSN 2236-2606. Disponível em: <<http://urlib.net/J8LNKAN8RW/3BASJ55>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

OLIVEIRA, Mônica. A Política de Compras do Programa Espacial Brasileiro como instrumento de capacitação industrial. Tese de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espacial pelo INPE, 2014.

PERES & PRIMI. Theory and practice of industrial policy. CEPAL, Santiago de Chile, February, 2009.

SÁNCHEZ, Tirso W. Sáenz; PAULA, Maria Carlota de Souza. Desafios institucionais para o setor de ciência e tecnologia: o sistema nacional de ciência e inovação tecnológica. Parcerias Estratégicas, Vol. 6, No 13 (2001). Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/203/197 Acesso em 02 Jan 2018.

SANTOS, Bruno Vicente dos. Proposta do Modelo Institucional com contratantes principal para desenvolvimento e gestão de projetos espaciais no Brasil. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Tecnologia Espaciais pelo INPE, 2014.

SCHMIDT, Flávia de Holanda. Desafios e Oportunidades para uma indústria espacial emergente: o caso do Brasil. Texto para Discussão 1667. IPEA, 2011.

SCHUMPETER, J. A. The Theory of Economic Development, Cambridge, Harvard University Press, 1934.

SCHUMPETER, J. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultura, 1998.

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE). Desafios do programa espacial brasileiro. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2011.

SIA. Releases 2018 SSIR. Satellite Industry Association. Washington, D.C., June 13, 2018. Disponível em: https://www.sia.org/2018_ssir/. Acesso em: 30 de jan de 2019.

SILVA, Alberto Carvalho da. Descentralização em política de ciência e tecnologia. Estud. São Paulo, v. 14, n. 39, p. 61-73, Aug. 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142000000200007> Acesso em: 30 Oct. 2017.

SMALL, M.L. How many cases do I need? On science and the logic of case selection in field-based research. University of Chicago. 2009.

SOUZA, P. N. Introdução à tecnologia de satélites: missões e segmentos. São José dos Campos: INPE, 2008.

STAKE, Robert E. The art of case study research, Thousand Oaks, Londres, N. Deli: Sage, 1995.

TAVARES, P.V.; KRETZER, J.; MEDEIROS, N. Economia Neoschumpeteriana: expoentes evolucionários e desafios endógenos da indústria brasileira. Revista: Economia Ensaios, vol 19, n.3, dez/2005.

TCU. Referencial para avaliação da governança do centro de governo. Tribunal de Contas da União. Brasília: TCU, Secretaria de Controle Externo da Administração do Estado, 2016. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/governanca/governancapublica/centro-de-governo/> . Acesso em: 25 de fev. de 2019.

VALLE, André Bittencourt do; SILVA, Bernardino Coelho da; SOARES, Carlos Alberto Pereira. Gerenciamento de projetos espaciais: do Sputnik aos dias atuais. Rio de Janeiro; FGV Editora, 2017.

VAZ, Célio da Costa. Fomento e apoio ao desenvolvimento da capacidade industrial, atendimento às demandas de fabricação de projetos espaciais. In: BRASIL, Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desafios do Programa Espaciais Brasileiro. Brasília: SAE, 2011. 276 p.

VELLASCO, Fabiany. Falhas de implementação no Plano Inova Aerodefesa. 2017. No prelo.

VELLASCO, Fabiany. O Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC) como uma infraestrutura de telecomunicações do Brasil: os desafios da comercialização da Banda Ka. 2018. No prelo.

WILLIAMSON, Oliver E. As instituições econômicas do capitalismo: firmas, mercados e relações contratuais. São Paulo: Prezco Editora, 2012.

WINTER, S. "An Essay on the Theory of Production" in S. H. Hymans (ed.), Economics and the World Around It, Ann Arbor, Mich., University of Michigan Press, 1982.

YIN, Robert K. Estudo de caso – planejamento e métodos, 2ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2001.