MAURO CATHARINO VIEIRA DA LUZ

**POLÍTICAS E PROGRAMAS PARA O SETOR AEROESPACIAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE COMPARADA COM O CANADÁ**

**São Paulo
2010**

MAURO CATHARINO VIEIRA DA LUZ

**POLÍTICAS E PROGRAMAS PARA O SETOR AEROESPACIAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE COMPARADA COM O CANADÁ**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia

**São Paulo
2010**

MAURO CATHARINO VIEIRA DA LUZ

**POLÍTICAS E PROGRAMAS PARA O SETOR AEROESPACIAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE COMPARADA COM O CANADÁ**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia

Área de concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Professor Titular
João Amato Neto

**São Paulo
2010**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, de maio de 2010.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Luz, Mauro Catharino Vieira da

**Políticas e programas para o setor aeroespacial no Brasil:
uma análise comparada com o Canadá / M.C. V da Luz. -- ed.rev.
-- São Paulo, 2010.**

409 p.

**Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Política industrial 2. Estratégia política 3. Desenvolvimento
industrial – Brasil 4. Desenvolvimento industrial – Canadá I. Uni-
versidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia de Produção II. t.**

MAURO CATHARINO VIEIRA DA LUZ

**POLÍTICAS E PROGRAMAS PARA O SETOR AEROESPACIAL NO BRASIL:
UMA ANÁLISE COMPARADA COM O CANADÁ**

Tese apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em
Engenharia

Área de concentração:
Engenharia de Produção

Orientador:
Professor Titular
João Amato Neto

**São Paulo
2010**

DEDICATÓRIA

À Sophia Startari Vieira da Luz;
à mamãe da Sophia, Silmara Startari; e
aos seus avôs, Alírio e Arlindo, e suas avós, Marisa e Irene;

AGRADECIMENTOS

Ao Professor João Amato Neto, os meus agradecimentos pela segurança, leveza e tranquilidade em conduzir essa jornada e também, pelas oportunidades dos desafios compartilhados;

Aos professores do Departamento de Engenharia de produção, agradeço pela experiência de um convívio rico, em especial, aos professores Afonso Fleury e Guilherme Ary Plonski;

À professora Desirée Zoain, do programa de Política Científica e Tecnológica, também agradeço as oportunidades dos desafios compartilhados e mais, a confiança deposita;

A Dirceu Yoshikazu Teruya, agradeço a amizade (e a disposição para as revisões); à Devanildo Damião, sou grato pelas lições de vida; e ao Professor Carlos Alberto Graça, devo a amizade e as lições de vida.

Agradeço aos colegas do programa Cristiane Chaves Gattaz Bueno, Roberto Vasconcellos e Luis Antônio Gargione por serem parte das experiências mais importantes vivenciadas no programa;

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), mais especificamente, Jorge Lameiras e Lia de Medeiros, agradeço a oportunidade para execução do trabalho; e por tudo funcionar (o tempo todo) meus agradecimentos a Lídia Nogueira, Priscila Oliveira e Vivan Pontes.

“A habilidade é de pouca importância sem a oportunidade.”
Napoleão Bonaparte

“Digo: o real não está na saída nem na chegada:
ele se dispõe para a gente é no meio da travessia”
Guimarães Rosa

RESUMO

A estratégia da política pública de longo prazo para o setor aeroespacial compreende, historicamente, uma variável fundamental para organização e desenvolvimento dessas atividades em todos países que contam com esses segmentos industriais, inclusive o Brasil. A partir de meados dos anos 2000, a retomada das políticas industriais setoriais, como diretriz para o desenvolvimento econômico no Brasil, marcou um novo cenário em relação aos anos 90, com a implementação de estratégias baseadas nas características e nos desafios para as atividades. Essas novas diretrizes envolveram também o setor aeroespacial.

O tema do presente trabalho é a estratégia para o Setor Aeroespacial Brasileiro, entendida como a apreciação das escolhas e objetivos da política industrial. O problema de pesquisa, por sua vez, consiste na análise comparada da estratégia brasileira e na formulação de considerações para uma avaliação abrangente da política, tendo como referência a experiência canadense. O objetivo do estudo é comparar a concepção estratégica para o setor aeroespacial estabelecido no Brasil pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008 em relação *National Aerospace and Defence Framework* (NADF), que foi instituída no Canadá, em 2005. A justificativa para escolha da referência canadense é fundada nas semelhanças em relação orientação da produção e características configuração setorial.

Nesse contexto o estudo descreve a evolução e apresenta as especificidades do sistema de produção aeroespacial do Brasil e do Canadá; analisa as diretrizes políticas e estratégias para o setor, empreendidas pelos países, tendo como referência os objetivos de política setorial; e compara os programas e ações para o setor, desenvolvidos no contexto da PDP (Brasil) e da NADF (Canadá).

Entre as constatações derivadas da análise podemos destacar as diferenças no conceito de autonomia associados à políticas empreendidas no Brasil e no Canadá; a participação das médias empresas e das subsidiárias estrangeiras no tecido produtivo; e a configuração da infraestrutura e serviços de apoio entre os países. Particularmente, em relação às políticas, há diferenças importantes em relação aos objetivos; requisitos e forma de seletividade das ações; e articulação dos instrumentos para consecução dos objetivos.

Entre as considerações críticas para avaliação da política no Brasil, formuladas com base experiência canadense, destacam-se a ausência de um projeto integrado para o setor aeroespacial e definição de metas em relação às variáveis básicas de performance da atividade industrial; o foco excessivo nos produtos e a pouca ênfase nos processos de construção de competências para inserção nas cadeias internacionais de valor; e a visão limitada dos elementos institucionais necessários para viabilizar a produção aeroespacial no longo prazo.

Palavras-chave: Setor Aeroespacial. Política Industrial. Estratégia de Desenvolvimento Industrial. Brasil e Canadá.

ABSTRACT

The strategy of long-term public policy for the aerospace sector comprises Historically, a key variable for organization and development of these activities in all countries that have these industry segments, including Brazil. From the mid 2000s, the resumption of sectoral industrial policies, as a guideline for economic development in Brazil, marked a new scenario for the years 1990, with the implementation of strategies based on the characteristics and challenges for the activities. These new guidelines also involved the aerospace sector.

The theme of this work is the strategy for the Brazilian Aerospace, understood as the appreciation of the choices and goals of industrial policy. The research problem, in turn, is the comparative analysis of Brazil's strategy and the design considerations for a comprehensive policy, with reference to the Canadian experience. The objective is to compare the strategic design for the aerospace sector in Brazil established by the Production Development Policy (PDP) in 2008 for the National Aerospace and Defence Framework (NADF), which was established in Canada in 2005. The rationale for choosing the Canadian reference is based on similarities between production orientation and configuration features sector.

In this context, the study describes the evolution and presents the system specifications in the aerospace in Brazil and Canada, examines the policy guidelines and strategies for the sector, undertaken by countries with reference to the objectives of sector policy, and compares the programs and actions for the sector, developed in the context of the PDP (Brazil) and NADF (Canada).

Among the findings derived from the analysis can highlight the differences in the concept of autonomy associated with the policies undertaken in Brazil and Canada, and the participation of medium-sized enterprises and foreign subsidiaries in the productive fabric, and configuration of infrastructure and support services between countries. Particularly in relation to policies, there are important differences in relation to the objectives; requirements and form of selective measures, and articulation of the instruments for achieving the goals.

Among the critical considerations for policy evaluation in Brazil, formulated based on Canadian experience, we highlight the lack of an integrated project for the aerospace and setting targets in relation to the basic variables of performance of industrial activity, the excessive focus on products and little emphasis on the processes of building skills for insertion in international value chains, and the limited vision of institutional elements needed to make production viable in the long term aerospace.

Keywords: Aerospace industry. Industrial Policy. Industrial Development Strategy. Brazil and Canada

LISTA DE ABREVIATURAS

ADTF	Aerospace and Defence Technology Framework (Canadá)
AEB	Agência Espacial Brasileira
AIAC	Aerospace Industries Association of Canada
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAMaQ	Comité sectoriel de main-d'œuvre En Aérospatiale 'au québec
CBERS	China-Brasil Earth Resources Satellite
CDDP	Departamento de Produção para Defesa Canadense
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais
CRIAQ	Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Quebec
CSA	Canadian Space Agency
CTA	Centro Técnico Aeroespacial (atual, DCTA)
CTA	Comando Técnico Aeroespacial (atual, DCTA)
DDSA	Defence Development Sharing Agreement
DIPP	Defence Industry Productivity Program (Canadá)
DND	Department of National Defence (Depto. Defesa Canadá)
DoD	Department of Defense (Dept. de Defesa dos Estados Unidos)
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (antigo CTA)
DPSA	Defence Productong Shering Agreemen
DRDC	Defence Research & Development Canada
EDC	Export Development Canada (Canadá)
ESA	European Space Agency
FNDCT	Fundo Nacional de Amparo à Tecnologia
G7	Grupo de sete países mais industrializados
GATS	General Agreement on Trade in Services
GPS	Sistema de Posicionamento Global
HRSDC	Human Resources and Skills Development Canada
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IEAv	Instituto de Estudos Avançados
IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial
IP&D	Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento
IRAP	Industrial Research Assistance Program (Canadá)

IRB	Industrial Regional Benefit (política - Canadá)
ITAR	International Traffic in Arms Regulations
ITO	Technologies Office (Canadá)
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MD	Ministério da Defesa
MRO	Maintenance, Repair and Overhaul
NADF	National Aerospace and Defence Framework (Canadá)
NAFTA	Tratado Norte-Americano de Livre Comércio
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NATO	Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN)
NRC	National Research Council (Canadá)
NRC-IAR	NRC Institute for Aerospace Research
NRC-IRAP	Industrial Research Assistance Program
NSERC	Natural Sciences and Engineering Research Council (Canadá)
NSERC	Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento econômico
OEM	Original Equipment Manufacturer
Offset	Acordo de Compensação
OMC	Organização Mundial do Comércio
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PITC	Política Industrial, Tecnológica e de Comercio Exterior
PNDAE	Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
PPP	Paridade de Poder de Compra
RCFA	Real Canadian Force Aérea
SADI	Strategic Aerospace and Defence Initiative (Canadá)
SIPRI	Stockholm International Peace Research Institute
SR&ED	Canada's Scientific Research and Experimental Development
SRMS	Shuttle Remote Manipulator System
SSHRC	Social Sciences and Humanities Research Council (Canadá)
TPC	Partnership Program Canada

Tabelas

Tabela 1 – Indústria aeroespacial no Brasil e no Canadá	27
Tabela 2 – Maiores empresas do setor aeroespacial em 2002	52
Tabela 3 - Setor Aeroespacial: produção e emprego entre o G7	55
Tabela 4 – Canadá: tamanho dos estabelecimentos do setor em 2008.....	128
Tabela 5 – Canadá: mão de obra por tipo de empresa em 2001	143
Tabela 6 – Canadá: mão de obra por tipo de atividade em 2001	144
Tabela 7 – Canadá: evolução das receitas, por produto de 1998 a 2008	147
Tabela 8 – Canadá: evolução das receitas por mercado de 1998 a 2008	148
Tabela 9 – Canadá: evolução do valor adicionado (1998-2007)	151
Tabela 10 – Canadá: custos de produção e incentivos para P&D em 2006 ..	154
Tabela 11 – Canadá: P&D do setor aeroespacial de 1992 a 2009.....	157
Tabela 12 – Canadá: atividade inovativa do setor de 1997 a 2004.....	159
Tabela 13 - Canadá: projeto do Technology Partnership Canadá.....	169
Tabela 14 – Canadá: investimentos no setor aeronáutico para defesa.....	182
Tabela 15 – Canadá: financiamentos concedidos pelo do SADI	198
Tabela 16 – Brasil: participação d de S.Paulo no setor aeroespacial.....	239
Tabela 17 – Brasil: tamanho dos estabelecimentos do setor aeroespacial....	240
Tabela 18 – Brasil: nível de escolaridade no setor aeroespacial em 2005.....	251
Tabela 19 – Brasil: composição das receitas para entre 2004 e 2008	253
Tabela 20 – Brasil: regiões e destinos das exportações em 2006	254
Tabela 21 – Brasil: evolução do valor adicionado	258
Tabela 22 – Brasil: evolução do valor adicionado	259
Tabela 23 – Brasil: atividade inovativa entre 2001 e 2005	260
Tabela 24 – Brasil: atividades do programa espacial entre 2007 e 2010	286
Tabela 25 – Brasil: recursos do fundo setoriais de 2002 até 2009.....	297
Tabela 26 – Brasil: projetos financiados pelos fundos setoriais	298
Tabela 27 – Brasil: executores e áreas dos projetos dos fundos setoriais.....	299

Quadros

Quadro 1 – Indústria aeroespacial: classificação das atividades industriais	39
Quadro 2 – Política Industrial: abordagens básicas	70
Quadro 3 – Competências: natureza e hierarquia.....	77
Quadro 4 – Aprendizagem: formas e campos.....	78
Quadro 5 – Competências: escopo das variáveis para análise setorial	80
Quadro 6 - Cadeias Globais de Valor: upgrading industrial	83
Quadro 7 – Escopo da Política Industrial	85
Quadro 8 – Constructo analítico.....	93
Quadro 9 – Síntese das especificações metodológicas para o trabalho	96
Quadro 10 – Fontes básicas de dados para a pesquisa	98
Quadro 11 - Evolução das políticas para o setor aeroespacial no Canadá....	116
Quadro 12 - Canadá: empresas da indústria aeronáutica (em 2009).....	120
Quadro 13 - Canadá: empresas da indústria espacial (em 2009)	121
Quadro 14 - Canadá: empresas da indústria da defesa (em 2009).....	122
Quadro 15 - Patentes no Canadá do setor aeroespacial (em 2009)	123
Quadro 16 – Canadá: maiores empresas do setor aeroespacial (em 2008) ..	130
Quadro 17 – Canadá: infraestrutura e serviços de apoio	133
Quadro 18 – Canadá: instituições e acordos do setor aeroespacial	141
Quadro 19 – Canadá: formação em engenharia aeroespacial (em 2009).....	145
Quadro 20 – Canadá: prioridades tecnológicas	171
Quadro 21 – Canadá: Diretrizes para o setor aeroespacial do NADF.....	176
Quadro 22 – Canadá: diretrizes para os recursos humanos	180
Quadro 23 – Canadá: política para o setor espacial	185
Quadro 24 – Canadá: estrutura do programa SADI	197
Quadro 25 – Canadá: objetivos e expectativas do programa IRB.....	200
Quadro 26 - NCR Aerospace: programas, projetos e serviços (em 2009) ...	202
Quadro 27 - NCR Aerospace: desafios e objetivos para 2006-2010.....	203
Quadro 28 - Evolução das políticas para o setor aeroespacial no Brasil	231
Quadro 29 - Brasil: empresas no setor aeroespacial (em 2010)	234
Quadro 30 - Brasil: grupos de pesquisa no setor aeroespacial (em 2004).....	235
Quadro 31 - Brasil: grupos de pesquisa no setor aeroespacial (em 2004).....	236
Quadro 32 – Brasil: maiores empresas do setor aeroespacial (em 2009).....	245
Quadro 33 – Brasil: infraestrutura e serviços de apoio.....	248
Quadro 34 – Brasil: cursos em engenharia aeronáutica (em 2005)	252
Quadro 35 – PDP para a indústria aeronáutica.....	274
Quadro 36 – Indústria aeronáutica: agenda tecnológica	276
Quadro 37 – PDP para a indústria defesa.....	280
Quadro 38 – Defesa do Brasil: áreas e tecnologias de interesse.....	282
Quadro 39 – Projetos Militares financiados pela FINEP	306
Quadro 40 – Brasil: financiamento para o setor aeronáutico (em 2010)	309
Quadro 41 – Brasil: aeronaves financiadas pelo BNDES (em 2009)	312
Quadro 42 – Brasil: Programa de aparelhamento das Força Área.....	319
Quadro 43 – Brasil e Canadá: análise da evolução do setor aeroespacial	335
Quadro 44 – Brasil e Canadá: análise da base produtiva	339
Quadro 45 – Brasil e Canadá: análise comparada da performance.....	342
Quadro 46 – Brasil e Canadá: análise comparada das políticas.....	352
Quadro 47 – Brasil e Canadá: análise comparada dos programas	354
Quadro 48 - Indústria da Defesa no Brasil: marco regulatório.....	402

Ilustrações

Ilustração 1 - Setor aeroespacial: segmentos industriais	36
Ilustração 2 - Produtos complexos: características básicas	42
Ilustração 3 – Produção aeroespacial: organização da produção	43
Ilustração 4 - Indústria aeroespacial: organização da produção	45
Ilustração 5 - Produtos complexos: características básicas	48
Ilustração 6 - Indústria aeroespacial: evolução dos segmentos industriais	51
Ilustração 7 – Escopo da Política industrial	73
Ilustração 8 – Canadá estrutura da política para o setor aeroespacial.....	194
Ilustração 9 – Brasil: estrutura das ações junto ao setor aeroespacial.....	294

Gráficos

Gráfico 1 – participação dos países desenvolvidos no comércio I	57
Gráfico 2 - Mercados internacionais: participação das receitas em 2002	58
Gráfico 3 – Indústria aeroespacial: importância relativa dos produtos	58
Gráfico 4 – Canadá: número de estabelecimentos do setor aeroespacial	125
Gráfico 5 – Canadá: total de empregos no setor aeroespacial (1984-2008) ..	142
Gráfico 6 – Canadá: evolução das receitas totais do setor aeroespacial	149
Gráfico 7 – Canadá: evolução do valor adicionado por trabalhador	151
Gráfico 8 – Canadá: crescimento do valor adicionado por trabalhador	152
Gráfico 9 – Canadá: participação do valor adicionado na produção	153
Gráfico 10 – Canadá: custo comparado do setor aeroespacial em 2001	155
Gráfico 11 – Canadá: investimentos na área de defesa (2009-2019)	181
Gráfico 12 – Canadá: estabelecimentos do setor aeroespacial *	238
Gráfico 13 – Brasil: empresas líderes do setor aeroespacial em 2005	241
Gráfico 14 – Brasil: total de empregos no setor	250
Gráfico 15 – Brasil: evolução das receitas totais e das exportações I.....	256
Gráfico 16 – Brasil: participação do BNDES no financiamento	311

Sumário

INTRODUÇÃO	16
1 REVISÃO DA LITERATURA.....	32
1.1 O SETOR AEROESPACIAL	32
1.1.1 Os segmentos industriais	32
1.1.2 Os setores de atividades	36
1.1.3 Organização da produção	40
1.1.4 A evolução do setor aeroespacial.....	48
1.1.5 O mercado aeroespacial.....	51
1.2 POLÍTICA INDUSTRIAL.....	59
1.2.1 Abordagens para a Política Industrial	59
1.2.2 Os instrumentos da Política Industrial.....	70
1.2.3 Formação de competências	75
1.2.4 Expansão no mercado externo.....	81
1.3 CONSTRUCTO ANALÍTICO	86
1.3.1 Considerações gerais	86
1.3.2 Variáveis para análise.....	90
2 MÉTODO	94
2.1 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS GERAIS.....	94
2.2 ASPECTOS TÉCNICOS	97
2.2.1 O objeto da análise comparativa.....	97
2.2.2 Materiais e métodos.....	98
3 O SETOR AEROESPACIAL NO CANADÁ	99
3.1 EVOLUÇÃO DO SETOR AEROESPACIAL	99
3.1.1 Histórico.....	99
3.1.2 Considerações sobre a evolução do setor no Canadá.....	113
3.2 CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO	117
3.2.1 Competências	117
3.2.2 Condições gerais de oferta	124
3.2.3 Performance do sistema de produção	146
3.2.4 Considerações sobre o sistema de produção.....	160
3.3 POLÍTICAS PARA O SETOR AEROESPACIAL	165
3.3.1 Antecedentes.....	165
3.3.2 Diretrizes o setor aeroespacial.....	169
3.3.3 Programas para o setor aeroespacial	185
3.3.4 Considerações sobre as políticas para o setor aeroespacial no Canadá.....	204

4	O SETOR AEROESPACIAL NO BRASIL	211
4.1	EVOLUÇÃO DO SETOR AEROESPACIAL	211
4.1.1	<i>Histórico</i>	<i>211</i>
4.1.2	<i>Considerações sobre a evolução do setor</i>	<i>229</i>
4.2	CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO	232
4.2.1	<i>Competências</i>	<i>232</i>
4.2.2	<i>Condições gerais de oferta</i>	<i>237</i>
4.2.3	<i>Performance do Sistema de produção</i>	<i>253</i>
4.2.4	<i>Condições sobre o sistema de produção.....</i>	<i>260</i>
4.3	POLÍTICAS PARA O SETOR AEROESPACIAL NO BRASIL	266
4.3.1	<i>Antecedentes</i>	<i>266</i>
4.3.2	<i>Diretrizes para setor aeroespacial</i>	<i>268</i>
4.3.3	<i>Programas para o setor aeroespacial</i>	<i>287</i>
4.3.4	<i>Considerações sobre as políticas para o setor aeroespacial no Brasil.....</i>	<i>320</i>
5	COMPARAÇÃO ENTRE O BRASIL E O CANADÁ	329
5.1	EVOLUÇÃO DO SETOR AEROESPACIAL	329
5.2	CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO	336
5.2.1	<i>Base Produtiva</i>	<i>336</i>
5.2.2	<i>Performance</i>	<i>340</i>
5.3	POLÍTICAS PARA O SETOR AEROESPACIAL	343
5.3.1	<i>Considerações iniciais.....</i>	<i>343</i>
5.3.2	<i>Objetivos das políticas para o setor aeroespacial.....</i>	<i>345</i>
5.3.3	<i>Requisitos das políticas para o setor aeroespacial</i>	<i>347</i>
5.3.4	<i>A seletividade das políticas para o setor aeroespacial.....</i>	<i>349</i>
5.3.5	<i>Instrumentos das políticas para o setor aeroespacial</i>	<i>350</i>
5.3.6	<i>Os programas para o setor aeroespacial</i>	<i>352</i>
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	355
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	360
	APÊNDICE A – INSTITUIÇÕES CANADENSES.....	375
	APÊNDICE A – INSTITUIÇÕES DA DEFESA E DO SETOR ESPACIAL NO BRASIL	400
	APÊNDICE C – CONVERSÃO DE MOEDAS	409

Introdução

Apresentação

O setor aeroespacial é definido pelas aplicações de engenharia relacionadas ao desenvolvimento e produção de aeronaves, espaçonaves, plataformas espaciais e aplicações militares. Inclui também peças, partes, componentes, subsistemas e serviços associados a esses equipamentos.

Os segmentos industriais que compõem esse setor são: a) indústria aeronáutica, voltada para produção de aviões e helicópteros; b) indústria espacial, que agrega a produção de plataformas espaciais, espaçonaves e serviços; e c) a indústria da defesa, que abrange aplicações específicas, como o segmento de mísseis e aviões de combate, entre outras aplicações aeronáuticas e espaciais para a área militar.

As aplicações aeroespaciais estão na base de importantes cadeias de valor, como telecomunicações, transporte e logística. Além disso, boa parte dessas aplicações pode ser utilizada com finalidades civil e militar, chamadas, assim, tecnologias duais, como o sensoriamento e monitoramento remotos. Com isso, o setor compõe as atividades estratégicas, em razão de suas externalidades e de sua importância para segurança nacional, e é, historicamente, objeto ação de políticas públicas.

No Brasil, o setor aeroespacial pode ser considerado, desde o final dos anos 70, um dos mais importantes entre as atividades de alta intensidade tecnológica, dada a sua representatividade nas exportações e o perfil das competências sob seu domínio. A trajetória de formação dessas competências e a inserção internacional do Setor Aeroespacial Brasileiro são reconhecidas na literatura como referências de destaque.

No segmento aeronáutico, a Empresa Brasileira Aeronáutica SA (Embraer) consolidou-se, em meados dos anos 90, como a quarta maior integradora aeronáutica, liderando o segmento de jatos regionais. No segmento espacial, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) alcançou o domínio das tecnologias básicas de monitoramento e construção de plataformas espaciais; e na área da defesa, o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) – um centro de ensino e pesquisas militar, reúne o maior conjunto dedicado à pesquisa aeroespacial da América do Sul.

Contudo, apesar das competências e infraestrutura constituídas, a participação do setor aeroespacial brasileiro na perspectiva do mercado internacional é ainda bastante limitada, não superior à participação relativa do produto brasileiro na produção global¹. Da mesma forma, apesar da posição de destaque alcançada no contexto dos produtos de alta tecnologia produzidos no País, a participação relativa do setor no valor agregado da produção industrial também é inferior a dos países que lideram essa produção².

A literatura aponta diversos desafios para o desenvolvimento da indústria aeroespacial no Brasil, que envolvem aspectos comuns aos setores industriais de alta intensidade tecnológica³, e também questões específicas relacionadas à configuração dessa indústria no País. Entre os desafios específicos destacam-se as pequenas escalas de produção do mercado interno; a estrutura patrimonial das empresas constituídas; o padrão de relacionamento; e a infraestrutura e capacidade de investimento requerido pelo setor.

¹ De acordo com dados elaborados pelo Banco Mundial (PPP) no ano 2005 a participação do Brasil no Produto Mundial foi de 2,9%, segundo o conceito de Paridade de Poder de Compra (WORLD BANK, 2005).

² A participação média do setor aeroespacial no valor adicionado dos países que compõem o G7 foi 2,4%, considerando os valores em PPP para o ano de 2002 (OECD, 2007). No Brasil, em 2002, a participação da indústria aeronáutica no valor da transformação industrial foi de 0,7% (IBGE, 2008).

³ Entre os desafios para a expansão dos setores de alta tecnologia estão: o desenvolvimento da capacitação inovativa para competitividade; o aumento da intensidade tecnológica dos produtos e processos; e a formulação de padrões de relacionamento que promovam a aprendizagem, por exemplo.

Tema de pesquisa

A organização do setor aeroespacial no Brasil é resultado, em grande medida, de ações orientadas por uma política de longo prazo para o desenvolvimento do chamado poderio aéreo, no qual o Estado desempenhou um papel essencial – tal como na maioria dos países que contam com esse segmento industrial. Nesse sentido, os objetivos perseguidos pela política pública, entre 1970 e o final dos anos 80, foram fundamentais para a organização da produção e definição do perfil das competências que formam a base do setor aeroespacial no País.

Nos anos 90, porém, o foco da política para o setor aeroespacial no Brasil passou a privilegiar a orientação ao mercado como parte de um processo mais abrangente de estratégia de desenvolvimento, que resultou no abandono do chamado modelo de substituição de importações. Com isso, o princípio do poderio aéreo, que orientou a ação da política pública e levou o Estado a liderar o desenvolvimento dessa indústria no País, deu lugar a uma política geral, fundamentada na articulação internacional, com base em diretrizes estabelecidas pelo mercado. Nesse contexto ocorreram as reformas que constituíram o marco institucional, atualmente em vigor para o setor aeroespacial.

Entre o final dos anos 80 e início dos anos 2000 o desenvolvimento da indústria aeroespacial no Brasil não foi orientado por uma política específica, ainda que nos anos 90 tenham sido empreendidas ações importantes associadas à ideia de orientação ao mercado. Dentre essas se destacam o financiamento às exportações, que garantiu as condições necessárias para a Embraer consolidar seu posicionamento no mercado internacional; os Fundos Setoriais, Aeronáutico e Espacial, que estruturam recursos para o desenvolvimento de vantagens competitivas de base tecnológica pelas empresas; e a obrigatoriedade dos acordos de compensação, *offsets*, no setor aeroespacial.

A partir de 2004, a retomada da política industrial setorial, como princípio para as ações das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico, constituiu um novo cenário em relação aos anos 90, ao criar a possibilidade de elaboração de políticas específicas destinadas ao setor aeroespacial. O foco para a formulação dessas políticas, no entanto, passou a ser o desenvolvimento de vantagens competitivas internacionais, princípio que havia se consolidado como orientação básica para as políticas de desenvolvimento econômico do País no final dos anos 90.

Assim, dois contextos referentes ao setor aeroespacial podem ser observados com a retomada das políticas industriais setoriais nos anos 2000: o primeiro, representado pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), vigorou entre 2004 e 2008, e sua prioridade era o adensamento da cadeia produtiva⁴; e o segundo, estabelecido pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), substituiu a PITCE em 2008, com foco no aumento do valor do produto industrial do setor.

Com isso, o tema central deste trabalho situa-se na concepção estratégica para o setor aeroespacial brasileiro, definida pela PDP, que consiste na política atualmente em vigor. Por concepção estratégica entende-se a apreciação, *a priori*, das escolhas e objetivos para o setor; no caso, o aumento do valor da produção industrial do setor aeroespacial pela expansão e diversificação do produto no contexto das cadeias de valor internacionais, como foi mencionado.

⁴ O adensamento da cadeia produtiva para o setor aeronáutico é representado pela constituição de elos da cadeia de valor importantes para competitividade, ou, ainda, a recomposição de elos desorganizados no contexto competitivo dos anos 90.

Cabe destacar que as políticas industriais setoriais pressupõem uma estratégia que confere racionalidade às decisões de planejamento com as quais se estrutura um plano de ações e se persegue os objetivos. Em outras palavras, com a retomada do esforço de coordenação *ex-ante* entre as ações públicas e as decisões privadas, a estratégia torna-se uma questão crítica para a consecução dos objetivos (SUZIGAN; VILELLA, 1997)⁵

Problema de pesquisa

O problema de pesquisa abordado no presente trabalho é a análise comparada da estratégia brasileira para o setor aeroespacial, estabelecida pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008. O foco do estudo, por sua vez, é o conteúdo estratégico associado a essa política.

Por análise comparada entende-se a avaliação de posicionamento frente a referências internacionais, por meio das quais são identificadas diferenças e semelhanças que podem orientar a formulação de considerações críticas para a estratégia do setor aeroespacial no Brasil. Já por conteúdo estratégico entendem-se as especificidades relacionadas à concepção ou à racionalidade das ações para consecução dos objetos definidos⁶.

A literatura sugere que a elaboração de análises comparadas envolve a especificação de um objeto; a definição do caso de referência; e a seleção das variáveis, dados, e processos de tratamento das informações para elaboração de parâmetros. De posse desses elementos são constituídas as bases para a formulação de proposições, considerações, previsões e os parâmetros para avaliação (ANANDI; KODALI, 2008).

⁵ Entre 1990 e 2004 o processo decisório dos agentes era definido essencialmente, ainda que não exclusivamente, com base em parâmetros do mercado, e tinha como referência as ações gerais da política econômica orientadas pelos resultados, as referências *ex-post*. Nesse modelo, as estratégias que orientam as ações são estabelecidas individualmente pelos agentes, a partir de objetivos e metas particulares. Ou seja, não há uma estratégia comum, porque não se persegue uma coordenação *ex-ante* do processo decisório, como nas políticas industriais setoriais (SUZIGAN; VILELLA, 1997).

⁶ A estratégia, como componente do planejamento, também pode ser abordada sob a perspectiva da sua formulação – definida pelo processo que origina as concepções estratégicas. (BROWN; SQUIRE; BLACKMON, 2007).

Já a análise do conteúdo estratégico como componente do planejamento envolve, tradicionalmente: o posicionamento no ambiente; o posicionamento nos segmentos de mercados; e a definição de prioridades competitivas e competências requeridas para a consecução dos objetivos (BROWN; SQUIRE; BLACKMON, 2007).

Logo, o desafio desta pesquisa consiste justamente na construção de referências relevantes que possibilitem a avaliação comparada da estratégia para o setor aeroespacial no Brasil, incluindo a seleção de variáveis e dados para análise, em razão das especificidades desse setor e das dificuldades metodológicas vinculadas aos estudos dessa natureza.

Entre os desafios para as análises comparativas internacionais destacam-se: a) as estratégias industriais, que são associadas a processos sistêmicos e dependem de competências constituídas e configurações setoriais; e b) dos aspectos estruturais dos países (PAVITT, 2003). Com isso, a heterogeneidade das competências, das estruturas e setoriais, e das estruturas nacionais confere complexidade e limites às comparações.

Quanto aos desafios específicos, dados pelas peculiaridades do setor, pode-se mencionar o pequeno número de referências para as comparações, haja vista que os Estados Unidos e a Europa, em conjunto, representam cerca de $\frac{3}{4}$ do valor da produção aeroespacial⁷. Também são importantes produtores o Canadá e o Japão, entre os países desenvolvidos, e a Rússia e China, entre os países em desenvolvimento.

⁷ Mais especificamente, o grupo dos 7 países mais ricos - G7 – formado pelos EUA, Japão, França, Reino Unido, Itália, Alemanha e Canadá – concentrava 95% do valor da produção aeroespacial em 2002 (OCDE, 2007) e 80% das exportações em 2007 (UN, 2009).

Outros aspectos específicos relevantes são: a) o tamanho do mercado interno para os produtos aeroespaciais⁸, em razão da necessidade de mobilização de grandes volumes de investimentos para organização da produção; e b) orçamento para defesa, uma vez que o gasto militar é historicamente importante para o desenvolvimento de competências no setor, especialmente para os projetos que envolvem civis e militares⁹.

Questões de pesquisa

Por considerar como problema de pesquisa a análise comparada do conteúdo estratégico da política brasileira para o setor aeroespacial, definida pela PDP em 2008, a questão proposta para este trabalho consiste na identificação das semelhanças e diferenças referentes à política empreendida pelo Canadá. Ou seja:

- ❑ quais são as especificidades da concepção estratégica para a expansão e diversificação da produção aeroespacial no contexto das cadeias internacionais de valor empreendidas atualmente no Brasil em relação ao Canadá?

A partir da questão de pesquisa proposta, três questões derivadas, relacionadas às diferenças e semelhanças entre as políticas para o setor aeroespacial do Canadá e Brasil podem ser formuladas, quais sejam:

- ❑ quais são as variáveis consideradas na elaboração das estratégias para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá?
- ❑ quais são os objetivos da política e como as ações para consecução desses objetivos são estruturados no Brasil e no Canadá?
- ❑ quais são os pressupostos das estratégias da política para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá?

⁸ O mercado interno do G7 também é muito importante para o setor aeroespacial internacional, pois representava cerca 50% do valor das importações em 2007 (UN; 2009); e a participação média dos orçamentos públicos desses países era responsável por 35% das receitas do setor (AIA; 2006).

⁹ Entre os países do G7 os maiores orçamentos para defesa, apurados de 2000 e 2005, eram dos Estados Unidos (5,3%); Reino Unido (2,7%); França (2,5%) e Alemanha (1,4%), países que também contam com os mais robustos setores aeroespaciais. A menor participação relativa foi registrada no Japão (1%) que, no entanto, contava com a 5ª maior despesa militar em termos absolutos em 2006 (US\$ 43,7 bi), dada a magnitude de sua economia (UN; 2008 e SIPRI; 2009).

Objetivo do trabalho

O objetivo geral do trabalho é comparar a estratégia para o setor aeroespacial estabelecida no Brasil pela Política do Desenvolvimento Produtivo (PDP), em 2008, à *National Aerospace and Defence Framework* (NADF), instituída no Canadá em 2005. Com isso, pretende-se formular considerações referentes à política para o setor aeroespacial no Brasil, com base nas semelhanças e diferenças da política canadense.

Para tanto, são estipulados como objetivos específicos para a pesquisa:

- ❑ identificar as variáveis representativas e a reunião de dados e informações necessárias para comparação das estratégias empreendidas pelo Brasil e pelo Canadá;
- ❑ estruturar as variáveis de forma a comparar as diferenças e semelhanças das ações e dos objetivos das políticas do Brasil e do Canadá para o setor;
- ❑ formular proposições específicas em relação à política aeroespacial no Brasil a partir da referência canadense, no sentido de compor uma avaliação abrangente do papel da política industrial para o setor.

Justificativas

Análise comparativa como abordagem da pesquisa

A proposta da abordagem comparativa para análise da concepção estratégia do setor aeroespacial brasileiro, com base na experiência canadense, fundamenta-se nos seguintes argumentos: a) diretrizes para o desenvolvimento industrial no Brasil desde os anos 90; b) natureza da política para o setor aeroespacial no Brasil, instituída pela PDP em 2008; e c) trajetória recente da literatura para o setor aeroespacial brasileiro.

As diretrizes para o desenvolvimento industrial no Brasil, desde os anos 90, focalizam as questões da competitividade e a inserção nas cadeias internacionais de valor como elementos críticos para o desenvolvimento da produção industrial a partir do final dos anos 80. No caso do setor aeroespacial, esse paradigma foi expresso pela mudança de enfoque na estratégia de domínio das tecnologias críticas, a fim de obter autonomia no desenvolvimento de projetos aeroespaciais e consequente expansão e diversificação da produção nas cadeias globais de valor.

A política para o setor aeroespacial no Brasil, instituída pela PDP, pode ser associada a uma estratégia específica para o desenvolvimento das atividades no País. Por isso, a avaliação sistemática e abrangente do conteúdo estratégico, que incorpora referências internacionais, parece importante para a consecução dos objetivos, em razão do próprio dinamismo das condições gerais do ambiente em que se insere a produção aeroespacial.

As pesquisas envolvendo o setor aeroespacial no Brasil já apontavam a importância de uma nova formulação estratégica no início dos anos 90, que focalizasse o desenvolvimento da base industrial (DAGNINO, 1993). Nesse contexto, os aspectos da reorganização do setor e os desafios da indústria foram objeto de uma série de análises¹⁰, mas não foram identificados, no entanto, estudos comparativos envolvendo as políticas para o setor.

¹⁰ Entre os estudos mais recentes referentes à indústria aeronáutica destacam-se os trabalhos de Bernardes (2000) e Goldenstein (2002), relativos à experiência da Embraer; de Pereira (2002) e Oliveira (2005), relacionados à rede de fornecedores dessa empresa; de Campos Filho (2004) e Miranda (2008), que abordam a indústria da defesa; de Costa Filho (2005) e Vasconcellos (2008), na área da engenharia e tecnologia espacial e suas aplicações; e o estudo das oportunidades e desafios para diversificação da produção aeronáutica no Brasil, organizado por Montoro e Migon (2009).

O Canadá como referência para análise

Os argumentos para a escolha do Canadá como referência na análise comparada da estratégia brasileira para o setor aeroespacial são, nos termos propostos; a) o porte da economia canadense e as características da sua estrutura; b) a importância relativa do setor da defesa; e c) a configuração da produção aeroespacial¹¹.

Em relação ao porte da economia, o Canadá compõe o grupo dos países mais desenvolvidos do mundo, com renda *per capita* de US\$ 35,08 mil (PPP) e 4º maior IDH em 2005 (UNDP, 2008). No entanto, o país é o menor entre as maiores economias do mundo (MCFETRIDGE, 1993), com um Produto Agregado de US\$ 1,13 tri (PPP) em 2005, correspondente a 72% do Produto Brasileiro no período (WORLD BANK, 2008)¹².

Quanto às características da estrutura econômica canadense, observa-se que 58% do valor das exportações do país, em 2005, eram de produtos manufaturados e 14,4% referentes à participação dos produtos de alta tecnologia, onde se insere o setor aeroespacial. Nesse período, no Brasil, a participação dos manufaturados e dos produtos de alta tecnologia nas exportações era próxima a do Canadá, respectivamente de 54% e 12,8% para manufaturas e produtos intensivos em tecnologia¹³.

¹¹ Cumpre observar que a opção pela experiência do Canadá como referência não representa, evidentemente, uma escolha excludente em relação às possíveis alternativas, nem tão pouco se considera que a experiência canadense seja um parâmetro *the best practices* em termos de política para o desenvolvimento desse setor. Ou seja, sugere-se apenas que o Canadá, a princípio, pode ser considerado uma referência relevante na avaliação da estratégia para o setor aeroespacial no Brasil

¹² Com isso, a dinâmica econômica do país segue, em muitos aspectos, o perfil dos sistemas econômicos de pequeno porte, em que a importância relativa do chamado setor externo tende a ser grande, dados os limites do mercado interno. O Canadá, no entanto, é o segundo maior país em extensão territorial; conta com recursos naturais diversificados, que constituíram a base da sua atividade econômica, e com a importância relativa dos setores agrícola e extrativo, que estão entre os maiores da OCDE.

¹³ A participação das exportações no total do produto, no entanto, foi expressivamente maior no Canadá (39%) do que no Brasil (17%), o que sugere um grau de internacionalização maior do seu sistema econômico (WORLD BANK, 2008 e UN, 2008)

O gasto militar total do Canadá, em termos absolutos, foi o menor entre os países do G7, situando-se em patamares próximos ao gasto efetuado pelo Brasil. No ano de 2008, por exemplo, a despesa militar daquele país foi US\$ 15,94 bilhões e do Brasil US\$ 15,47 bilhões. Em termos relativos, em 2007 a participação dessa despesa no PIB foi de 1,5% no Brasil e 1,2% no Canadá (SIPRI, 2009).

Em termos da estrutura da produção canadense, a principal característica é o foco no segmento das aplicações civis orientadas ao mercado internacional, como no caso do setor aeroespacial brasileiro, ambos tendo os EUA como o principal parceiro. Observa-se, contudo, que o volume de produção, o grau de diversificação e o valor agregado da produção canadense são expressivamente maiores que o brasileiro, ainda que a participação no mercado internacional seja relativamente pequena¹⁴.

Em 2008, o Canadá empregava, aproximadamente, 83 mil pessoas no setor aeroespacial e movimentava cerca de US\$ 22 bilhões ao ano, 3 vezes mais que o Brasil, conforme Tabela 1. Em ambos os países a demanda internacional constituía o principal segmento do mercado, e as exportações foram responsáveis por 87% das receitas do Canadá e 89% do Brasil (AIAC, 2009 e AIAB, 2009).

Em relação à composição dos segmentos industriais, a participação da indústria da defesa representava 23% da receita do setor no Canadá em 2005, 3 vezes maior do que a do Brasil; e a indústria espacial representava 2%, o que correspondia a uma participação 4 vezes maior. A indústria aeronáutica, por sua vez, respondia por aproximadamente 80% dos negócios no Canadá e 90% no Brasil, conforme Tabela 1.

¹⁴ No contexto da reorganização da produção e dos mercados, nos anos 90 Canadá e Brasil conseguiram ampliar sua participação no setor aeroespacial internacional, além de disputarem, na indústria aeronáutica, o segmento dos aviões regionais. O Canadá, no entanto, consolidou-se no período como o quarto maior setor, depois dos EUA, Reino Unido e França, ao superar a produção da Alemanha; mas ainda assim a participação canadense, no valor global da produção aeroespacial, foi relativamente pequena, da ordem de 5% (OECD, 2007).

Tabela 1 – Indústria aeroespacial no Brasil e no Canadá

	Brasil	Canadá
Estrutura econômica (2005) (1)		
PIB em PPP (em bilhões de US\$)	1,58	1,13
Exportação de produtos manufaturados (part)	54%	58%
Exportação de produtos intensivos em tecnologia (part)	12,8%	14,4%
Gastos militares (2)		
Total dos gastos militares em 2008 (em bilhões de US\$)	15,47	15,94
Gastos militares no PIB entre 2000-2005 (part métrica)	1,6	1,1
Estrutura do Setor aeroespacial* (em 2008)		
Número de empregos (em milhares)	22	83
Receita total do setor (em bilhões de US\$)	7,6	22,0
Exportações (part. receita)	89,0%	87,0%
Composição da receita do Setor aeroespacial* (3)		
Indústria aeronáutica (part receita)	90,8%	79,7%
Indústria da defesa (part receita)	8,8%	17,9%
Indústria espacial (part receita)	0,4%	2,7%

Fonte: (1) UN (2008), (2) SIPRI (2009), (3) AIAB (2009) e AIAC (2009)

O setor aeroespacial como objeto de análise

A indústria aeronáutica, a espacial, a de aplicações aeronáuticas, e as espaciais para defesa possuem características distintivas importantes quanto: a) aos modelos de organização da produção; b) aos requisitos e instituições de mercado; e c) à complexidade e ao nível de maturidade das tecnologias. Por isso, as estratégias setoriais apresentam um caráter contextual importante que, evidentemente, não pode ser desconsiderado do ponto da análise.

Em contrapartida, existem interdependências e complementaridades relevantes entre esses setores que conferem significância à abordagem agregada, em razão da natureza das competências requeridas, e, também, dado o sentido econômico da exploração das economias de escopo. Nesse sentido, a abordagem a partir do setor aeroespacial permite focalizar os aspectos mais gerais dessas atividades para a avaliação comparada da concepção estratégica.

Destaca-se, ainda, que de acordo com estudo realizado pela OECD (2007), as 20 maiores empresas do setor estavam presentes em todos os segmentos industriais - indústrias aeronáutica, espacial e da defesa - com exceção da empresa canadense Bombardier e da brasileira Embraer. A Bombardier, no entanto, participa o do setor ferroviário, outro setor intensivo em engenharia e tecnologia.

A indústria e a cadeia de valor como unidades de análise

O conceito de indústria é associado à organização e às condições de oferta em um mercado, incluindo os encadeamentos físicos da produção, que são representados pelos fluxos da matriz insumo-produto e têm como perspectiva o sistema econômico (BRITO, 2002). O conceito de cadeia de valor focaliza a produção como um sistema ampliado (SLACK, 1999), que envolve os aspectos relacionados à organização da produção e inclui os encadeamentos dos processos, tendo como perspectiva os produtos¹⁵.

No presente trabalho a unidade principal de análise empregada é a indústria, por representar a referência elementar para a elaboração e execução da política industrial segundo a orientação dos instrumentos de política pública. Além disso, o setor de atividade industrial também constitui a unidade de referência para a organização dos dados secundários das atividades econômicas.

O conceito de cadeia de valor é utilizado como unidade complementar de análise, por possibilitar a observação de aspectos qualitativos da produção – como a natureza das operações, estrutura de comando, controle da produção, e perfil dos relacionamentos entre as empresas (FLEURY; FLEURY, 2005). Além disso, o conceito de cadeia de valor permite a análise em diferentes níveis de abrangência, podendo ser circunscrita a um sistema econômico ou a cadeias globais de valor (GEREFFI *et al.*, 2005)

Campos conceituais

A elaboração da pesquisa, nos termos propostos, envolve a articulação dos campos conceituais relacionados à política industrial, considerações em relação aos produtos complexos, e descrição da configuração do sistema de produção aeroespacial do Brasil e do Canadá. Nesse contexto, o trabalho assume um caráter essencialmente multidisciplinar.

No campo da política industrial o foco é a identificação de variáveis para observação de políticas voltadas para o desenvolvimento setorial; no campo dos produtos complexos, além de considerações gerais em relação à organização da produção, abordam-se as formas dominantes de competição e o perfil do processo de desenvolvimento e difusão das tecnologias. Já a descrição do sistema de produção aeroespacial envolve os aspectos específicos do setor, representados pelas condições gerais de oferta; características da demanda; e aspectos institucionais e históricos.

Relevância da pesquisa

A avaliação comparada das políticas para o setor aeroespacial no Brasil, nos termos propostos, implica na seleção e ordenamento das variáveis representativas para análise a partir de diferentes campos conceituais. Nesse sentido, a articulação desses campos para consecução dos objetivos propostos representa, a princípio, uma contribuição teórica, em razão da natureza multidisciplinar do trabalho, como mencionado.

Particularmente, a proposta para análise comparada também agrega novos enfoques para discussão das estratégias para o setor aeroespacial que podem ser empregadas em outros segmentos industriais. Destaca-se que as referências na literatura quanto à avaliação, *a priori*, das concepções para estratégias da política pública são bastante limitadas.

¹⁵ Diferentemente do conceito de indústria, que observa as condições de oferta no mercado a partir do sistema econômico.

Do ponto de vista prático, a pesquisa oferece referências complementares aos estudos tradicionalmente elaborados juntos ao setor aeroespacial do Brasil, no sentido de compor uma avaliação mais abrangente da política pública para o setor. Nesse contexto, o estudo também subsidia a elaboração das estratégias para consecução dos objetivos de longo prazo junto a essas atividades.

Pressupostos

- ❑ O setor aeroespacial, representado pelas indústrias aeronáutica, espacial e da defesa, compreende uma unidade de análise significativa para avaliação das políticas públicas para essas indústrias.
- ❑ A política industrial, representada pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) de 2008, é representativa das ações da política pública para o setor aeroespacial no Brasil; e a *National Aerospace and Defence Framework* (NADF), organizada em 2005, é representativa das políticas públicas para o setor no Canadá.
- ❑ Existe uma concepção estratégica específica para o setor aeroespacial no Brasil, estabelecida pela PDP, e uma concepção estratégica específica para o setor aeroespacial do Canadá, estabelecida pela NADF.
- ❑ O objetivo das políticas públicas para o setor aeroespacial, empreendidas no Brasil e no Canadá, é expandir e diversificar a produção no contexto das cadeias internacionais de valor.
- ❑ As diferenças sociais, políticas e econômicas entre o Brasil e o Canadá limitam as análises comparativas, mas não inviabilizam a formulação de proposições em relação à política para o setor aeroespacial brasileiro.

Organização do trabalho

O presente estudo está organizado em 5 capítulos, além desta introdução e das referências bibliográficas apresentadas no final do trabalho.

O capítulo 1 é dedicado à revisão da literatura e à organização do constructo, com a especificação das variáveis utilizadas na análise comparativa. As diretrizes e decisões metodológicas e também os aspectos técnicos da pesquisa são apresentados no capítulo 2.

Os capítulos 3 e 4 abordam a evolução e a configuração do sistema de produção aeroespacial no Canadá e no Brasil, respectivamente. A descrição e a comparação das políticas em vigor para o setor aeroespacial nesses países são tratadas no capítulo 5. As considerações elaboradas a partir da pesquisa são apresentadas no Capítulo 6, no final do trabalho.

O trabalho contém ainda 3 apêndices onde são apresentadas, com mais detalhes, as instituições canadenses e as instituições do setor aeroespacial no Brasil e no Canadá. As referências para as conversões monetárias empregadas no trabalho constam do Apêndice C.

1 Revisão da literatura

Os itens seguintes são dedicados à revisão da literatura, que aborda a produção aeroespacial e a política industrial. O objetivo da revisão é situar as referências conceituais e definir os critérios para observação e comparação das políticas referentes ao setor aeroespacial do Brasil e do Canadá, nas condições gerais indicadas na Introdução. Essas referências conceituais, os critérios para análise, e também as considerações gerais sobre o setor aeroespacial constituem o constructo do trabalho, apresentado no item 1.3.

1.1 O Setor Aeroespacial

Neste item são apresentadas as características gerais do setor aeroespacial com as quais se pretende contextualizar as estratégias das políticas para esse setor empreendidas no Brasil e no Canadá. Para tanto, nos subitens seguintes são descritos os segmentos industriais e os setores de atividades que compõem o setor; o perfil da organização da produção, no contexto dos produtos complexos; e a estrutura e evolução dos mercados. As considerações gerais e as implicações dessas características para análise são apresentadas no final do capítulo, no item 1.3.

1.1.1 Os segmentos industriais

O setor aeroespacial reúne as aplicações de engenharia relacionadas ao *design* e construção de aeronaves, como estrutura e materiais; mecânica de fluídos e aerodinâmica; engenharia de controle, propulsão e navegação; integração de sistemas e manufatura. As aplicações empregadas em aeronaves que operam na atmosfera, como os aviões, são chamadas aeronáuticas, enquanto as que operam fora da atmosfera, como os satélites, são definidas como espaciais (GRUNTMAN, 2007).

A indústria aeronáutica e a indústria espacial, que constituem em conjunto o setor aeroespacial, reúnem uma série de subsetores responsáveis pelos componentes e subsistemas que são organizados a partir das áreas de aplicação de engenharia, além da infraestrutura e dos serviços de apoio. Parte desses produtos, subsistemas e componentes é dedicada exclusivamente à área de defesa e compõe uma indústria específica. Assim, o setor aeroespacial é formado, da perspectiva da oferta, pelas indústrias espacial, aeronáutica e de defesa, conforme Ilustração 1.

A indústria espacial é composta pelo segmento de artefatos, que se constituem nas plataformas como balões, sondas, satélites e outros. Esses artefatos são elaborados a partir da integração de uma série de subsistemas, como os de navegação e sensores; e conjuntos estruturais, como os veículos e os propulsores, responsáveis por conduzir os artefatos acima da atmosfera. A indústria também é composta pela infraestrutura de base, que é formada pelos centros de desenvolvimento, lançamento e processamento de informações.

As aplicações associadas à indústria espacial estão na base de diversas cadeias de valor, muitas das quais se constituem atividades emergentes, originalmente desenvolvidas para emprego militar. Entre essas se destacam os serviços de comunicação, como telefonia, televisão e *broadcasting*; os de navegação de precisão, como o *Global Position Service* (GPS); os de monitoramento das condições ambientais - clima, atmosfera e oceanos - e os experimentos científicos realizados em condições de microgravidade (EUROPEAN COMMISSION 2008).

A indústria aeronáutica é composta pelos segmentos de aeronaves, que agregam as atividades de montagem e integração final de sistemas fornecedores de subconjuntos estruturais e mecânicos, como fuselagem, asas, trem de pouso; e fornecedores de partes e componentes básicos e serviços industriais. Tradicionalmente, o segmento é organizado com base no perfil das aeronaves, e os principais subsetores são o de aviões e o de helicópteros.

O segmento de aviões, especificamente, é organizado de acordo com o porte dos equipamentos, e os principais subsetores são de aviões de porte grande (*widebodies aircraft*)¹⁶; médio (*narrow-body aircraft*); e pequeno (*commuters* ou *reginal jet*). O segmento é composto, ainda, pelos equipamentos destinados aos serviços aéreos não-regulares, que caracterizam a chamada aviação geral e envolvem a aviação executiva, entre outras aplicações.

Outro segmento que compõe a indústria aeronáutica é o de subsistemas e equipamentos dedicados às operações de voo. Nesse segmento operam os desenvolvedores de sistemas de navegação, que reúnem as aplicações mecânicas de engenharia aeronáutica e as aplicações eletrônicas, conhecidas como sistemas de navegação *fly-by-wire*. Esse segmento também é composto pelos desenvolvedores de instrumentos que são empregados nas operações de voo, como sistemas de comunicação, monitoramento de operações, sistema anticolisão e monitoramento das condições climáticas, entre outros.

O segmento de subsistemas e equipamentos também agrega os chamados aviônicos, que são aplicações móveis de sistemas eletroeletrônicos, conhecidas como eletrônica embarcada. Os aviônicos são responsáveis pelo compartilhamento, integração e gestão dos diversos sistemas e módulos existentes nas aeronaves, como os sistemas relacionados à navegação, instrumentos, os de informação, já mencionados, e outros equipamentos auxiliares (GUIMARÃES, 2007).

¹⁶ Os *widebodies aircrafts* transportam acima de 200 passageiros, contam com 2 fileiras de assentos, e fuselagem com diâmetro entre 5 e 6 metros. Os *narrow-body aircrafts* geralmente contam com fuselagem entre três e 4 metros, uma fileira de assentos e transportam entre 100 e 200 passageiros. Os *commuters* ou *regional jets* transportam menos de 100 passageiros (FLIGHT GLOBAL, 2009).

Também compõe a indústria aeronáutica o segmento dedicado aos sistemas de propulsão para as aeronaves e os respectivos fornecedores de componentes, partes e serviços especializados. Assim como no segmento de aeronaves, as atividades na área de propulsão são organizadas com base nas características técnicas dos sistemas, e os principais subsetores são os sistemas tradicionais de propulsão (*Propellant Rotary Engine*) e os sistemas a jato (*Turbojet* e *Turbofan*).

A indústria aeronáutica é composta, ainda, pelo conjunto dos sistemas, subsistemas e equipamentos que são responsáveis pelo apoio às operações no espaço aéreo, chamados serviços de controle de tráfego aéreo. Os sistemas básicos utilizados nessas operações são os radares e os sistemas processadores de dados, por meio dos quais são geradas as informações para as operações (GLEN McDOUGALL, 2008).

O setor de defesa, por sua vez, é composto por produtos e serviços especializados, relacionados ao atendimento das necessidades militares, cujas contratações são efetuadas pelas forças dos Estados Nacionais com base nos orçamentos de defesa. Esses produtos e serviços envolvem tanto aplicações de engenharia aeronáutica, com as quais são desenvolvidas as aeronaves militares em suas diversas modalidades, quanto aplicações espaciais, na forma de sistemas e subsistemas na área de comunicação e monitoramento (COLLOPY, 2004).

A indústria da defesa também agrega o segmento de mísseis, que é uma combinação das tecnologias aeronáuticas empregadas especialmente nos mísseis convencionais de curto e médio alcance, e das tecnologias espaciais, utilizadas, por exemplo, nos mísseis balísticos, que são de longo alcance e operam fora da atmosfera. O segmento também é composto pelos desenvolvedores de subsistema na área de eletrônica embarcada, com destaque para os sistemas de controle, navegação e monitoramento; e subsistemas, como propulsão e lançadores, entre outros.

Os segmentos industriais do setor aeroespacial estão representados na Ilustração 1.

Ilustração 1 - Setor aeroespacial: segmentos industriais

Fonte: Elaborada pelo autor

1.1.2 Os setores de atividades

As informações relacionadas aos segmentos industriais, que compõem o setor aeroespacial, apresentam um baixo nível de estruturação no que se refere à uniformidade de métodos e procedimentos para elaboração de dados. Com isso, a produção de estatísticas descritivas referentes à produção, ao consumo e à performance comparativa – especialmente em termos internacionais – é limitada pela disponibilidade e pelo nível de incertezas quanto à completude e precisão das informações disponíveis.

Parte das limitações relacionadas aos dados é derivada da própria complexidade da produção aeroespacial, que envolve uma grande diversidade de processos tradicionalmente agregados em classes específicas de atividades para efeito de produção de dados. Esse é o caso, por exemplo, da chamada eletrônica embarcada; dos equipamentos de monitoramento, controle e apoio às operações aeroespaciais; e das atividades científicas e tecnológicas desenvolvidas por instituições de pesquisas, conforme Quadro 1.

Essas restrições, no entanto, vêm sendo tratadas pelas redefinições dos limites dos setores industriais, no contexto das revisões das classificações internacionais de atividades econômicas, da *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC), dos sistemas derivados, como o *General Industrial Classification of Economic Activities* (NACE), empregado pela Comunidade Europeia, e da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) utilizada no Brasil. Essas revisões também vêm sendo acompanhadas pelos principais sistemas regionais, como o *North American Industry Classification System* (NAICS).

A *Organisation for Economic Co-Operation And Development* (OECD), por meio do International Futures Programme (IFP), e em conjunto com *The European Advisory Group on Aerospace da Commission of The European Communities*, têm sido, desde o início dos anos 2000, os principais patrocinadores dos ajustes nas classificações de atividades relacionadas ao setor aeroespacial. O objetivo básico dessas ações é a organização de informações referentes à evolução e ao desenvolvimento do setor aeroespacial, particularmente as relacionadas ao processo de internacionalização das operações e à criação de instrumentos para planejamento e avaliação das ações voltadas para o desenvolvimento da competitividade nesses segmentos (OECD, 2008).

No entanto, além das questões metodológicas relacionadas às classificações das atividades, permanecem como desafios a estruturação e agregação das informações dos segmentos industriais em países importantes para o setor aeroespacial, como China, Rússia e Índia; o tratamento dos investimentos públicos realizados no contexto militar e na área de pesquisa e desenvolvimento das tecnologias aeroespaciais; e a definição das fronteiras entre os segmentos componentes industriais, entre outros desafios.

No Quadro 1 são apresentadas as atividades do setor aeroespacial segundo o *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities* (ISIC), *North American Industry Classification System* (NAICS) e a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), utilizada no Brasil. Nesse quadro se pode observar que o setor aeroespacial agrega as atividades relacionadas aos componentes estruturais básicos, que são compostos pelas partes, pelos subconjuntos, e também pelos sistemas de propulsão e produção de mísseis. Dessa forma, as aplicações nos campo civil e na área de defesa podem ser desagregadas apenas em subclasses de produtos.

São tratadas em classes de atividades específicas as aplicações cuja base é eletroeletrônica, como os aviônicos e outros equipamentos de apoio; a produção de satélites, incluindo componentes; os serviços de manutenção não especializados; e os componentes que também são de uso compartilhado por outros setores industriais. No sistema NAICS, as atividades de pesquisa e desenvolvimento exercidas por instituições dedicadas são agregadas em uma classe específica de atividade.

Quadro 1 – Indústria aeroespacial: classificação das atividades industriais

North American Industry Classification System (NAICS) - 2007	International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC) 4.0	Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0
NAICS 33641: Aerospace Product and Parts Manufacturing	ISIC 3030: Manufacture of air and spacecraft and related Machinery	CNAE 304: Fabricação de aeronaves
<ul style="list-style-type: none"> * manufacturing complete aircraft, missiles or space vehicles; * manufacturing aerospace engines, propulsion units, auxiliary equipment or parts; (3) developing and making prototypes of aerospace * aircraft conversion (i.e., major modifications to systems); * complete aircraft or propulsion systems overhaul and rebuilding (i.e., periodic restoration of aircraft to original design specifications). 	<ul style="list-style-type: none"> * manufacture of airplanes for the transport of goods or passengers, for use by the defence forces, for sport or other purposes - manufacture of helicopters - manufacture of gliders, hang-gliders - manufacture of dirigibles and hot air balloons - manufacture of parts and accessories of the aircraft of this class: - major assemblies such as fuselages, wings, doors, control surfaces, landing gear, fuel tanks, nacelles etc. - aircrews, helicopter rotors and propelled rotor blades - motors and engines of a kind typically found on aircraft - parts of turbojets and turboprops for aircraft - manufacture of ground flying trainers - manufacture of spacecraft and launch vehicles, satellites, planetary probes, orbital stations, shuttles - manufacture of intercontinental ballistic missiles (ICBM) - manufacture of aircraft seats 	<p><i>CNAE 3041-5/00: Fabricação de aeronaves</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - fabricação e montagem de aeronaves para passageiros, esporte, etc. - fabricação e montagem de aeronaves militares - fabricação de helicópteros - fabricação de asas-delta, planadores e outras aeronaves com e sem motor - construção de veículos espaciais, satélites, sondas e balões meteorológicos e para outros <p><i>CNAE 3042-3: Fabricação de turbinas, motores e outros componentes e peças para</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - a fabricação de turbinas e motores de aviação - fabricação de peças e acessórios, inclusive elétricos, para aeronaves - fabricação de assentos para aeronaves
exclusões	exclusões	exclusões
<ul style="list-style-type: none"> * manufacturing space satellites (NAICS 33422), * repair of aircraft or aircraft engines (except overhauling, conversion, and rebuilding) (NAICS 48819) * Other Support Activities for Air Transportation; engine intake and exhaust valves, pistons, or engine filters (NAICS 33631) * manufacturing of aircraft seating (NAICS 33636) manufacturing aeronautical, navigational, and guidance systems and instruments (NAICS 33632) * manufacturing aircraft engine electrical (aeronautical electrical) equipment or aircraft lighting fixtures (NAICS 33632) * manufacturing of aircraft fluid power subassemblies (NAICS 33291) * Research and development establishments primarily engaged in aerospace R&D (except * Research and development establishments primarily engaged in aerospace R&D (except * Establishments primarily engaged in manufacturing aircraft engine intake and exhaust valves, pistons, or engine filters 	<ul style="list-style-type: none"> * manufacture of parachutes, see 1392 * manufacture of military ordinance and ammunition, see 2520 - manufacture of telecommunication equipment for satellites, see 2630 - manufacture of aircraft instrumentation and aeronautical instruments, see 2651 - manufacture of air navigation systems, see 2651 - manufacture of lighting equipment for aircraft, see 2740 - manufacture of ignition parts and other electrical parts for internal combustion engines, see 2790 - manufacture of pistons, piston rings and carburetors, see 2811 - manufacture of aircraft launching gear, aircraft carrier catapults and related equipment, see 2829 	<ul style="list-style-type: none"> - a fabricação de equipamentos e instrumentos para navegação aérea (26.51-5) - a fabricação de motores, turbinas, componentes, peças e acessórios para aeronaves - a fabricação de dispositivos de iluminação para aeronaves (27.40-6) - a reparação e manutenção de aeronaves (33.16-3)

Fonte: Elaborado a partir de CONCLA (2009)

1.1.3 Organização da produção

Os produtos aeroespaciais são típicos produtos complexos, como os sistemas ferroviários e metroviários; submarinos; plataformas de exploração marítima e embarcações de grande porte; sistemas de geração de energia e telecomunicações; parte das obras de construção civil e de bens de capital, entre outros produtos (HOBDAY, 2005).

Os produtos complexos se caracterizam por serem de alto valor agregado, em que a produção – intensiva em engenharia, realizada em pequenos lotes e com grande variabilidade – é resultado da integração de partes e componentes; subsistemas responsáveis por funcionalidades específicas; e uma estrutura, em que esses conjuntos operam de forma sistêmica para o atendimento de uma necessidade ou para consecução de um objetivo. De acordo com Hobday (1998), esses produtos compõem um gênero particular – sobretudo em relação ao conjunto de bens e serviços de massa – cuja organização da produção, assim como a dinâmica da atividade inovativa, é fortemente influenciada pelas especificidades do produto, conforme Ilustração 2.

Nos produtos complexos o produto corresponde a um projeto, que define os parâmetros para a interoperabilidade dos subsistemas e as partes que constituem uma arquitetura, conhecida como arquitetura do produto, que especifica o limite e as possibilidades associadas a esse conjunto. Destaca-se que essa arquitetura é resultado da agregação de subsistemas e partes, de campos tecnológicos distintos, com diferentes níveis de maturidade, possibilidades e também, descontinuidades. Com isso, os parâmetros do projeto expressam as características do produto e os limites técnicos para a operação do sistema, em seu conjunto.

O desenvolvimento e a produção desses conjuntos e partes requerem, por sua vez, competências diversificadas que são reunidas, tradicionalmente, por diferentes empresas, muitas das quais especializadas. Nesse contexto, a produção e o desenvolvimento são marcados pela interdependência entre os agentes, contexto em que a articulação, coordenação e gestão das competências, limitações e *tradeoffs* são elementos críticos para consecução dos objetos. Com isso, o projeto também é o instrumento a partir do qual as ações das empresas envolvidas são coordenadas, especialmente nos processos cuja natureza é colaborativa ou cooperativa (SAPOLSKY, 2005).

A questão da interdependência também se evidencia na introdução de novas aplicações, que resultam na evolução tecnológica das áreas que compõem o escopo do projeto, na medida em que esse processo depende da avaliação das implicações da inovação sobre o conjunto dos sistemas integrantes e da gestão da configuração dos parâmetros de interoperabilidade que envolve o empreendimento. Ou seja, a trajetória da atividade inovativa nos produtos complexos depende da gestão da configuração dos parâmetros do produto e é condicionada pelos limites do projeto.

Da mesma forma, os aprimoramentos que resultam da acumulação de conhecimento na forma de experiência (*learning by doing*) e implicam nos ganhos de produtividade, por meio das curvas de aprendizado, também estão sujeitos à gestão da configuração, o que evidencia a importância desse processo para apropriação dos resultados. Com isso, nos produtos complexos esses aprimoramentos derivam tanto da acumulação do conhecimento construído, a partir da solução de problemas de produção, quanto da interação com os usuários durante o ciclo de vida dos produtos, que geralmente é longo nos produtos dessa natureza. As características básicas dos produtos complexos estão exemplificados na Ilustração 2.

Ilustração 2 - Produtos complexos: características básicas

Fonte: Elaborada a partir de Hobday (1998)

Existem 3 grupos de operações básicas executadas pelas empresas envolvidas no desenvolvimento de produtos complexos, que são a manufatura de partes e componentes; o desenvolvimento de subsistemas; e a integração dos subconjuntos e partes que compõem o projeto. Tradicionalmente, essas operações formam um sistema hierárquico, definido com base na complexidade das operações, a partir do qual se organiza a estrutura de governança e são especificadas as responsabilidades dos agentes. A forma típica desse sistema hierarquizado¹⁷ é a pirâmide, conforme a Ilustração 3.

¹⁷ No caso do setor aeronáutico, Bernardes (2009) sugere que as transformações na organização da produção, com maior envolvimento dos fornecedores de sistemas nos desenvolvimento dos projetos, têm promovido uma alteração na arquitetura da cadeia do valor “passando de um formato piramidal para um padrão de relacionamentos mais desverticalizado, integrado e inter cruzado” (Bernardes, 2009, p.400)

A manufatura de partes e componentes são os elementos básicos integrantes dos subsistemas ou das estruturas que compõem o projeto, e é realizada por um grande número de empresas que formam a base da pirâmide do sistema. Entre as características dessas empresas destacam-se a capacidade de atendimento às especificações e requisitos definidos pelas empresas responsáveis pelos subsistemas, ou pela integradora dos subconjuntos e partes (LEFEBVRE; LEFEBVRE, 1997).

Os fornecedores de partes e componentes básicos são geralmente de pequeno porte, sobretudo quando dedicados exclusivamente às operações relacionadas ao projeto. No entanto, os fabricantes de componentes, que são os menores subconjuntos dos sistemas, se caracterizam, tradicionalmente, por desenvolverem operações mais complexas do que as dos fornecedores de partes que, por sua vez, são integrados, em geral, a um número maior de cadeias de valor em relação aos fornecedores de componentes.

A Ilustração 3 apresenta a organização da produção de produtos complexos.

Ilustração 3 - Produtos complexos: organização da produção

Fonte: Elaborada a partir de Davies (2004)

O desenvolvimento dos subsistemas é realizado por um pequeno número de empresas, normalmente de grande porte, que compõem o segmento intermediário da pirâmide do sistema hierárquico. Essas empresas concentram competências especializadas em seus campos tecnológicos, e são responsáveis pelo desenvolvimento das especificações necessárias ao atendimento dos requisitos dos projetos definidos pela integradora dos sistemas. Além disso, as desenvolvedoras dos subsistemas são responsáveis pela coordenação das empresas dedicadas à manufatura das partes e componentes integrados aos seus subsistemas, além dos requisitos e especificações de suas encomendas (STEINMUELLER, 2005).

A integradora do sistema, por sua vez, é responsável pela definição dos parâmetros fundamentais do projeto que define a arquitetura do produto; pela gestão da configuração ao longo do desenvolvimento do projeto; pelo controle dos seus requisitos fundamentais; pela coordenação geral do processo de trabalho; além da integração final dos subsistemas, da montagem, e dos testes finais. O integrador é uma empresa, ou consórcio de empresas, que ganhou o pedido, e é também conhecido como *prime contractor*.

Além das operações básicas mencionadas, como a manufatura de componentes e partes, o desenvolvimento de subsistemas e integração, os produtos complexos dependem muitas vezes de infraestrutura especializada, além de uma série de serviços de apoio para operação e desenvolvimento. Nesse contexto, Hobday (1998) destaca a importância das instituições, particularmente em relação à qualidade da articulação com as empresas responsáveis pelo desenvolvimento e operação dos projetos.

Na fase de desenvolvimento dos projetos destacam-se os serviços técnicos especializados de apoio, incluindo a chamada Tecnologia Industrial Básica, bem como os serviços financeiros, em razão dos elevados custos de pesquisa e desenvolvimento, e longos prazos de retorno dos investimentos associados a esses projetos. Na fase de operação, além da infraestrutura de apoio específica e equipamentos auxiliares, os serviços pós-venda representam elementos críticos, sobretudo a manutenção e o reparo.

A organização da produção da indústria aeroespacial está descrita na Ilustração 4.

Ilustração 4 - Indústria aeroespacial: organização da produção

Fonte: Lefrève (2004, p. 11)

Além das considerações gerais associadas aos produtos complexos, os projetos aeroespaciais contam com algumas características distintivas importantes para a organização da produção. Entre elas menciona-se o elevado padrão de confiabilidade quanto às funcionalidades dos conjuntos e partes, que são fundamentais para consecução dos objetivos dos projetos e também para a segurança das operações (LIVINGSTON, 2001).

O elevado padrão de confiabilidade requerido é expresso pela rigidez dos requisitos e das especificações que são garantidas com o emprego de materiais diferenciados, como os compósitos elaborados a partir do carbono; os processos sofisticados de desenvolvimento, como a engenharia simultânea; e as técnicas de manufatura avançada, de elevada precisão. Por isso, o desenvolvimento desses produtos requer recursos humanos qualificados e experientes, e, muitas vezes, especializados, além de máquinas, equipamentos e infraestrutura de apoio, incluindo serviços. Assim, a produção aeroespacial se caracteriza por ser intensiva em mão de obra qualificada e também em capital.

Nesse contexto de rigidez de requisitos e elevados níveis de confiabilidade, as atividades relacionadas à pesquisa e ao desenvolvimento são fundamentais para a viabilização dos projetos, de tal forma que os esforços inovativos, representados pela participação relativa das despesas com P&D estão, tradicionalmente, entre os maiores do setor manufatureiro; daí a produção aeroespacial ser agrupada na categoria dos produtos de alta intensidade tecnológica.

Os padrões de confiabilidade requeridos implicam, também, no desenvolvimento de uma série de processos associados às operações básicas voltadas para o controle de conformidade, por meio de normas de procedimento. Esses processos, que são extensivos ao conjunto dos agentes envolvidos nos projetos, requerem, por sua vez, padrões mínimos de desenvolvimento organizacional, como forma de garantir condições de gestão e controle dos processos. Daí a importância das normas processuais de controle de qualidade certificada, como requisito para a participação nos projetos.

Outra característica importante é a associação entre a grande variabilidade de produto e o baixo volume de produção em um contexto de grande quantidade de partes e componentes, com destaque para eletrônica e *softwares* embarcados¹⁸. Em conjunto, essas características conferem alta complexidade ao desenvolvimento e gestão das configurações do produto e elevados gastos no desenvolvimento de novos projetos¹⁹ (PRENCIPE; 2000).

¹⁸ De acordo com Hurd (2004), um avião de grande porte possui cerca de 1 milhão de partes, enquanto um automóvel possui cerca de 1 mil. Em 2006, a produção mundial de automóveis era de cerca de 70 milhões de unidades, enquanto as maiores fabricantes de aeronaves, Boeing e Airbus, produziram em conjunto cerca de 1 mil aeronaves no mesmo ano.

¹⁹ De acordo com estimativas realizadas pela *Invest Korea* (2009) eram necessários investimentos da ordem de US\$ 5 bilhões para o desenvolvimento de uma aeronave de grande porte, ou de um grande satélite; e entre US\$ 1 bilhão e US\$ 2 bilhões para investimento no desenvolvimento de uma aeronave ou satélite de médio porte.

O grande volume de partes e a variabilidade dos produtos também conferem complexidade à coordenação da cadeia de fornecedores, incluindo as operações de logística; e mais, essas operações ganharam destaque estratégico com o aumento da importância dos fornecedores no contexto da reorganização da produção, a partir do final da guerra fria nos anos 90²⁰.

Outra característica distintiva da produção aeroespacial é a forte concentração espacial da base de produção nas regiões de localização dos principais integradores, ainda que os efeitos das economias de aglomeração sobre a performance dos *clusters* aeroespaciais seja objeto de controvérsia na literatura (NIOSI; ZHEGU, 2005). Entre as regiões que concentram a produção aeroespacial se destacam São José dos Campos (SP), no Brasil; Montreal, no Canadá; Toulouse, na França; e Seattle, nos Estados Unidos.

Em relação à organização da produção existe uma clara tendência, sobretudo a partir dos anos 90, do emprego dos sistemas de modularização e da aplicação dos princípios de manufatura enxuta nos projetos (ETHIRAJ; LEVINTHAL, 2004). Esses modelos e princípios dependem, porém, de adequações às especificidades dos projetos²¹, sobretudo em razão dos pequenos lotes de produção e também por que a chamada co-habitação não se constitui um elemento crítico para a performance do sistema de produção, como, por exemplo, na indústria automobilística (HOBDA, 1998).

As características básicas dos produtos complexos estão descritas na Ilustração 5.

²⁰ Para mais detalhes ver o item 1.1.4.

²¹ Destaca-se ainda, que alguns projetos, sobretudo na área da indústria de defesa, são únicos e configuram-se como *craft production*.

Ilustração 5 – Produção aeroespacial: características básicas

Fonte: Elaborada a partir da literatura

1.1.4 A evolução do setor aeroespacial

Na história do setor aeroespacial podem ser identificados 3 contextos específicos: o período de 1910 a 1960, quando a dinâmica do setor esteve fortemente influenciada pela 1ª e 2ª Guerras Mundiais; o período de 1960 a 1990, representado pela Guerra Fria entre os Estados Unidos e a União Soviética; e o período a partir de 1990, que é posterior à desagregação da União Soviética e é conhecido como Pós- Guerra Fria.

Nos períodos da 1ª e 2ª Guerras Mundiais a prioridade da ação do Estado junto ao setor era o desenvolvimento das aplicações aeronáuticas, sobretudo durante o esforço de guerra (FRENKEN; LEYDESDORFF, 2000). Particularmente, os objetivos se concentraram no desenvolvimento da capacidade de produção e infraestrutura; na *performance* operacional das aeronaves, como a velocidade e capacidade de transporte; e nos objetivos críticos perseguidos pelos esforços de P&D (BUGOS, 2001).

Nesse contexto foram criadas as competências industriais e as tecnologias fundamentais que deram sustentação ao desenvolvimento das aplicações civis, especialmente nos transportes aéreos regulares, a partir da década 20, e, especialmente, após o final da 2ª Guerra. Assim, ainda que a revolução nos transportes aéreos tenha ocorrido a partir dos anos 70, com a introdução da propulsão a jato e o desenvolvimento dos aviões comerciais de grande porte, as bases tecnológicas e a infraestrutura que propiciaram o desenvolvimento do mercado civil foram constituídas durante o esforço de guerra (LOFTIN, 1985).

Na Guerra Fria, entre 1960 e 1990, a prioridade dos esforços de P&D deslocou-se para as aplicações espaciais, estimuladas pelo desenvolvimento de mísseis de longo alcance e pela corrida espacial entre Estados Unidos e União Soviética. Nesse contexto ocorreu a mobilização para o desenvolvimento das novas aplicações, que passaram a constituir o setor espacial. Com efeito, a corrida espacial e o esforço para desenvolvimento dos mísseis promoveram o desenvolvimento da indústria espacial e transformaram a indústria aeronáutica em parte componente do setor aeroespacial.

No contexto da corrida espacial destacaram-se os esforços para o desenvolvimento de aplicações de sistemas eletrônicos embarcados, sobretudo na área de navegação; novos materiais, como estrutura em carbono e materiais compósitos; e tecnologias para comunicação, monitoramento e integração de sistemas operacionais e de informação. Daí a corrida espacial ser considerada uma corrida tecnológica, que propiciou a difusão das aplicações em diferentes segmentos industriais e o desenvolvimento de novos mercados (KOVACIC; SCHOONER, 1999)

Com o final da Guerra Fria, a partir de 1990, uma série de mudanças na área de defesa norte-americana foi instituída, dada a redefinição de prioridades em função da configuração geopolítica derivada da desagregação da União Soviética. Entre essas mudanças estavam a redução dos orçamentos militares, a diminuição do número de projetos, e a revisão dos objetivos dos programas que promoveram a reorganização do setor (MOLAS-GALLART, 1997).

Os novos projetos para o setor aeroespacial, por sua vez, foram marcados pelo aumento da complexidade e dos custos de desenvolvimento. Além da atribuição crescente de responsabilidades e riscos aos agentes industriais, particularmente aos integradores de sistemas, em razão dos modelos de contratação dos projetos. Esses projetos também passaram a considerar as oportunidades de mercado para aplicações civis, sobretudo na indústria espacial e nas áreas de telecomunicações e tecnologias de monitoramento (MOLAS-GALLART; MCDONNELL, 2008).

Da perspectiva da produção, a reorganização do setor aeroespacial foi marcada pelo movimento de consolidação expresso pelas fusões e aquisições; pela redistribuição espacial da produção, com a internacionalização e *outsourcing* (ESPOSITO, 2004); e também pelos esforços de aplicação de novos conceitos de produção, especialmente dos princípios da produção enxuta. Nesse contexto, foram empregados novos sistemas de coordenação e redefinição das competências na cadeia de valor (CUTCHER-GERSHENFELD, 2007).

Assim, ainda que a prioridade em relação à área de defesa permaneça como elemento central no desenvolvimento das aplicações aeroespaciais, o foco dos novos projetos se deslocou para as aplicações com potencial de uso civil e militar, que caracterizam as tecnologias duais. Com isso, a partir dos anos 90 as atividades cooperativas de P&D e a organização de mercados globais, como formas de viabilizar as aplicações civis, ganharam importância relativa.

A Ilustração 6 destaca a evolução dos segmentos industriais da indústria aeroespacial.

Ilustração 6 - Indústria aeroespacial: evolução dos segmentos industriais

Fonte: Elaborada pelo autor

1.1.5 O mercado aeroespacial

Os países desenvolvidos concentram, historicamente, a produção aeroespacial e constituem os principais mercados para esses produtos, em razão do volume das operações de transportes aéreos; atividades de P&D aeroespaciais; e orçamentos para defesa. Entre esses países, os mais importantes são aqueles cuja produção foi consolidada no contexto do esforço de guerra, como os Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Inglaterra, Canadá e Itália, que formam o grupo dos 7 países mais desenvolvidos, o G7, e a Rússia.

Além desses países, também são importantes China e Índia, em razão do potencial de crescimento do transporte aéreo; das competências constituídas na área de defesa e atividades espaciais; e dos esforços no desenvolvimento de novos projetos, representados pelos orçamentos públicos destinados ao setor. Também se destaca o Brasil, particularmente no segmento de aviões comerciais de pequeno e médio porte, desenvolvidos pela EMBRAER, e no domínio de competências básicas no setor espacial.

De acordo com estimativas da OECD, realizadas em 2007, o grupo dos 7 países mais desenvolvidos (G7) foi responsável por 95% da produção aeroespacial entre os países da OECD, cujo valor total da produção foi estimado em US\$ 211 bilhões (em PPP), no ano de 2001. Conforme indica a Tabela 2, os Estados Unidos foram responsáveis por cerca de $\frac{1}{2}$ da produção, e o conjunto de países formado pela França, Alemanha e Inglaterra, por cerca de $\frac{1}{3}$. Não foram identificados dados estruturados para os demais mercados, como China, Índia e Rússia.

De acordo com levantamento realizado pela OECD, em 2000, a receita conjunta das 22 maiores empresas do setor somava US\$ 236 bilhões. Desse grupo de empresas 11 eram norte-americanas, 8 europeias e 3 estavam em outros países: a BOMBARDIER, no Canadá; a *Mitsubishi Heavy Ind*, no Japão; e a EMBRAER no Brasil. As 3 maiores empresas, em faturamento, foram a Boeing e *Lockheed Martin*, nos EUA, e o grupo EADS na Europa.

No ano 2000, a participação relativa das empresas norte-americanas no total da receita das 22 maiores empresas foi de 63%; a participação das empresas europeias somava 30%; e empresas sediadas em outros países 6%, conforme Tabela 2. As 3 maiores empresas concentravam 40% do faturamento do grupo, formado pelas 22 maiores empresas.

Tabela 2 – Maiores empresas do setor aeroespacial (em 2002)

Região	Número de empresas (entre as 22 maiores empresas)		Receita do grupo de empresas em US\$ (entre as 22 maiores empresas)	
	Total	Total (part.%)	Total	Total (part.%)
Estados Unidos	11	50,0%	149.713,00	63,4%
Europa	8	36,4%	71.526,00	30,3%
Outros países	3	13,6%	14.878,00	6,3%
Total	22	100%	236.117,00	100%

Fonte: Elaborada a partir de OECD (2007)

A importância do setor aeroespacial para as economias dos países mais desenvolvidos é pequena e bastante variada, como sugerem os dados da Tabela 3. Entre o G7, as menores participações no valor agregado da produção industrial, em PPP, foram encontradas, historicamente, no Japão, Alemanha e Itália; e as maiores nos Estados Unidos, Inglaterra, Canadá e França. A média da participação relativa entre o G7 foi de 2,4% no ano 2002.

Por outro lado, o setor aeroespacial, ainda que relativamente pequeno e concentrado em um número reduzido de países, é bastante dinâmico, especialmente nos segmentos da produção aeronáutica e aplicações aeroespaciais civis. De acordo com os dados da OECD, entre 1980 e 2000 a produção do setor registrou um crescimento médio de mais 5% ao ano, em PPP, passando de US\$ 95 bilhões para US\$ 234 bilhões. Entre 1980 e 2003, o crescimento médio da produção no mundo foi de quase 3%, segundo levantamento realizado pelo *World Bank* (MDIC, 2006).

Com isso, entre 1980 e 2000 observou-se um incremento da participação média do setor aeroespacial no valor adicionado da produção industrial do G7, de 1,74% para 2,19%, segundo os dados básicos organizados pela OECD, à exceção dos Estados Unidos, cuja importância relativa do setor caiu para 3,2% em 2000, depois de alcançar 5,2% em 1990 em razão da reestruturação do complexo militar norte-americano a partir do final da Guerra Fria. Ainda assim, os Estados Unidos permaneceram com as maiores participações relativas entre o G7, juntamente com a Inglaterra e o Canadá.

A reestruturação do complexo militar, nos anos 90, também foi acompanhada por transformações importantes na organização da produção. Essas transformações foram estimuladas pela consolidação da indústria, ocorrida principalmente nos Estados Unidos e na Europa, em resposta à redução nos orçamentos dos programas aeroespaciais. Além disso, observou-se a mudança dos objetivos dos novos projetos e dos modelos de contratação dos desenvolvedores, que atribuíram maiores responsabilidades e riscos aos *prime contractors*, como mencionado.

Outro desdobramento da reorganização da produção, nos anos 90, foi a redefinição das competências na cadeia de valor com o desenvolvimento de fornecedores, especialmente na área de subsistema e componentes, que promoveu o crescimento dos mercados de partes e a reorganização da produção em nível internacional. Nesse período registraram-se, ainda, o deslocamento do centro dinâmico do mercado aeronáutico comercial para Ásia²²; o aumento de ações colaborativas para o desenvolvimento de programas espaciais; e o acirramento da competição no plano internacional entre os desenvolvedores de aplicações aeroespaciais civis.

Nesse contexto de reorganização da produção o total de empregados no setor aeroespacial do G7 caiu para 1,28 milhões em 2000, número 30% menor que o de 1990. As maiores quedas foram registradas nos Estados Unidos (-31%), Alemanha (-26%) e Itália (-23%). Entre o G7 apenas o Canadá registrou, entre 1980 e 2000, um aumento da participação relativa do setor acompanhado pelo crescimento do total de empregos, dada a pequena participação da indústria de defesa e do perfil internacionalizado da produção, conforme Tabela 3.

²² Desde o início dos anos 90, as *prime contractors* do setor aeronáutico, especialmente a Boeing e a Airbus, apontam o mercado asiático com as maiores expectativas de crescimento das atividades de transporte aéreo e das necessidades de novos equipamentos aeronáuticos.

Tabela 3 - Setor Aeroespacial: produção e emprego entre o G7 (1980-2002)

Valor da produção (em US\$ bilhões PPP) (1)	1980	1990	2000	2001	2002
OECD	84,95	184,85	234,07	258,75	211,94
G-7	98,5%	98,0%	95,1%	95,4%	96,6%
EUA	69,7%	69,5%	50,7%	51,7%	
França	8,8%	8,1%	16,6%	16,3%	
Reino Unido	8,1%	8,1%	10,5%	9,8%	
Itália	4,6%	3,5%	2,7%	2,5%	
Alemanha	3,2%	4,1%	7,0%	7,3%	
Canadá	2,3%	2,6%	5,2%	5,1%	
Japão	1,8%	2,0%	2,5%	2,7%	
Part no valor adicionado (valor adicionado em US\$ PPP) (1)	1980	1990	2000	2001	2002
G-7 (média)	1,74	2,23	2,19	2,47	2,44
EUA	4,5	5,2	3,2	3,8	3,6
França	1,4	1,5	2,6	3	3,1
Reino Unido	2,6	3,9	3,5	3,8	3,8
Itália	0,8	1,2	1,2	1,3	1,2
Alemanha	0,7	0,9	1,3	1,5	1,5
Canadá	2	2,7	3,2	3,5	3,5
Japão	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4
Número de empregados (em milhares) (2)	1980	1990	2000	2001	2002
G-7	1.600,3	1.859,6	1.275,7		
EUA	1.080,0	1.302,0	791,0	742,0	
França	110,8	120,7	101,4	-	
Reino Unido	229,8	186,3	150,7	-	
Itália	40,9	50,7	39,0	-	
Alemanha	66,1	95,0	70,0	-	
Canadá	39,6	65,7	91,5	-	
Japão	33,0	39,1	32,1	-	

Fontes: Elaborada a partir de (1) OECD (2007) e (2) Cutcher-Gershenfeld (2003)

Contudo, apesar das transformações na organização da produção e dos mercados, sob o ponto de vista do comércio internacional os países mais desenvolvidos permaneceram como os mais importantes atores do setor aeroespacial. Nesse contexto, evidencia-se o caráter estratégico dessa atividade, assim como em outros produtos intensivos em tecnologia, em que os países desenvolvidos possuem vantagens comparativas, expressas nos superávits comerciais.

De acordo com dados da OECD STAT (2009), a participação relativa dos países desenvolvidos no total de exportações do setor²³ foi de 88,5% em 2007; 5,2 pontos percentuais (pp) menores que em 1996, quando a participação foi de 93,7%. A importância relativa do G7 para as exportações, no entanto, apresentou variações pouco expressivas, situando-se em torno de 82% entre 2003 e 2007 (UN COMTRADE, 2009).

As importações do setor aeroespacial, por sua vez, alcançaram US\$ 144 bilhões em 2007, e registraram um crescimento médio de 13% ao ano, em valores correntes, entre 2003 e 2007 (UN, 2009). Entre 1996 e 2000 a participação dos países desenvolvidos nas importações aumentou 12,7 pp, de 64,4% para 79,1%, reflexo provável do processo de reorganização da produção aeroespacial dos anos 90. No entanto, a partir de 2000 a importância relativa dos países desenvolvidos voltou a cair; alcançou em 2007 patamares semelhantes aos de 1996, refletindo a dinâmica do crescimento impulsionado pelo desenvolvimento de novos mercados, conforme Gráfico 1.

Já a participação relativa do G7 no total das importações alcançou cerca de 50% em 2007, e a taxa média de crescimento para esse grupo foi de 10% entre 2003 e 2007, 4 pp menor que a taxa de crescimento do total das importações. Ou seja, o crescimento das importações dos países mais desenvolvidos (G7) também foi menor que o crescimento das importações totais, o que reforça a ideia de diversificação da demanda internacional.

²³ No caso, Aircraft and associated equipment; spacecraft and their launch vehicles; parts

**Gráfico 1 – Importações e exportações do setor aeroespacial:
participação dos países desenvolvidos no comércio
internacional (1996-2007)**

Fonte: Elaborado a partir de OECD (2009)

Os dados qualitativos referentes à produção e ao comércio internacional do setor aeroespacial são bastante precários, como já foi mencionado no item 1.1.3. No entanto, algumas considerações gerais podem ser apontadas em relação à composição dos mercados, observando-se a ressalva quanto às diferenças locais, derivadas do próprio grau de desenvolvimento dessas atividades no plano nacional, e aos orçamentos para defesa alocados nos projetos de P&D aeroespaciais.

Nesse contexto, considera-se que a participação relativa das receitas comerciais no setor aeroespacial é maior que as receitas derivadas de orçamentos públicos, incluída a defesa, e essa proporção é maior na indústria aeronáutica do que na indústria espacial.

A *American Aerospace Industry Association* (AAIA), por exemplo, estimou que em 2002 as receitas comerciais representavam 64,5% das receitas totais do setor; a proporção era de 67,3% no setor aeronáutico e 62,5% na indústria espacial. As receitas originadas de orçamentos públicos, por sua vez, representavam 35,5% das receitas do setor, com 32,7% na indústria aeronáutica e 37% na indústria aeroespacial, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2 - Mercados internacionais: participação das receitas (em 2002)

Fonte: elaborado a partir de AAIA (2006)

Em relação aos produtos, na indústria aeronáutica os aviões para uso civil representavam a maior parte do valor do mercado internacional, 68%, seguidos pelos aviões militares, 24%, e helicópteros, 8%, conforme estimativa da AIAA para o ano de 2002. Na indústria espacial, os serviços de comunicação respondiam em 2005 por 75% do mercado; os serviços de navegação por 20%; e os serviços de monitoramento e outras aplicações por 5%, segundo a *European Commission*, conforme Gráfico 3.

Gráfico 3 – Indústria aeroespacial: importância relativa dos produtos

Fonte: Elaborada a partir de European Commission (2008) e AAIA (2006)

1.2 Política Industrial

Este item apresenta os conceitos, abordagens e os instrumentos tradicionalmente associados à política industrial. Com isso, pretende-se especificar os elementos necessários à observação das ações e estratégias empreendidas pelo Brasil e pelo Canadá junto ao setor aeroespacial.

O item também apresenta conceitos referentes ao processo de formação das competências que compõem as condições necessárias para o desenvolvimento da produção; e considerações gerais sobre a expansão das atividades nos mercados internacionais, que corresponde à orientação básica para o desenvolvimento do setor aeroespacial no Brasil e no Canadá.

Assim, os conceitos sobre política industrial, formação de competências e expansão da produção no mercado internacional, discutidos neste item, constituem as referências para o estudo, nos termos indicados na introdução do trabalho. No final do capítulo, no item ‘constructo analítico’, os conceitos e as variáveis tratadas apresentam-se como critérios para análise comparada.

1.2.1 Abordagens para a Política Industrial

Na teoria econômica o aumento da produtividade, expresso pelos incrementos na relação entre produto e recursos produtivos, compreende uma condição necessária para melhoria do bem-estar econômico de uma sociedade. Daí o aumento da produtividade constituir-se um objetivo econômico elementar, porque é a forma básica pela qual se estabelece o chamado desenvolvimento econômico (UNCTAD, 2003).

O aumento da produtividade, no entanto, depende de transformações qualitativas do sistema de produção, relacionadas à eficiência no emprego dos recursos e da diversificação econômica, representada pela incorporação e desenvolvimento de novas atividades e setores econômicos. Por isso, o aumento da produtividade se relaciona às transformações sistêmicas que configuram as condições gerais de produção e ao contexto em que se processam as decisões das empresas.

Nesse contexto, a política industrial compreende a elaboração e a implementação de ações, pelo Estado, para atuar sobre as transformações no sistema econômico, no sentido de garantir e promover o desenvolvimento e o bem-estar. Para tanto, essas ações de transformação envolvem o emprego dos chamados instrumentos de política econômica, que influenciam as condições gerais de oferta e demanda (RODRIK, 2008).

Existem, no entanto, diferentes abordagens para a política industrial, que se diferenciam quanto à forma de atuação do Estado e em relação à eficiência e eficácia dos instrumentos de política pública. A literatura apresenta, ainda, enfoques distintos quanto ao papel das instituições e a importância do contexto histórico para os desafios econômicos, em razão das especificidades das tradições epistemológicas na teoria econômica (NASSIF, 2003 e SUZIGAN, 2001).

Em linhas gerais, as chamadas abordagens tradicionais tratam o desenvolvimento econômico e o aumento da produtividade como processos de transformação nas estruturas econômicas, impulsionadas pela evolução das vantagens comparativas. Essa evolução, que se processa em fases sucessivas, depende da especialização produtiva, cujas diretrizes devem ser estabelecidas no contexto da dinâmica das relações de mercado (ANCOCHEA, 1999)²⁴.

²⁴ As controvérsias na literatura, referentes à política industrial, envolvem a capacidade de as ações promoverem a eficiência produtiva, o aumento da produtividade e também os desequilíbrios sistêmicos, em razão das alterações dos preços relativos da economia. Para mais detalhes ver (NASSIF, 2003).

Nas abordagens tradicionais, a política industrial deve concentrar-se na garantia das condições para exploração das vantagens comparativas, e as intervenções na economia devem limitar-se às situações em que os benefícios das ações são claramente superiores aos custos e desajustes inerentes a essas ações, chamadas falhas do governo. Assim, não cabe ao Estado a liderança no processo de transformação da estrutura econômica.

Mais especificamente, não cabe à política industrial formular e implementar estratégias para transformações específicas nos setores de atividade, mas sim garantir condições para que as transformações no sistema econômico ocorram da melhor forma possível. Isso por que a política industrial tradicional se caracteriza por ser passiva em relação à transformação das estruturas econômicas.

A abordagem alternativa, conhecida como estruturalista, propõe uma política industrial ativa, que promova ações para transformação das estruturas econômicas como meio de superar as limitações ao desenvolvimento que, no limite, restringem as possibilidades para o aumento da produtividade. Nessa abordagem, a capacidade de o Estado desenvolver, implementar e manter instituições que promovam transformações econômicas é um elemento fundamental para o desenvolvimento (OCAMPO, 2005).

Segundo a abordagem estruturalista, o Estado e o mercado são instituições interdependentes, haja vista que o processo decisório que conduz a dinâmica econômica se processa em um ambiente institucional. Com isso, não há razão para se considerar, por definição, a supremacia do mercado como *locus* do processo de transformação das estruturas econômicas (CHANG, 1994).

O Estado, contudo, possui atribuições específicas que conferem grande responsabilidade à política pública, na visão estruturalista. Entre essas atribuições destacam-se a capacidade de influenciar o sistema, por meio da mobilização de recursos e ordenamento institucional; a coordenação das ações para consecução de objetivos; a atuação sobre as limitações inerentes à economia de mercado; e a mediação de conflitos (CHANG, 1994).

Assim, a questão fundamental, na perspectiva estruturalista, não é a intervenção, em si, no sistema econômico, o que se considera um processo inerente às economias reais, mas sim como produzir transformações nas estruturas com essas intervenções. Isso por que o emprego de políticas idênticas não produz, necessariamente, resultados semelhantes. (DIMAIO, 2009).

Desse modo, as políticas industriais devem ser elaboradas, na abordagem estruturalista, com base nos desafios dos setores e no contexto institucional específico em que as atividades estão inseridas, e que tem como foco a transformação da estrutura econômica. Daí a estratégia setorial constituir-se um elemento crítico para a consecução dos objetivos (OCAMPO, 2005).

Com isso, as principais diretrizes referentes à política industrial, indicadas na literatura, podem ser agrupadas segundo suas características. Podem-se, portanto, associar à abordagem tradicional, as proposições relacionadas às políticas industriais horizontais e às políticas industriais verticais; e à abordagem estruturalista as proposições ligadas ao desenvolvimento industrial e ao desenvolvimento das vantagens competitivas.

As políticas industriais horizontais

As políticas industriais horizontais - *functional interventions* - focalizam as condições sistêmicas para o desenvolvimento da produção e acumulação de capital, atuando sobre falhas de mercado e promovendo as chamadas externalidades positivas. Nesse contexto, essas abordagens não são discricionárias quanto aos setores de atividade, ou, ainda, em relação aos agentes que compõem os mercados.

As falhas de mercado são limitações sistêmicas que geram ineficiências no processo de alocação de recursos e restringem as possibilidades de desenvolvimento da produção e dos incrementos na produtividade. Entre as falhas de mercado básicas, descritas na literatura, destacam-se a assimetria de informações, as limitações do processo de coordenação para alocação de recursos e a produção de bens públicos.

A assimetria de informações refere-se às ineficiências decorrentes do processo decisório e formação de preços no contexto de insuficiência e/ou da indisponibilidade de informações; já as falhas de coordenação na alocação de recursos tratam da interdependência das ações e as implicações das descontinuidades do mercado. Os bens públicos, por sua vez, destacam os limites da organização da produção a partir do princípio da apropriação privada dos resultados econômicos²⁵.

Entre as ações voltadas para minimizar as falhas de mercado e seus efeitos econômicos destacam-se as políticas que compõem a chamada regulação econômica, como a Defesa da Concorrência, Propriedade Industrial, a política para o Investimento Direto Estrangeiro, e o controle dos chamados monopólios naturais. Também são consideradas ações sistêmicas a política comercial e as condições gerais de fomento à produção.

²⁵ Na economia de mercado o processo de coordenação e alocação de recursos é operado pelo sistema de preço, que orienta as decisões dos agentes. No caso das falhas de mercado, o sistema de preço não é capaz de conduzir a chamada alocação ótima dos recursos. Mais detalhes ver (PACK; SAGGI, 2006).

As ações voltadas para a geração das externalidades positivas, por outro lado, atuam sobre as possibilidades de produção do sistema econômico, e também sobre os custos sistêmicos da produção. Esse grupo é composto por ações relacionadas à infraestrutura física e de ciência e tecnologia; e aos recursos humanos, em relação aos seus aspectos quantitativos e qualitativos.

As ações de política industrial sistêmicas caracterizam-se por privilegiar a interação com as políticas macroeconômicas, em particular, e por influenciarem os preços relativos e as condições gerais de equilíbrio econômico. Essa abordagem, no entanto, é considerada relativamente restrita, por não envolver objetivos relacionados ao desenvolvimento de vantagens comparativas (SUZIGAN; FURTADO, 2006).

As políticas industriais verticais

As políticas industriais verticais - *selective interventions* - caracterizam-se como ações seletivas ou discricionárias junto às atividades ou empresas empreendidas para consecução de objetivos, e não passíveis de serem atingidas em condições de livre mercado. Nesse contexto, essas ações operam como mecanismos de articulação e coordenação extramercado, cujos instrumentos básicos são os sistemas de incentivos, subsídios, e também atuação direta do Estado.

O emprego das políticas industriais verticais é tradicionalmente associado, na literatura, às situações em que as externalidades espaciais são relevantes; aos casos em que imperfeições no mercado conferem vantagens a competidores externos; e também quando a concentração da oferta, resultante dos movimentos de fusões e aquisições, é associada às condições gerais de competitividade (VALILA, 2006; RODRIK, 2004).

As externalidades espaciais ocorrem nos setores em que os ganhos resultantes da aglomeração das atividades, em razão das economias de escala, são significativamente maiores que as chamadas deseconomias de aglomeração. Nesse contexto, a ação da política pública para promover a aglomeração espacial é associada ao ganho de eficiência, podendo também envolver os processos de especialização e desenvolvimento de vantagens comparativas no comércio internacional²⁶.

O caso em que imperfeições de mercado conferem poder de mercado aos competidores externos ocorre quando os ganhos de escala e a existência de capacidade ociosa nas empresas líderes impedem a organização da produção interna em condições competitivas. Nesse contexto, a ação da política industrial procura estabelecer, pela chamada 'escolha dos vencedores nacionais', condições para organização e desenvolvimento da produção e apropriação de renda enviada ao exterior²⁷.

As políticas industriais são ainda previstas nas situações em que as fusões e aquisições são relacionadas às condições de competitividade, por conta, principalmente, do crescimento do porte das empresas rivais. Nesses casos, em razão da pressão competitiva, a consolidação das empresas pode ser promovida, dada a impossibilidade de as empresas estabelecidas exercerem o poder de mercado, ainda que os ganhos de escalas não representem incentivos suficientes para os movimentos autônomos de consolidação²⁸.

²⁶ No caso do setor aeroespacial, ainda que se observe a concentração espacial de atividades junto aos chamados *prime contractors*, há na literatura uma controvérsia em relação às economias de aglomeração para essas atividades. Para mais detalhes ver Niosi (2000 e 2005).

²⁷ O caso considerado clássico para a situação em que a posição relativa do competidor impede a organização da produção de empresas rivais é a experiência do consórcio europeu Airbus frente à empresa norte-americana Boeing. Para mais detalhes ver Benkard (2004) e Irwin e Pavcnik (2004).

²⁸ Valila (2006) sugere que a fusão entre Boeing e McDonnell-Douglas, que foi apoiada pela política pública norte-americana, é um desdobramento da emergência no mercado do consórcio europeu Airbus, que é representativo das políticas de fusões e aquisições para competitividade.

A abordagem do desenvolvimento industrial

A abordagem do desenvolvimento industrial propõe um escopo mais abrangente para a política industrial em relação à abordagem tradicional, que focaliza as falhas de mercado ao envolver a sustentação e a promoção das atividades industriais. Com isso, a política pública, além de minimizar os problemas sistêmicos do processo de produção, também atua na coordenação e na ação direta para transformação dos sistemas de produção, tendo em vista os objetivos para o desenvolvimento econômico.

Nesse contexto, o escopo das ações da política industrial baseada nessa abordagem também é composto, dentre outras ações, por: a) medidas voltadas para garantia do fornecimento de matéria-prima; b) constituição de economias de escala, dada a garantia de mercado para as novas atividades industriais; c) ações voltadas para facilitar a transferência de recursos entre os setores; d) geração de externalidades positivas; e e) atuação direta no sistema econômico com a organização de empresas estatais.

A abordagem do desenvolvimento industrial foi amplamente utilizada pelos países que se industrializaram no século XIX, em particular as ações de política pública voltadas para a chamada indústria nascente. Essas proposições também constituíram as bases das estratégias para reconstrução da produção industrial a partir do final da 2ª Guerra Mundial, entre as quais se destaca a experiência do Japão. Quanto às ações de proteção à indústria empreendidas no contexto da reorganização da produção na Europa, nos anos 70 e 80, também foram amparadas por essas proposições (SOETE, 2007)

No caso dos países em desenvolvimento, as proposições referentes à abordagem do desenvolvimento industrial foram relacionadas aos esforços para transformação das vantagens comparativas que foram perseguidas pelas políticas industriais, por meio das ações voltadas para o desenvolvimento da produção industrial. Nesse contexto se destaca a estratégia da industrialização pela substituição das importações, que foi utilizada principalmente pelos países latino-americanos, entre os quais o Brasil.

Entre as características do modelo de substituição pode-se evidenciar a criação de condições para que a redução da participação dos produtos importados, na oferta, fosse acompanhada por uma maior integração do tecido produtivo e pelo aumento do valor da produção industrial. No caso, essas condições foram estabelecidas pela combinação entre restrições às importações estabelecidas pelo comércio exterior; política de atração do capital estrangeiro; e organização de empresas públicas, entre outras ações²⁹.

A abordagem das vantagens competitivas

A abordagem da política industrial, voltada para o desenvolvimento das vantagens competitivas, tem como foco prioritário a criação e a consolidação de vantagens comparativas dinâmicas como meio de promover o desenvolvimento econômico. Assim, diferencia-se das abordagens das falhas de mercado e do desenvolvimento industrial, por privilegiar a acumulação de conhecimento em detrimento da acumulação de capital, e propor uma visão sistêmica para construção da competitividade.

A ideia de vantagens comparativas dinâmicas está relacionada aos diferenciais que constituem as bases da competitividade, construídos a partir dos retornos crescentes de escala e derivados da acumulação do conhecimento gerado, sobretudo, pelas atividades de pesquisa e desenvolvimento. Nesse contexto, o domínio dos campos do conhecimento e das cadeias de valor constitui-se objetivo estratégico a ser perseguido, na medida em que pode alavancar os investimentos e a difusão do progresso técnico.

²⁹ A participação dos produtos importados na oferta representa a importância e/ou a dependência do setor externo para produção, e é representado pelo conceito de índice de penetração (HAGUENAUER, 1989); o valor agregado da produção industrial, por sua vez, é determinado pelo volume e valor do produto industrial; e a integração do tecido industrial, ou adensamento produtivo, se refere à completude dos encadeamentos da produção representados pelos *linkages* da matriz insumo-produto (LEONTIEF, 1936)

A visão sistêmica que fundamenta essa abordagem é associada às proposições de Freeman (1987), relativas à geração e difusão do conhecimento; de Lundvall (1992), quanto às configurações expressas pelo conceito de Sistema Nacional de Inovação; e de Nelson (1993), no que se refere à interdependência entre desenvolvimento econômico, tecnológico e institucional. Com isso, essa abordagem propõe que a política industrial promova os processos de interação, particularmente as ações de cooperação junto às atividades capazes de transformar o sistema de produção³⁰.

Outra característica das políticas industriais voltadas para as vantagens competitivas é a ênfase nas especificidades locais e na proximidade física para constituição de vantagens comparativas, principalmente em relação às economias de escala e à aglomeração, incluindo a especialização produtiva. Nesse sentido, essas abordagens destacam as políticas públicas regionais e os arranjos produtivos locais, diferentemente das políticas tradicionais, que geralmente focalizam a perspectiva sistêmica ou setorial da produção.

Nesse contexto, são consideradas variáveis críticas para consecução dos objetivos da política industrial: a) os aspectos qualitativos dos recursos humanos, particularmente em relação às suas capacidades (*skills*); b) as condições gerais para o desenvolvimento das atividades de pesquisa e desenvolvimento; c) as capacidades sistêmicas de absorção e difusão dos novos conhecimentos - *social capabilities*; e d) a proximidade física e estruturação de redes de aprendizado (SOETE, 2007).

³⁰ O objetivo central das políticas industriais baseadas nos princípios do Sistema Nacional de Inovação é a convergência, em termos de produtividade, representada pelo conceito de *catch up*. Esse processo, por sua vez, seria resultado do desenvolvimento conjunto das instituições, da base tecnológica e do sistema de produção, e é representado pelo conceito de co-evolução. Para mais detalhes ver Albuquerque (2003).

A implementação das políticas industriais com o enfoque proposto conta, por sua vez, com desafios derivados de suas características. Entre esses desafios destacam-se os mecanismos de comando e controle das políticas; o desenvolvimento de instrumentos destinados à promoção da competitividade no contexto local e sua articulação com as políticas econômicas sistêmicas; e o desenvolvimento de sistemas de avaliação da *performance* da ação (EDQUIST, 2001). Além disso, a abordagem não parte de modelos gerais para consecução de seus objetivos.

A abordagem da política industrial para vantagens competitivas foi organizada no contexto do desafio da Europa para o posicionamento estratégico desde a criação do seu mercado comum, frente às transformações econômicas da década de 90³¹. Em particular, a reorganização dos mercados, da produção e das relações internacionais a partir do final da Guerra Fria; e a emergência da 'economia do conhecimento', no contexto da expansão das tecnologias de informação e comunicação (HAQUE, 2007).

Nos países em desenvolvimento, por sua vez, as proposições relacionadas às políticas públicas para o desenvolvimento da competitividade evidenciaram os desafios para estruturação dos sistemas nacionais e locais de produção (ALBUQUERQUE, 2003). Nesse sentido, podem-se destacar as especificidades das competências constituídas (VIOTTI, 2001); as limitações das estruturas institucionais (SUZIGAN; FURTADO, 2006); além da formulação e execução de estratégias de longo prazo (FURTADO, 2008).

No Quadro 2, que segue, são apresentados os elementos básicos que caracterizam as proposições apresentadas, por meio de abordagens que focalizam as políticas industriais horizontais, as políticas industriais verticais, a abordagem do desenvolvimento industrial e das vantagens competitivas.

³¹ A reorganização da produção na Europa, nos anos 90, promoveu uma redução do setor manufatureiro no produto e no emprego, processo conhecido como desindustrialização. No entanto, o compromisso do desenvolvimento da economia baseada no conhecimento e em vantagens comparativas dinâmicas foi estabelecido pela convenção de Lisboa em 2000 (SOETE, 2007).

Quadro 2 – Política Industrial: abordagens básicas

Abordagens básicas	Foco prioritário das abordagens	Unidade de análise	Objeto da política industrial
Políticas industriais horizontais	sistema de preços (ineficiência alocativa)	Sistema econômico	assimetrias de informação bens públicos coordenação de investimentos
Políticas industriais verticais	concorrências (ineficiência do mercado)	setor de atividade e empresas	externalidades espaciais escolha dos vencedores consolidação da oferta
Desenvolvimento industrial	produção industrial (atividades industriais)	setor de atividade (setores industriais)	indústria nascente declínio industrial industrialização
Desenvolvimento das vantagens competitivas	atividades estratégicas (dinamismo econômico)	arranjos institucionais (locais e nacionais)	Recursos Humanos Capacidade de Pesquisa e Desenvolvimento Capacidade de absorção do conhecimento Interação e proximidade geográfica

Fonte: elaborado pelo autor a partir da literatura

1.2.2 Os instrumentos da Política Industrial

São considerados instrumentos da política industrial os sistemas de incentivos e regulações associadas às ações públicas que podem afetar a alocação inter e intra-industrial de recursos, influenciando a estrutura produtiva e patrimonial, a conduta e o desempenho de agentes econômicos em um determinado espaço nacional” (FERRAZ; 2002, p.542).

A política industrial é, assim, resultado da articulação de instrumentos empregados por outras políticas públicas, com objetivos relacionados à produção. Mais especificamente, a política industrial caracteriza-se por não contar com instrumentos específicos para consecução de seus objetivos, diferentemente de outras políticas econômicas, cujas estruturas institucionais são inequívocas, como a política monetária ou fiscal (VALILA, 2006).

Com isso, o escopo das ações que compõe a política industrial constitui um conjunto diversificado de instrumentos, que são determinados pelos objetivos da política industrial e pelo conjunto das possibilidades dos instrumentos de política pública que podem ser mobilizados para essa finalidade. Destaca-se que a possibilidade de mobilização desses instrumentos, no entanto, também é limitada por aspectos institucionais³² e políticos³³.

Os instrumentos de política industrial também podem ser ordenados a partir da abrangência de seus efeitos. Assim, as ações referentes à estrutura econômica e externalidades são associadas às condições gerais do ambiente econômico, enquanto as ações discricionárias, voltadas para objetivos e requisitos seletivos, compõem os meios para coordenação extramercado, conforme Ilustração 7.

Entre as políticas estruturais passíveis de mobilização no sentido de influenciar as condições gerais do ambiente podem ser mencionadas as destinadas ao Investimento Estrangeiro Direto; à Defesa da Concorrência e Propriedade Industrial; ao Comércio Exterior; e ao Fomento à Produção. Já em relação às externalidades positivas, que influenciam as possibilidades e custos de produção, estão as ações junto à infraestrutura física, à infraestrutura de ciência e tecnologia e à formação de recursos humanos (CAVES, 1987 e NASSIF, 2003).

³² Os objetivos da política industrial, como, por exemplo, o objetivo de consolidação setorial, podem ser convergentes, divergentes ou indiferentes em relação aos objetivos básicos das políticas às quais os instrumentos utilizados são diretamente associados, como, por exemplo, os objetivos da política da Defesa da Concorrência.

³³ No final dos anos 80, a reorganização dos mercados mundiais limitou as possibilidades de articulação dos instrumentos para consecução de objetivos de política industrial, em razão dos acordos internacionais de comércio; e a reorganização das cadeias internacionais de valor limitou a eficácia da ação desses instrumentos. Com isso, novas formas de ação vêm sendo estruturadas para promover as atividades industriais (SUZIGAN, 2001).

A política para o Investimento Direto Estrangeiro estabelece as condições específicas da operação e participação das empresas multinacionais e do capital estrangeiro no sistema econômico; a Política de Defesa da Concorrência regula o poder de mercado dos agentes, as práticas competitivas e fusões e aquisições; e a Política para Propriedade Intelectual determina as condições gerais de apropriação econômica dos ativos intangíveis. Em conjunto, essas políticas compõem a chamada regulação econômica, como mencionado.

A política comercial, por sua vez, influencia as condições gerais do mercado pela oferta, demanda, e preços relativos, e é composta pelas políticas de importação, com barreiras tarifárias e não tarifárias; exportação de bens e serviços, com estímulos fiscais e financiamento; e também pelas diretrizes e operação da política cambial. A política de fomento à produção envolve as condições gerais de financiamento de investimentos produtivos, além de ações específicas referentes às variáveis que compõem o custo dos investimentos produtivos, como possibilidade de desoneração tributária e normas e procedimentos para apuração fiscal, envolvendo, por exemplo, a depreciação.

A infraestrutura física compreende os equipamentos e serviços relacionados ao transporte; serviços públicos de uso geral; comunicação e informações; e energia. A infraestrutura de ciência e tecnologia abrange as instituições científicas e tecnológicas dedicadas e serviços especializados, como a tecnologia industrial básica (TIB). A política para os recursos humanos, por sua vez, envolve a formação e qualificação da mão de obra e as condições gerais de regulação do mercado de trabalho, conforme Ilustração 7.

Ilustração 7 – Escopo da Política industrial

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de Suzigan (1998) e Gadelha (2002)

Já os aspectos específicos da política industrial envolvem essencialmente a seletividade dos objetivos e requisitos definidos pela estratégia para abordagem das falhas de mercado, desenvolvimento industrial, ou vantagens comparativas dinâmicas, conforme Ilustração 7. A partir desses aspectos específicos são constituídos os elementos que estruturam as articulações entre as ações do Estado e as estratégias empresais (SUZIGAN; 1988 e CASTRO; 2002).

Entre os objetivos e requisitos de desempenho que podem ser perseguidos de forma discricionária pela política industrial destacam-se a capacidade de produção; capacidade e domínio de tecnologias ou campos tecnológicos especificados; perfil da organização industrial ou empresarial; e desenvolvimento de setores industriais ou atividades nascentes. Em comum, esses objetivos e requisitos envolvem a formação de competências, como já mencionado no item 1.2.3.

A política industrial também pode envolver a seletividade das ações, que constituem as condições diferenciadas, estabelecidas pelos incentivos, regulação e ações públicas, para influenciar o processo decisório de agentes, e, com isso, a estrutura produtiva e patrimonial, conduta e desempenho. No caso, a seletividade da política pode ter como foco produtos específicos, firmas, tecnologias, e setores de atividades ou indústria, como exemplificado na Ilustração 7.

1.2.3 Formação de competências

Os processos de formação e desenvolvimento das competências nos setores de atividades constituem-se condição necessária para consecução de objetivos e cumprimento de requisitos associados às políticas industriais. Assim, as transformações da estrutura econômica, que caracterizam a política industrial, podem ser representadas, em grande medida, pelo processo de formação de competências dos agentes e das instituições.

O conceito de competência envolve as capacidades específicas referentes à organização dos recursos produtivos, que são constituídas pelas operações de aprendizado internas e pelos relacionamentos externos. Nesse contexto, o conceito de formação de competências³⁴ compreende o processo em que novas habilidades são incorporadas nas organizações pelo aprendizado, a partir das operações envolvendo o conhecimento (FLEURY; FLEURY, 2001).

As competências são consideradas ativos intangíveis, que são combinadas com os ativos físicos e conferem especificidades que compõem as vantagens ou diferenciais competitivos das empresas, juntamente com os recursos físicos³⁵. A princípio, considera-se que quanto mais raras e maiores as dificuldades para transferência, imitação ou substituição das competências, maior é diferencial competitivo (PRAHALAD; HAMEL, 1990 e EISENHARDT; MARTIN, 2000).

³⁴ No presente trabalho não foi feita distinção entre os conceitos de competência (*competence*), capacidade (*capability*) e rotinas (*routine*) por se tratarem de conceitos cujas especificidades não parecem evidentes na literatura, como sugerem Fleury e Fleury (2001), Becker (2004).

³⁵ As competências, enquanto ativos, possuem ainda diferenças importantes em relação aos recursos físicos, por não serem encontradas livremente no mercado; serem parcialmente resultado de processos endógenos; e também por não perderem valor em razão de sua utilização. Além disso, as competências não podem ser perfeitamente transferidas em razão da natureza tácita e contextual que envolve o conhecimento e as características (QUEIROZ, 2006)

A literatura destaca as diferentes características e os aspectos hierárquicos das competências, oferecendo diversas abordagens para a análise ao nível da empresa, setor de atividade e sistema econômico. Para o presente trabalho foi adotada, como referência, a taxonomia de Bell (2007), que considera a distinção entre competências operacionais e competências tecnológicas, e também as diferenças entre os processos de adaptação/ajustes dos sistemas técnicos e desenvolvimento de produtos e processos inovadores³⁶.

As competências operacionais, de acordo com Bell (2007), são consideradas básicas do ponto de vista hierárquico e reúnem o conjunto das rotinas produtivas, relacionadas à operação e *performance* do sistema técnico, que configuram uma organização, ilustradas no Quadro 3, a seguir. Nesse contexto, as competências operacionais agregam o conjunto das operações relacionadas ao processo de produção, o que, a princípio, inclui conceito de cadeia de valor.

As competências inovativas envolvem a capacidade de replicação e adaptação das rotinas produtivas e desenvolvimento de novas rotinas, que são efetuadas pelas funções de *marketing*, *design*, engenharia e P&D. No caso, tendo como base a complexidade das atividades, a adaptação e duplicação de rotinas que envolvem ajuste na especificação e nos sistemas técnicos, são chamadas de competências inovativas intermediárias, enquanto a criação de novas rotinas envolve as competências inovativas avançadas³⁷.

³⁶ Com isso, é possível focalizar o perfil das competências relacionadas aos processos de adaptação, difusão e desenvolvimento das tecnologias (VIOTTI, 2001); observar as diferenças nas capacidades de absorção, que são relacionadas ao perfil das competências constituídas (COHEN; LEVINTHAL, 1990); e qualificar as estratégias das ações da política pública voltadas para formação dessas competências.

³⁷ Assim, o conceito de competência é associado ao conceito de atividade inovativa. Isto é, as competências básicas e intermediárias, são relacionadas ao conceito de inovações incrementais e as competências avançadas, às inovações radicais.

Quadro 3 – Competências: natureza e hierarquia

Natureza da Competência	Hierarquia da competência	Escopo da competência	Características das habilidades	Função organizacional associada	Atividade inovativa associada
Operacional	Básica	Rotinas produtivas	operação e performance de um sistema técnico	produção	inovações incrementais
Inovativa	Intermediária	Adaptação e duplicação das rotinas produtivas	ajustes nas especificações e nos sistemas técnicos	Marketing, Design, Engenharia e P&D	
Inovativa	Avançada	Criação de novas das rotinas produtivas	criação de novas especificações e sistemas técnicos		inovações radicais

Fonte: Elaborado a partir de Bell (2007)

Já a formação de competência, por sua vez, é abordada na literatura pelos chamados processos de aprendizagem, cujas perspectivas elementares, para análise, são a forma de aprendizagem, os campos de aprendizagem, e também as variáveis impactadas pela acumulação de conhecimentos³⁸.

A forma de aprendizagem refere-se aos processos que propiciam a acumulação dos conhecimentos, que constituem as competências. Esses processos podem ser internos às organizações, a partir da operação das funções de *marketing*, P&D, *design* e engenharia, produção e estrutura organizacional, e também com relacionamentos externos à organização³⁹.

As formas internas básicas identificadas na literatura são *learning by doing*, que envolve a acumulação de conhecimentos derivados da experiência (ARROW; 1962); *learning by using*, que resulta do conhecimento com a utilização dos produtos, insumos ou equipamentos (ROSENBERG, 1982); e o *learning by searching*, associado aos esforços de P&D (NELSON; 1991).

³⁸ Para uma discussão abrangente sobre as questões relacionadas ao conhecimento e à agenda do processo de formação de competências ver Malerba (2006), Lundvall (2007)

³⁹ Queiroz (2006) aponta outras formas de aprendizagem, como *learning by training*, *learning by hiring* e o aprendizado adaptativo, relacionadas ao processo de difusão de tecnologia

As formas externas de acumulação de conhecimento são o *learning by interacting* - que é associado aos relacionamentos na cadeia de valor (LUNDVALL, 1988); *learning from advances in Science and Technology* – referente aos novos conhecimentos acessíveis por meio das instituições científicas e tecnológicas; e o *learning from inter-industry spillovers*, que ocorre com a difusão dos conhecimentos gerados em outros setores (KLINE; ROSENBERG, 1986).

Entre os impactos da acumulação de conhecimento se destacam o aumento de produtividade, relacionado à curva de aprendizagem, (ENOS, 1991); mudanças incrementais nos *inputs* do processo de produção (ROSENBERG, 1982); a diferenciação, pelos incrementos na *performance*, qualidade e interoperabilidade de produtos e processos, que é chamado de diferenciação vertical; e o desenvolvimento de novos mercados, chamado de diferenciação horizontal (MALERBA; 1992).

Quadro 4 – Aprendizagem: formas e campos

Elaborado a partir de Malerba (1992)

A especificação de variáveis representativas das competências e dos processos de aprendizagem constitui-se, no entanto, uma tarefa complexa dada a quantidade e diversidade das atividades que compõem esses processos. Além disso, não há referências gerais para estruturação dessas variáveis, em razão dos diferentes enfoques sobre competências existentes na literatura⁴⁰.

No contexto do presente trabalho, o escopo limita-se às variáveis relacionadas ao sistema setorial de produção e inovação para observação das competências e do processo de aprendizagem. Mais especificamente, seguindo as proposições de Malerba (2006) em relação ao desenvolvimento dos sistemas setoriais (*sectoral catch up*), são consideradas variáveis representativas as firmas; outros atores; a configuração da cadeia de valor; o perfil da demanda; instituições; campos de conhecimento; e estruturas de interação, ilustradas no Quadro 5.

As firmas reúnem as competências específicas que caracterizam o sistema de produção e inovação e os outros atores são os responsáveis pelos *inputs* e elementos complementares do sistema. Nesse contexto, são considerados outros atores os fornecedores, clientes, universidades, instituições financeiras, agências governamentais, associações técnicas e outros integrantes.

A configuração da cadeia de valor compreende a forma como a produção é organizada entre as empresas e outros atores e que condiciona os processos de formação de competência. O perfil da demanda, por sua vez, é dado pelas características das necessidades e dos produtos relacionados ao sistema de produção, incluindo a abrangência dos mercados.

⁴⁰ Fagerberg e Srholec (2007) procuraram organizar em grupos as variáveis relevantes para formação de competências sugeridas pela literatura, conforme a sua possibilidade de compor aspectos mensuráveis da ação das políticas públicas sistêmicas, para subsidiar a elaboração de estudos empíricos. Assim, no grupo das variáveis mensuráveis foram reunidos os elementos institucionais e as variáveis relacionadas às capacitações sociais e às capacitações tecnológicas. No grupo das variáveis com aspectos mensuráveis limitados foram reunidas as configurações naturais e históricas.

As instituições setoriais representam os parâmetros específicos para interação entre os atores, como normas, procedimentos, e padrões, entre outros elementos; e a chamada base de conhecimento define os campos relevantes para o setor, e as fontes definem as oportunidades tecnológicas e também as características do processo cumulatividade de conhecimento (MALERBA, 2006).

Os processos de interação nos sistemas setoriais tratam dos relacionamentos entre as empresas, outros atores e as instituições no processo competitivo e formação de competências. Nesse contexto são tratadas a evolução de cooperação e a competição no contexto histórico, que também é representado na literatura pelo conceito co-evolução (MALERBA, 2002 e 2006).

Quadro 5 – Competências: escopo das variáveis para análise setorial

Variáveis	Especificação
Firmas	Competências específicas que caracterizam o sistema de produção
Outros atores	Fornecedores de recursos e insumos e prestadores de serviços
Network	Estrutura e características da organização do sistema de produção
Configuração da demanda	Produtos e abrangência do mercado
Instituições	Parâmetros para interação no sistema de produção
Base de conhecimento	Campos do conhecimento sob domínio dos agentes do sistema
Processo interação	Características gerais e instituições de apoio

Fonte: Elaborado a partir de Malerba (2006)

1.2.4 Expansão no mercado externo

A expansão no mercado externo envolve a análise da inserção nas cadeias globais de valor (*Global Value Chain*), abordagem que focaliza os aspectos qualitativos do posicionamento no contexto da organização internacional da produção⁴¹; são, mais especificamente, as possibilidades e os requisitos para o aumento do valor da produção nas cadeias internacionais, o que é conhecido na literatura como *upgrading* industrial (GEREFFI; KORZENIEWICZ, 1994)

Nas cadeias internacionais de valor, o comando pode ser dado por compradores ou vendedores, conforme a configuração específica da indústria (GEREFFI; KORZENIEWICZ, 1994)⁴². O posicionamento nas cadeias, por sua vez, é definido essencialmente, pelas competências constituídas em relação ao desenvolvimento (P&D); à produção: insumos, partes e sistemas integrados; e à comercialização: *marketing*, distribuição e gestão de marcas.

Assim, as empresas dedicadas à produção são classificadas como *Original Equipment Assembly* (OEA), quando especializadas em partes e insumos, e como *Original Equipment Manufacturers* (OEM), quando responsáveis pelo fornecimento de subsistemas integrados. As empresas que reúnem competências em produção e desenvolvimento compõem o segmento *Original Design Manufacturers* (ODM), e as que agregam a função de comercialização compõem o grupo *Original Branded Manufacturers* (OBM). (GEREFFI; 1999 e KAPLINSKY e MORRIS; 2001)⁴³.

⁴¹ A expansão no mercado externo envolve também aspectos relacionados ao produto, que são objetos das teorias do comércio internacional, e compõem, tradicionalmente, as análises sistêmicas. As teorias de comércio internacional tratam a expansão no mercado externo com base na competitividade dos produtos estabelecida pelos preços relativos e, portanto, pelas vantagens comparativas e pelas condições gerais de acesso ao mercado, que são determinadas por aspectos institucionais, como a regulação e barreiras ao comércio internacional.

⁴² Amato Neto e Olave (2005) destacam as diferenças das cadeias internacionais controladas por produtores e compradores em relação à natureza do capital industrial/comercial; *core competencies* (P&D e Produção/Desenho e Marketing; perfil das barreiras à entrada: economias de escala/economia de escopo; foco das relações da rede: investimentos/ negócios; e estrutura predominante da rede: vertical/horizontal.

⁴³ Fleury e Cruz Moreira (2005) sugerem a categoria compradores globais, e não produtores.

As estruturas de governança, que condicionam as possibilidades para o *upgrading* industrial, são determinadas pela complexidade das operações e de codificação dos processos que determinam os custos de transação. Também são importantes as competências disponíveis ou acessíveis por meio das empresas constituídas (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005).

Assim, o mercado é empregado como estrutura de governança predominante nos casos em que as operações são de baixa complexidade e as competências requeridas são facilmente acessíveis. Nas situações em que as operações são complexas se estabelecem estruturas modulares, em que as competências requeridas são facilmente acessíveis, ou estruturas relacionais, quando as competências requeridas são de difícil acesso.

As operações de alta complexidade podem envolver estruturas de governança cativas, quando a capacitação dos fornecedores é baixa, também chamada de quase hierarquias; ou ainda no caso de operações complexas, chamadas 'estrutura de governança hierárquica', quando o fornecedor é integrado ao contratante, conforme Quadro 6 (GEREFFI; HUMPHREY; STURGEON, 2005).

Já a progressão industrial – *upgrading* - no sentido da agregação de valor, no contexto das cadeias internacionais pode ocorrer junto aos processos constituídos pela melhoria na eficiência produtiva em produtos: em relação aos atributos de *performance* e custos; à progressão em funções organizacionais, com o desenvolvimento de novas competências com potencial de agregação de valor; e também ao chamado *upgrading* setorial, que corresponde à diversificação dos mercados (HUMPHREY; SCHIMITZ, 2000)

Quadro 6 - Cadeias Globais de Valor: *upgrading* industrial

Estruturas de Governança	
Mercado	Baixa complexidade das transações e facilidade de encontrar/substituir fornecedores
Modular	Alta complexidade das transações e facilidade de encontrar/substituir fornecedores
Relacional	Alta complexidade das transações e dificuldade em encontrar/substituir fornecedores
Cativa	Alta complexidade das transações junto a fornecedores com baixa capacitação
hierárquica	Alta complexidade das transações junto a fornecedores integrados
Upgrading Industrial	
Processo	desenvolvimento da eficiência das operações internas e operações externas
Produto	desenvolvimento dos produtos, custo/performance
Função	desenvolvimento de novas competências que impliquem em agregação de valor
Setor	aplicação das competências em novas cadeias de valor
Posicionamento na cadeia de valor	
Original Equipment Assembly (OEA)	facionistas (produção sob encomenda)
Original Equipment Manufacturers (OEM)	fornecedores de subsistemas (sem <i>desing</i>)
Original Design Manufacturers (ODM)	fornecedores de subsistemas (com <i>design</i>)
Original Brandnamed Manufacturers (OBM)	fornecedores de subsistemas (<i>design/comercialização</i>)

Fonte: Gereffi *et all.* (2005), Kaplinsky e Morris (2001) e Humphrey e Schimitz (2000)

As políticas públicas para o desenvolvimento e inserção da produção nas cadeias internacionais devem promover, de um modo geral, a formação de competências específicas e a inserção em posições que promovam o desenvolvimento de novas funções organizacionais. Para tanto, o estímulo à formação de parceria das empresas líderes das cadeias com pequenas e médias empresas e também o desenvolvimento do tecido produtivo são condições consideradas necessárias e importantes (HUMPHREY, 2005)

Fleury e Fleury (2004), de forma mais específica, propõem que a política industrial voltada para o aumento da participação no comércio internacional seja orientada por objetivos estratégicos em relação à organização de novos sistemas de produção; ao adensamento das cadeias de valor; à internacionalização das empresas nacionais; e ao aumento do valor agregado da produção das empresas multinacionais, conforme Quadro 7.

A organização de novos sistemas de produção compreende o processo de formação de competências elementares voltadas, no caso, para o mercado externo. Esse sistema, que envolve pequenas e médias empresas e também empresas multinacionais, depende de um plano de atração para capital estrangeiro, infraestrutura e apoio científico e tecnológico para superação de barreiras técnicas, e de estrutura de financiamento que estimule as práticas cooperativas e outras ações relacionadas ao princípio da indústria nascente.

O adensamento das cadeias produtivas compreende o desenvolvimento de atividades que promovam a integração do tecido produtivo e a substituição de importações, como forma de agregar valor à produção. Nesse caso, a política pública deve atuar sobre o processo de desenvolvimento de competências locais com os princípios da indústria nascente, atração de empresas estrangeiras, e estratégia seletiva de substituição de importações, tendo como referência as características do mercado internacional.

A internacionalização de empresas nacionais compreende a expansão no mercado externo das empresas nacionais e seus parceiros locais que possuam vantagens competitivas evidentes. Nesse caso, a política pública deve apoiar as atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos; os investimentos em expansão da capacidade produtiva; apoio político-institucional para o desenvolvimento dos mercados internacionais; e outras ações relacionadas ao princípio da ‘escolha dos vencedores’.

O objetivo do aumento da participação no comércio internacional pode envolver, ainda, o aumento do valor agregado da produção de empresas multinacionais, com a diversificação das competências locais dessas empresas. Nesse caso, as ações de política industrial devem abordar a regulação do capital estrangeiro e as articulações político-institucionais.

O Quadro 7 apresenta o escopo da política industrial.

Quadro 7 – Escopo da Política Industrial

Instrumentos de Política Econômica	Criação de novos sistemas de produção	Adensamento da cadeia produtiva	Internacionalização de empresas nacionais	Aumento do valor agregado da produção das multinacionais
Infraestrutura e serviços tecnológicos				
Princípios de "indústria nascente"				
Plano de atração de multinacionais				
Substituição de importações				
Financiamento de investimentos				
Articulação políticas e institucionais				
Política de "escolha dos vencedores"				
Políticas de Regulação				

Elaborado a partir de Fleury e Fleury (2004)

1.3 Constructo analítico

Neste item são apresentadas as considerações e as variáveis empregadas na pesquisa, que tem como referência a revisão da literatura sobre o setor aeroespacial e a política industrial, apresentados nos itens anteriores. Assim, nos subitens seguintes são apontadas as considerações que subsidiam a observação e análise da política para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá; as variáveis básicas utilizadas para comparação; e, no final do item, uma síntese com a descrição do processo de análise.

1.3.1 Considerações gerais

Configuração da produção

Os projetos aeroespaciais - aviões, helicópteros e plataformas espaciais - são unidades fundamentais para análise da dinâmica da produção no setor. Com efeito, o projeto é o instrumento básico de coordenação dessas cadeias de valor e inserção ou adesão das empresas na medida em que, como integrador final ou fornecedor de subsistemas, partes e componentes e prestador de serviços, consiste no meio de acesso ao mercado.

A capacidade de atendimento aos requisitos para produção - a competência operacional básica - é uma condição necessária para adesão aos projetos; e a capacidade de desenvolvimento de melhorias, no limite das possibilidades estabelecidas pelas configurações do projeto, que é representada pela competência inovativa intermediária, é um fator crítico para a *performance* das empresas que compõem a cadeia de valor, pela curva de aprendizagem.

O posicionamento na cadeia de valor é determinado pela capacidade de desenvolvimento de projetos, integração de subsistemas e articulação de tecnologias diversas, pelo domínio de competências inovativas superiores. No entanto, também são elementos críticos para o posicionamento a capacidade de coordenação das diferentes competências e a exploração das oportunidades no contexto associado à cadeia de valor.

Estrutura e evolução do mercado

O crescimento da indústria aeroespacial, a partir dos anos 90, tem sido impulsionado pela expansão do transporte aéreo, no contexto do crescimento da economia mundial de longo prazo. O desenvolvimento da indústria também tem sido promovido pelas novas aplicações, especialmente na área espacial. A princípio se pode considerar que esses elementos, a expansão dos transportes aéreos e o desenvolvimento das aplicações espaciais, devem seguir impulsionando o desenvolvimento do mercado aeroespacial.

A reorganização do setor aeroespacial, a partir do final da Guerra Fria, foi promovida pelas modificações no segmento de mercado relativo às aplicações para a área de defesa, com a redução do número de projetos, aumento da complexidade e custos dos novos projetos, e maior participação nos riscos dos *prime contractors*. Essas mudanças promoveram a recomposição da cadeia de valor com base no princípio da exploração das oportunidades para redução de custos e riscos pelas *prime contractors*; e também aumento da flexibilidade e acesso aos mercados.

Com isso, o conjunto das possibilidades estratégicas, em termos de políticas públicas para o desenvolvimento e expansão da produção aeroespacial, no contexto das cadeias internacionais do valor, é limitado pelas estratégias das empresas que governam os projetos de classe mundial. No caso, considera-se que a busca pela exploração das oportunidades para redução de custos e riscos; o aumento da flexibilidade e o acesso aos mercados devem continuar a orientar o processo decisório das líderes das cadeias de valor, e condicionar as oportunidades para expansão no mercado internacional.

O interesse do Estado

A história do setor aeroespacial sugere que o Estado foi o agente mais importante para o desenvolvimento das aplicações aeronáuticas e espaciais, em razão do caráter crítico atribuído ao domínio das tecnologias e da capacidade de produção desses produtos e serviços. Esse caráter crítico, por sua vez, está relacionado às vantagens em termos de segurança nacional, que são derivadas do potencial emprego militar das tecnologias aeroespaciais, e, também, dos diferenciais competitivos associados ao domínio de tecnologias complexas e de difícil acesso (COWAN; FORAY, 1995).

Em relação à perspectiva da segurança nacional, o interesse militar no setor é mais abrangente que as aplicações dedicadas à indústria da defesa. Isso por que parte dos produtos e serviços tem potencial uso civil e também militar, o que tradicionalmente caracteriza as chamadas tecnologias de *uso dual* (MOLAS-GALLART; MCDONNELL, 2008). Assim, em relação à natureza do uso, o setor aeroespacial é constituído pelo segmento que concentra as aplicações civis e o segmento militar, que envolve a indústria da defesa e as tecnologias de uso dual.

Em relação à perspectiva do desenvolvimento econômico, o setor é considerado importante para a geração de externalidades positivas, pelo transbordamento tecnológico que decorre da difusão do conhecimento, das capacitações tecnológicas derivadas da infraestrutura e dos esforços para o desenvolvimento das aplicações aeroespaciais. Também é externalidade positiva relevante a criação de empresas dedicadas à exploração de competências específicas a partir dos projetos *spin-offs*.

As especificidades dos produtos, dos processos e mercados que compõem o setor também são importantes para definição das formas de participação do Estado. Entre essas características, as mais importantes são a complexidade das tecnologias e os elevados custos e riscos inerentes aos investimentos em P&D, situação em que a ação do Estado é decisiva para o desenvolvimento da produção (VALILA, 2006).

Escopo da Política Industrial

As ações de política pública para o setor aeroespacial abrangem, principalmente, a área de defesa; o programa espacial; os programas científicos e tecnológicos relacionados às aplicações aeroespaciais; e as ações de fomento ao desenvolvimento, produção e comercialização de produtos e serviços para as atividades que compõem o setor.

Na área de Defesa, o elemento crítico é a política de compras militares, incluindo os acordos de compensação – *offsets*; na área espacial destacam-se as diretrizes e os objetivos dos programas; no campo científico e tecnológico, a formação de mão de obra e a infraestrutura; e no fomento, os serviços de apoio e as ações para compartilhamento dos riscos e custos dos projetos. Os orçamentos públicos representam um indicador do esforço da política pública para o desenvolvimento do setor.

Também são elementos importantes, que compõem o escopo das políticas públicas, as ações institucionais voltadas para a abertura dos mercados e acesso aos produtos, insumos e tecnologias, haja vista as restrições internacionais ao acesso às tecnologias e insumos de interesse militar.

1.3.2 Variáveis para análise

Limites do setor

Para os propósitos do presente trabalho, o setor aeroespacial é considerado o conjunto das atividades exercidas pelos integradores finais dos produtos aeroespaciais, *prime contractors*; fornecedores de conjuntos estruturais; integradores de sistemas; fornecedores de partes e peças; subcontratados para fornecimento de produtos e serviços; e prestadores de serviços.

Os produtos finais são aviões e helicópteros de uso civil ou militar; plataformas espaciais, representadas pelos satélites, serviços, e aplicações derivadas, como comunicação e monitoramento para uso civil ou militar; e as aplicações específicas para área de defesa, representadas pelos mísseis. A partir desses produtos, que são conjuntos integrados de subsistemas, organizam-se as cadeias de valor que compõem o que se chama setor aeroespacial, conforme o item A da Figura E.

No Brasil, essas atividades são definidas pelas classes 3041, 3042, e 2651 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), e no Canadá pelas classes 33641, 33642, 33632, 33631, 33633, 48819 e 33291, conforme a *North American Industry Classification System* (NAICS 2007). As atividades que integram a base de outras cadeias de valor não são abordadas no presente trabalho, em razão da inexistência de dados específicos⁴⁴.

Objetivo das políticas

As ações da política para o setor aeroespacial, empreendidas pela PDP, do Brasil, e pela NADF, do Canadá, são observadas em relação aos conteúdos estratégicos predominantes, e têm como referência a taxonomia proposta por Fleury e Fleury (2004) quanto aos objetivos de inserção e diversificação da produção no mercado externo, conforme Item A do Quadro 8.

⁴⁴ Em outras palavras, o escopo do trabalho é limitado às empresas cuja atividade principal é diretamente relacionada às classes de atividades definidas para o setor aeroespacial.

Dessa forma, são considerados, a princípio, objetivos relevantes para inserção e diversificação da produção no mercado externo: a) a criação de novos sistemas de produção no contexto do setor aeroespacial; b) as ações relacionadas ao adensamento da cadeia produtiva; c) a internacionalização das empresas nacionais; e d) o aumento do valor agregado da produção das multinacionais.

Os requisitos das políticas

Os requisitos das políticas compreendem os meios pelos quais se pretende alcançar os objetivos da política industrial. Esses requisitos podem envolver objetivos em termos de produtividade; *inputs* do processo de produção; escala das operações; organização dos processos; e diferenciação, horizontal ou vertical, de produto (MALERBA, 1992).

Para os requisitos referentes à capacidade tecnológica são consideradas as competências: a) básicas, que são as operações básicas de rotinas; b) intermediárias, que consistem na adaptação e na duplicação de rotinas; e c) superiores, que envolvem o desenvolvimento e a implantação de novas rotinas (BELL, 2007), conforme Item B do Quadro 8.

A seletividade das políticas

A análise da seletividade das ações da política industrial aborda a forma como as variáveis empregadas pelas políticas são articuladas para consecução dos objetivos específicos e para coordenação das decisões, como um mecanismo extramercado (SUZIGAN, 1997).

Nesse contexto, considerando as proposições de Malerba (2006), considera-se que as ações das políticas para o setor podem focalizar predominantemente as empresas; os fornecedores de insumos ou prestadores de serviços; a estrutura da cadeia de valor; as instituições de apoio; a demanda; a base de conhecimento estabelecida; e os processos de interação, descritos no Item C do Quadro 8.

Os instrumentos das políticas

Os instrumentos de política industrial compreendem formas pelas quais se processam as ações para consecução dos objetivos setoriais. No caso, essas ações e instrumentos podem ter um caráter sistêmico, influenciando as condições gerais de produção, ou ampliando as possibilidades gerais de produção pelas externalidades positivas (SUZIGAN, 1997).

Assim, consideram-se variáveis sistêmicas os instrumentos relacionados à política de comércio exterior; fomento à produção e ao investimento; defesa da concorrência; propriedade industrial; e regulação do capital estrangeiro. Por sua vez, são considerados instrumentos voltados para geração das externalidades positivas as ações para infraestrutura física; infraestrutura e serviços de base científica e tecnológica; e recursos humanos, ilustrados no Item D do Quadro 8.

Quadro 8 – Constructo analítico

Elaborado a partir de Suzigan (1997), Lefrève (2004), Fleury e Fleury (2004), Malerba (1992 e 2006) e Bell (2007)

2 Método

Neste item são apresentadas as características, procedimentos e decisões metodológicas da pesquisa, incluindo a estrutura para construção das soluções, método de pesquisa e considerações gerais em relação ao procedimento para análise comparada. O capítulo também aborda os aspectos operacionais, como o objeto da análise comparativa; a seleção das variáveis relevantes associadas ao objeto de análise; o processo de coleta de informações; e as bases de dados e informações.

2.1 Considerações metodológicas gerais

A análise da estratégia brasileira para o setor aeroespacial caracteriza-se como um problema de natureza praxiológica, relacionada ao processo decisório em um ambiente institucional em que a pesquisa busca princípios que orientem ações práticas. O problema também é de natureza complexa por ser fundado no comportamento humano, em que a interdependência entre as variáveis e a natureza simultânea dos processos limita as possibilidades de divisão do problema (ABRAMCZUK, 2005).

Em relação à base de conhecimento previamente constituída, o problema de pesquisa abordado pode ser considerado parcialmente estruturado, na medida em que não há um paradigma para análise consolidado na literatura (BERNI, 2002)⁴⁵. Em relação aos objetivos do trabalho, a pesquisa se configura como construção de teoria, pois se concentra na identificação e descrição de variáveis (VOSS; TSILKRIKTSIS; FROHLICH, 2002). A natureza do estudo, no entanto, é essencialmente descritiva, por buscar características fundamentais das variáveis representativas do objeto⁴⁶ (GIL, 2002).

⁴⁵ O problema proposto não pode ser considerado, a rigor, uma questão não estruturada porque os campos teóricos abordados no trabalho são tradicionais na literatura. Contudo, a abordagem multidisciplinar constitui-se um desafio de pesquisa, na medida em que as referências são relativamente limitadas.

A estrutura utilizada para a construção das proposições no trabalho é o método hipotético-dedutivo. Nessa estrutura os fatos são observados como resultado de um processo para o qual são formuladas hipóteses sobre o modelo representativo do processo e deduzidas as implicações (LAVE; MARCH, 1975). As proposições resultantes - a proposta de solução para o problema - dependem da avaliação de sua consistência a partir da observação e de ajustes e aprimoramentos que representam, na prática, novos problemas de pesquisa⁴⁷ (LAKATOS, MARCONI (2001).

O método de pesquisa empregado é o estudo de caso, por ser uma abordagem empírica que tem por objetivo detalhar o conhecimento nas situações em que o problema e o contexto são interdependentes ou não podem ser claramente definidos (YIN, 2001). Destaca-se que esse método é tradicionalmente aplicado nas pesquisas voltadas para a elaboração de hipóteses e questões que subsidiam o desenvolvimento da teoria (CAUCHICK, 2007).

Já o processo de seleção e escolha da referência para análise comparativa foi baseado no princípio das semelhanças contextuais como fundamento para elaboração das proposições a partir da pesquisa (*Method of Agreement*) (AMITAI; FRDEDRIE, 1970). No caso, as semelhanças contextuais entre o setor aeroespacial do Canadá e do Brasil são dadas pelo tamanho da economia, orientação da produção ao mercado internacional, e foco no segmento civil do setor⁴⁸.

⁴⁶ Existem também as chamadas pesquisas explanatórias ou explicativas, que se destinam à compreensão dos elementos e processos determinantes que constituem as relações causais para o problema (GIL, 2002).

⁴⁷ Com isso, compara-se a política canadense para o setor aeroespacial como forma de solução do problema 'a análise comparada da concepção estratégia da política brasileira para o setor aeroespacial', e as considerações em relação às semelhanças e diferenças como conclusões passíveis de serem avaliadas com base na realidade, para compor novos problemas de pesquisa.

⁴⁸ Para mais detalhes sobre as justificativas para a escolha da experiência canadense, ver o item 1.6 na introdução.

O procedimento específico empregado no trabalho, para a análise comparativa, é o que se chama ‘demonstração paralela dos casos’⁴⁹, cuja finalidade é a elaboração de proposições ou teorias por meio de demonstração [(SKOCPOL; SOMERS, 1980). Para tanto, o procedimento depende de um modelo conceitual, que é especificado no item 1.3.

Quanto à natureza da abordagem, a pesquisa é essencialmente qualitativa, em razão do caráter descritivo e pelo emprego dos métodos indutivos, em que se destaca a busca pela compreensão das características e significados dos fenômenos. No entanto, evidências quantitativas são utilizadas para construção dos argumentos que sustentam as proposições sugeridas no estudo.

Quadro 9 – Síntese das especificações metodológicas para o trabalho

Aspectos metodológicos	Definição	Descrição
Características epistemológicas	problema humano (praxiológico)	Interdependência e simultaneidade das variáveis (processo decisório em um contexto institucional)
Estrutura de construção das proposições	método hipotético-dedutivo	Observação para formulação de hipóteses e dedução das implicações
Características teóricas	<i>theory building</i> (problema parcialmente estruturado)	Pesquisa predominantemente descritiva
método da pesquisa	estudo de caso (comparação pela demonstração paralela de casos)	Delhamento do conhecimento (subsídio para elaboração de teorias)
Características da abordagem	predominantemente qualitativa	compreensão das características e significados dos fenômenos

Fonte: Elaborado pelo autor

⁴⁹ Outros procedimentos associados às análises comparativas são contrastes de contextos, cuja finalidade é evidenciar as diferenças recíprocas dos casos em referência e a co-variação dos contextos, voltados para falseamento de proposições, a partir do controle das hipóteses em relação aos fenômenos estudados (SKOCPOL; SOMERS, 1980)

2.2 Aspectos técnicos

2.2.1 O objeto da análise comparativa

O objeto da análise comparativa, a partir do qual se pretende abordar o problema proposto, são os programas de políticas públicas voltados para o setor aeroespacial. No caso, a Política de Desenvolvimento Produtiva (PDP) para o setor Aeroespacial, instituída no Brasil, em 2008, e a *National Aerospace and Defence Framework* (NADF), instituída no Canadá, em 2005.

A PDP e a NADF se caracterizam pelo esforço de articulação de ações e programas desenvolvidos por diferentes instituições públicas federais para consecução dos objetivos definidos para os setores industriais que compõem a indústria aeroespacial. Nesse sentido, essas políticas incluem os processos de coordenação e articulação de uma série de políticas e ações institucionais relacionadas ao setor.

Além disso, o trabalho considera que a PDP e a NADF sejam representativas da concepção estratégica para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá e também, que as políticas locais sejam convergentes com essas diretrizes estratégicas. Cumpre destacar, que as políticas locais não são abordadas diretamente no presente estudo.

O trabalho apresenta também uma evolução do setor aeroespacial e a configuração do sistema de produção do Brasil e do Canadá, tendo como referências as variáveis indicadas no constructo para análise. Com isso, pretende-se situar e ponderar as especificidades das ações junto ao setor e se estabelecer os parâmetros para compreender as eventuais escolhas associadas aos objetivos de política pública.

2.2.2 Materiais e métodos

Para construção das referências empregadas na análise são utilizadas essencialmente fontes de informações secundárias, representadas pelos documentos que envolvem as ações de política para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá; mais especificamente, as informações associadas aos projetos, orçamentos e relatório de acompanhamento que são publicados pelos agentes executores e pelas instituições responsáveis pela coordenação das ações da PDP e NADF.

As fontes secundárias também são utilizadas para descrever as características da produção aeroespacial e os desafios da produção no Brasil e no Canadá; em particular as estatísticas que abordam a evolução da *performance* dos setores de atividades que compõem essa indústria e a literatura que focaliza os desafios para a competitividade nos países, conforme Quadro 10.

O tratamento dos dados no presente trabalho consiste basicamente na reunião, organização e, eventualmente, ajustes das informações e dados de forma a permitir a comparação entre as políticas. A partir disso, essas informações são inseridas nas categorias estabelecidas pelo constructo de análise, tendo como referência o princípio da semelhança para análise comparativa, como mencionado nas diretrizes metodológicas.

Quadro 10 – Fontes básicas de dados para a pesquisa

	indústria da defesa	indústria espacial	indústria aeronáutica
Canada National Aerospace and Defense Framework (NADF)			
Industry Canada			
Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)			
Defence Res and Dev Canada (DRDC)			
Canadian Space Agency (CSA)			
Institute for Aerospace Research (NRC-IAR)			
Industrial Technologies Office (ITO)			
Business Development Bank of Canada (BDC)			
Export Development Canada (EDC)			
Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) para o setor aeroespacial			
Ministério da Defesa (MD)			
Agência Espacial Brasileira (AEB)			
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)			
Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)			
Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)			
Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC)			
Empresa Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)			
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)			

Fonte: elaborado pelo autor

3 O setor aeroespacial no Canadá

Este capítulo, dedicado ao estudo do setor aeroespacial no Canadá, está organizado em três seções. A primeira apresentada a seguir, trata da evolução histórica do setor; a segunda, da configuração atual do sistema de produção; e a terceira, das políticas para essas atividades. Ao final de cada seção são apresentadas as considerações gerais que são utilizadas como referência para as análises comparativas.

3.1 *Evolução do setor aeroespacial*

3.1.1 Histórico

As atividades pioneiras

O marco fundador da indústria aeroespacial no Canadá foi a criação dos laboratórios de observação e meteorologia pela Universidade de Toronto, em meados do século XIX; o voo aeronáutico realizado por J.A.D. McCurdy na província do Quebec, em 1909; e a organização da aviação militar, a partir de 1910 (BROWN, 2008). Também surgiram, no início do século, as atividades civis pioneiras, especialmente na área agrícola, de combate a incêndios e de serviços postais (ESTEY, 2004).

As bases da indústria aeronáutica canadense, no entanto, foram constituídas na 1ª Guerra Mundial, quando o país apoiou a produção de aviões para Inglaterra por meio da *Canadian Aeroplanes Limited*, uma empresa pública cuja produção alcançou cerca de 3 mil unidades (BROWN, 2008). Nesse período também foi organizado o *National Research Council of Canada* (NRC) e os laboratórios que serviram de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento do setor aeroespacial (NRC, 2009).

As primeiras experiências com a criação de projetos ocorreram na década de 20, com a *Canadian Vickers*, que organizou uma divisão para o desenvolvimento de aviões de patrulhamento adequados às características geográficas do país. A *Canadian Vickers* era uma subsidiária da *Vickers Sons and Maxim*, empresa inglesa dedicada à produção de navios militares para marinha canadense, cuja divisão aeronáutica constituiu a base da *Canadiar* (RYCZANOWSKI, 2004).

No final da década 20, a empresa inglesa *De Havilland Aircraft* estabeleceu uma subsidiária dedicada, inicialmente, à produção de aviões militares e para treinamento. Nesse período, a empresa norte-americana *Pratt and Whitney* também instalou uma subsidiária voltada aos serviços de manutenção.

A organização *Canadiar*, ainda como uma divisão da *Canadian Vickers*, em Montreal, na província de Quebec, e da *De Havilland Canada*, em Torondo, província de Ontário, constituíram as bases da produção aeronáutica no país. Com isso, a partir dessas empresas, as regiões do Quebec e Ontário vieram a se consolidar como os principais polos aeroespaciais do País.

Na área espacial, a Universidade de Toronto realizou, nos anos 30, os experimentos meteorológicos e climáticos pioneiros do círculo do Ártico e do fenômeno da Aurora Boreal. A partir desses experimentos foram desenvolvidas as tecnologias de observação terrestre por ondas de rádio tendo como plataformas balões, que constituíram as referências para o desenvolvimento das tecnologias de observação e monitoramento terrestre (CSA, 2009).

A mobilização de Guerra

O envolvimento do Canadá na 2ª Guerra Mundial estabeleceu as condições para consolidação e diversificação das competências fundamentais para a evolução do setor aeroespacial. Nesse sentido, destacou-se a mobilização da base industrial destinada à produção de equipamentos militares para os aliados, e também os esforços para desenvolvimento de novos projetos.

A mobilização envolveu a estatização *De Havilland Aircraft*, investimentos públicos em infraestrutura da divisão aeronáutica da *Canadian Vickers*, que constituiu a *Canadiar*, em 1944; e o licenciamento de direitos de produção de aviões de combate do grupo *Hawker Siddeley*, principal fornecedor aeronáutico para a Inglaterra durante a Guerra (HOTSON, 1999).

Na área de Pesquisa e Desenvolvimento, merece destaque os acordos de cooperação entre o *National Research Council of Canada* (NCR) e institutos de pesquisa da Inglaterra para o desenvolvimento de sistemas de propulsão destinados à *Real Canadian Air Force* (RCAF). A partir desse programa foram estabelecidas as bases tecnológicas de empresas importantes para história da indústria canadense, como a *Avro Aircraft* e a *Orenda Engines*.

Ainda com a mobilização de guerra, a *Pratt and Whitney Canada* passou a apoiar a produção de sistemas propulsores aeronáuticos para a *Pratt and Whitney* norte-americana. O período também foi marcado pela organização de empresas voltadas à produção de partes, peças e serviços de apoio, como a *Heroux Devtek Inc*, que foi fundamental para o reposicionamento da indústria com o final da Guerra.

Assim, a produção aeronáutica no Canadá aumentou de cerca de 40 aviões ao ano, no final dos anos 30, para cerca de 4 mil unidades no início dos anos 40, envolvendo a mobilização de um total de 116 mil trabalhadores. Durante o período de Guerra, a estimativa é que a produção total tenha alcançado 16,5 mil aviões, com destaque para o modelo inglês conhecido como ‘mosquito’. Também foram formados 130 mil pilotos para as forças aliadas (BROWN, 2008).

A inserção na base industrial de defesa norte-americana

Com o final da 2ª Guerra, a possibilidade de acesso ao mercado norte-americano da defesa permitiu que as empresas canadenses se dedicassem às oportunidades no segmento de componentes, peças e serviços de manutenção, que consolidaram o país como um fornecedor de classe mundial⁵⁰. Também foi importante a oportunidade para o desenvolvimento de novos projetos aeronáuticos e aplicações de engenharia espacial, no final dos anos 50, a partir da chamada ‘corrida espacial’ da Guerra Fria.

Nesse contexto, a *De Havilland Aircraft* voltou-se para os projetos de aeronaves de pequeno porte, que foram precursores dos equipamentos que revolucionaram a aviação regional⁵¹, e a *Pratt and Whitney Canada* assumiu a responsabilidade pelo desenvolvimento de sistemas propulsores para esses projetos. A *Canadian Aircraft Electronics* (CAE), que iniciou suas atividades prestando serviços de manutenção em equipamentos de comunicação, desenvolveu suas competências básicas em simulação a partir de um contrato de transferência de tecnologia com uma empresa norte-americana.

No segmento espacial, os laboratórios de rádio e eletrônica, que reuniam competências em telecomunicações, foram integrados e passaram a ser administrados pelo *Defence Research Board*, em 1952. No final da década de 50 o País firmou uma série de acordos com os Estados Unidos, que consolidaram as competências básicas nas atividades espaciais⁵², com destaque para um Centro dedicado ao lançamento de foguetes para estudos da atmosfera, criado em Manitoba. Nesse período, o Canadá também se firmou com fornecedor de subsistema de telecomunicações, especialmente antenas, para o programa espacial norte-americano (CSA, 2009).

⁵⁰ O Canadá, como parte da base industrial de defesa norte-americana, não está sujeito às restrições ao acesso às tecnologias críticas, que envolvem também máquinas, equipamentos e insumos, definidos pelo *US International Traffic in Arms Regulations* (ITARs).

⁵¹ A tecnologia conhecida como *short-takeoff-and-landing* (STOL), que caracteriza os aviões regionais e foi empregada originalmente no modelo *De Havilland Beaver*, foi desenvolvida no contexto de um projeto para força área canadense (RYCZANOWSKI, 2004)

⁵² Em 1958 o Canadá lançou sua primeira carga científica, no contexto de programa de cooperação com os Estados Unidos; em 1959 a empresa canadense *Bristol Aerospace* produziu o primeiro foguete sonda canadense (CSA, 2009).

Assim, em 1962, com o programa ALOUETTE, voltado para estudos atmosféricos, o Canadá se tornou o terceiro país a contar com satélites, depois dos Estados Unidos e da Rússia. Nesse mesmo ano foi lançado o RELAY-1, um satélite com plataforma de comunicação, desenvolvido por uma empresa canadense, e em 1965 o INTELSAT 1, primeiro satélite para comunicações comerciais, operado pela *Canadian Overseas Telecommunications Corporation* (CSA, 2009).

No entanto, como contrapartida ao acesso à base industrial de defesa norte-americana, o Canadá abandonou os projetos de desenvolvimento de aviões militares e sistemas de armas. Esses projetos militares, financiados pelo orçamento da defesa canadense, eram empreendidos pela *Avro Aircraft*⁵³, empresa criada em 1945, para desenvolver a tecnologia de propulsão, cujas diretrizes foram estabelecidas pelo projeto de cooperação entre NRC e institutos de pesquisas da Inglaterra (GARDNER; LOLONDE, 2009).

A *Canadiar*, por sua vez, que havia sido organizada como uma empresa independente da *Canadian Vickers* em 1944 dedicou-se, com o final da Guerra, à produção de aviões de patrulhamento marítimo para o RCAF. Em 1946, a empresa foi adquirida pela norte-americana *Electric Boat*, tornando-se parte do grupo *General Dynamics Corporation* em 1952. Com isso, a empresa voltou-se à produção de aeronaves militares sob encomenda, particularmente Douglas DC-4 e DC-6, a partir do qual desenvolveu uma versão civil conhecida como Northstar. (PICKLER; MILBERRY, 1986)

⁵³ No final dos anos 50, quando as atividades da *Avro Aircraft* foram encerradas, a empresa contava com 14 mil empregados e um dos projetos mais sofisticados de caça supersônico, conhecido como Iroquois, e sistemas de propulsão (CF-105) (GARDNER; LOLONDE, 2009).

Reposicionamento estratégico dos anos 70

No contexto do acirramento da concorrência, com a recuperação da economia da Europa, nos anos 60, a reestruturação da indústria canadense foi considerada um ponto crítico para o País. As justificativas principais eram que a vinculação aos EUA tornava a indústria canadense suscetível à dinâmica do mercado norte-americano, e que a grande participação das multinacionais condicionava a lógica do processo decisório às variáveis externas.

Assim, no final dos anos 60 o Ministério da Indústria foi organizado no Canadá com o intuito de implementar uma estratégia para superação das limitações estruturais ao desenvolvimento industrial do país. O setor aeroespacial, assim como os setores de telecomunicações, energia nuclear e processamento de dados, foi considerado estratégico para o desenvolvimento econômico.

No caso do setor aeroespacial, o objetivo das ações foi o reposicionamento estratégico no contexto da consolidação da indústria na década de 70. Com isso, o principal programa de fomento – o *Defence Industry Productivity Program* (DIPP), criado em 1959 – foi deslocado da área de defesa para o novo Ministério da Indústria, levando o setor a ser objeto da política industrial.

Também foi criado o Ministério das Comunicações, que incorporou os projetos desenvolvidos pelo *Defence Research Telecommunications Establishment* e organizou a empresa pública *Telesat Canada*, dedicada ao desenvolvimento e exploração das tecnologias em telecomunicações.

Assim, na área de monitoramento, o Comitê Interdepartamental para Espaço do Canadá organizou em 1969 o programa ISIS, em substituição ao programa ALOUETTE, que envolveu o lançamento de dois satélites e criou, em 1971, a infraestrutura em solo para o processamento das informações, denominado *Canada Centre for Remote Sensing* (CCRS). A partir de um convênio com a NASA para o projeto norte-americano SURSAT, firmado em 1978, foi desenvolvida a tecnologia de monitoramento por imagens que serviu de base para a tecnologia RADARSAT (CSA, 2009).

Na área de comunicação via satélite a *Telsat Canada* firmou, em 1970, um acordo com a empresa norte-americana *Hughes Aircraft Corp* para o desenvolvimento do programa ANIK, que envolveu o lançamento de 3 satélites e fizeram do Canadá o primeiro país a possuir e operar satélites de comunicação voltados para o mercado civil. Em 1971, a empresa firmou um acordo com NASA para o programa experimental de telecomunicações, denominado programa HERMES, que envolveu o lançamento de um satélite para telefonia e transmissão de televisão e de aplicações experimentais em telemedicina. Em 1972 foi organizado o laboratório de integração *David Florida Laboratory* como suporte ao programa HERMES (CSA,2009)

Na área de robótica, o Canadá assumiu, em 1974, o desenvolvimento e construção do *Shuttle Remote Manipulator System* (SRMS), a partir do qual foi criado um braço mecânico utilizado pelo programa espacial norte-americano, conhecido como *Canadiarm*. Esse programa, contou com a participação do NRC *Aerospac*e e das empresas CAE e *Spar Aerospace*, atual EMS technology (CSA, 2009).

No setor aeronáutico, a estatização da *De Havilland Canada*, em 1974, e da *Canadiar*, em 1976, foram marcos do esforço para redefinição das condições para o desenvolvimento industrial no País. No caso, ao assumir o controle dessas empresas, o Estado procurou garantir a autonomia no desenvolvimento dos projetos das aeronaves de pequeno porte (WOLF, 1999)⁵⁴.

⁵⁴ As competências para o desenvolvimento de integração de sistemas foram constituídas no contexto do programa *Canadair Challenger business Jet*, desenvolvidos no final dos anos 70, que envolveram investimentos de cerca de US\$ 1 bilhão estimados para o ano de 1982. O desenvolvimento comercial desse projeto foi assumido pela *Bombardier* em 1986, quando da privatização da *Canadiar* (WOLF, 1999).

Também no contexto do reposicionamento da indústria, foi criado um plano de atração de empresas com a finalidade de aumentar o nível de integração do sistema de produção canadense. Entre os desdobramentos desse projeto, o mais importante foi a organização da *Bell Helicopter Textron Canada* (BHTC), empresa subsidiária da norte-americana *Bell Helicopter Textron*, que passou a dedicar-se à produção de helicópteros civis a partir de meados dos anos 80.

O enfoque da competitividade da década de 80

O início dos anos 80 foi marcado por uma recessão econômica severa no Canadá, associada ao contexto do choque do petróleo, no final da década de 70, e à política norte-americana restritiva de equilíbrio do balanço de pagamentos. Com isso, uma série de limitações foi imposta ao desenvolvimento dos grandes projetos no setor aeroespacial, de telecomunicação, processamento de dados e energia nuclear, que haviam norteado a estratégia de desenvolvimento industrial do Canadá nos anos 70.

No setor aeroespacial, a crise econômica representou uma crise financeira de grandes proporções, que envolveu particularmente as empresas *Canadiar* e *De Havilland*, cujo controle havia sido assumido pelo Estado, em meados dos anos 70, como já mencionado. No caso da *Canadiar*, o saneamento financeiro da empresa envolveu aportes públicos estimados em US\$ 1,4 bilhão nos primeiros anos dos anos 80 (RYCZANOWSKI, 2004).

A partir de meados dos anos 80, a reorganização e a expansão dos mercados internacionais promoveram uma mudança no foco da política industrial, que passou a privilegiar as ações sistêmicas e a concepção de estratégias a partir do mercado, tendo como objetivo fundamental a competitividade⁵⁵. Com isso, a ação direta do Estado nos setores industriais, no contexto da política conhecida como escolha dos vencedores, foi substituída por iniciativas associadas às agendas políticas liberais tradicionais.

⁵⁵ Cumpre salientar que em 1987 foi firmado o acordo de livre comércio entre o Canadá e EUA, que serviu de base para a criação do Tratado Norte-Americano de Livre Comércio (NAFTA), em 1992.

No caso do setor aeroespacial, apesar do reconhecimento da importância dos subsídios para competitividade, em razão das características da produção internacional, a política foi orientada para coordenação, financiamento das exportações e apoio às tecnologias em que oportunidades de mercados fossem claras. Nesse contexto, as empresas integradoras controladas pelo Estado foram privatizadas em 1986, sendo a Canadiar, adquirida pelo grupo canadense *Bombardier* e a *De Havilland Canada* pela *Boeing*.

Ainda no final da década de 80, a *Bombardier* assumiu o controle da *De Havilland* e incorporou suas operações à sua divisão aeroespacial. Assim, com base nos projetos criados nos anos 80, a empresa empreendeu o desenvolvimento comercial das aeronaves de 50/90 lugares, com sistema de propulsão turboélice, que revolucionaram os transportes regionais.

Também se destacou, no final dos anos 80, a produção de helicópteros comerciais pela BTHC e a expansão no mercado internacional de simuladores da CAE; e na área espacial, a consolidação do Canadá no segmento das aplicações de engenharia para telecomunicações, monitoramento e sensoriamento (GARDNER; LOLONDE, 2009).

A consolidação do Canadá como uma liderança em satélites de telecomunicações se deu com o fornecimento de subsistemas e integração da plataforma do OLYMPUS, um projeto europeu de grande porte, desenvolvido a partir de um acordo de cooperação firmado com a *European Space Agency* (ESA), em 1979. Em 1986 o Canadá também firmou um acordo para o desenvolvimento de satélites com o Japão e, em 1987, a *Spar Aerospace* produziu para o Brasil o primeiro satélite de comunicação sob encomenda, chamado BRASILSAT (CSA, 2009).

O desenvolvimento das aplicações de engenharia e tecnologia espaciais para comunicações, incluindo os serviços de *broadcasting*, foi propiciado pela continuidade do projeto canadense ANIK, que envolveu o lançamento de 4 dos satélites na década de 80. A diversificação dos serviços se deu pelo investimento no desenvolvimento do sensoriamento remoto, que constituiu as bases do projeto RODOSAT, e também pelo programa para o astronauta canadense, realizado em parceria com a NASA.

Em meados dos anos 80 o Canadá aderiu, ainda, ao projeto da plataforma espacial norte-americana, que envolveu a organização de um importante centro de pesquisas chamado *Centre for Research in Earth and Space Technology* (CRESTech). Com isso, a *Spar Aerospace* se tornou, em 1988, *prime contractor* para um subsistema da estação Chamado *Mobile Servicing System*, que envolveu investimentos de US\$ 1,2 bilhão em desenvolvimento de tecnologias relacionadas à robótica (CSA, 2009).

Inserção no mercado internacional nos anos 90

O final da Guerra Fria, nos anos 90, foi acompanhado por uma reorganização do setor, marcada pelos movimentos de fusões, internacionalização da produção e acirramento da concorrência⁵⁶. Com isso, o posicionamento do Canadá no mercado internacional ganhou importância estratégica, ainda que o acesso privilegiado à base de defesa norte-americana representasse um diferencial fundamental para a indústria constituída. Nesse período, também se consolidou, no Canadá, a percepção quanto à importância das inovações de base tecnológica para o desenvolvimento das vantagens competitivas.

⁵⁶ Para mais detalhes sobre a evolução do setor com o final da Guerra Fria ver o item 3.1.1.

Assim, a inserção no mercado internacional e o desenvolvimento das novas tecnologias passaram a ser privilegiados pelas políticas públicas, cujas novas diretrizes foram estabelecidas com a substituição do *Defence Industry Productivity Program* (DIPP), em 1995, pelo *Technology Partnership Program* (TPC)⁵⁷, um programa destinado ao financiamento dos investimentos de pesquisa e reorganização industrial.

Na área espacial, a criação da *Canadian Space Agency* (CSA), em 1989, promoveu a diversificação dos mercados e o desenvolvimento de aplicações inovadoras, com base em um orçamento de investimento de C\$ 2,4 bilhões, que contava com aportes das províncias canadenses e da iniciativa privada⁵⁸.

Com isso, os anos 90 foram marcados pelos esforços de reposicionamento no mercado e internacionalização das principais empresas do setor aeroespacial canadense. Nesse sentido, o Grupo *Bombardier* incorporou a empresa norte-americana *Learjet* e a empresa inglesa *Shorts Brothers*; as operações da *Spar Aerospace* foram absorvidas pela *Electromagnetic Sciences* (EMS) e pela *MDA*; a *Magellan Aerospace* e a *Héroux-Devtek* constituíram suas configurações atuais a partir da incorporação de empresas, reestruturações patrimoniais e diversificação das atividades; e a *Telesat Canada*, pioneira na área de operação de satélites, foi privatizada em 1992⁵⁹.

No segmento aeronáutico destacaram-se: a) o desenvolvimento de novas famílias de produtos para o mercado internacional, empreendido pela *Bombardier* no segmento de jatos executivos, b) desenvolvimento do mercado para os aviões regionais; c) novos projetos para helicópteros civis desenvolvidos pela BTHC; e d) novas famílias de sistemas de propulsores de pequeno porte pela PWC. Todos esses projetos contaram com investimentos do Governo, por meio do *Technology Partnership Program* (TPC).

⁵⁷ O TPC foi objeto da controvérsia na OMC entre o Canadá e o Brasil, no final dos anos 90

⁵⁸ O programa RADARSAT, por exemplo, contou com investimentos de C\$ 52,9 milhões realizados pelas províncias de Quebec, Ontario, Saskatchewan e British Columbia; C\$ 80 milhões aportados pela MDA; e a contribuição de C\$ 330 milhões do Governo Federal, através do o programa *Advanced Communications research program* (CSA, 2009).

⁵⁹ A descrição das principais empresas canadenses do setor é apresentada no Aapêndice A

Na área espacial, a renovação do acordo com a *European Space Agency* (ESA), que elevou o Canadá ao *status* de membro cooperativo, possibilitou a sua participação como fornecedor de subsistemas para projeto IRIDIUM, uma constelação de 66 satélites para comunicações globais⁶⁰. Os convênios com a Rússia, em 1991, e com China, em 1995, foram marcos do esforço de internacionalização (CSA, 2009).

Na área de novas tecnologias destacaram-se, na década de 90, a formação de competências em: a) satélites estacionários, a partir de uma parceria entre a empresa Spar Aerospace e a norte-americana *Hughes Aircraft*; b) foguetes lançadores pela Bristol Aerospace, no contexto dos projetos da *Canadian Space Agency Rocket* (CSAR); c) instrumentos de análise científica para pesquisa em microgravidade e nanotecnologia, que compunham o projeto do satélite científico SCISAT; e d) tecnologias de telemetria e recebimento de dados de apoio do projeto RODOSAT, um satélite comercial de monitoramento e sensoriamento que entrou em operação em 1995 (CSA, 2009).

O enfoque sistêmico dos anos 2000

No início dos anos 2000 o setor aeroespacial canadense contava com importantes desafios, como o desenvolvimento de competência em integração de sistemas, a criação de vantagens competitivas baseada em novos produtos e processos e a reposição de mão de obra. Com a crise do setor aeroespacial, a partir dos atentados de 11 de setembro de 2001 nos EUA, esses desafios tornaram-se prioridade para a política pública.

⁶⁰. Entre 1980 e 2009 foram celebrados 350 contratos e receitas de C\$ 220 milhões no contexto do convênio de cooperação com a *European Space Agency* (ESA). O Canadá era o único país não europeu que compunha esse programa (CSA, 2009).

Assim, em 2005, foi instituída uma nova diretriz para o setor, denominada *National Aerospace and Defence Framework (NADF)*, na qual o desenvolvimento da competitividade e a inserção nas cadeias globais de valor passariam a ser perseguidas a partir dos princípios específicos, tendo como referência uma estratégia definida de forma cooperada com os agentes do setor. Entre os desdobramentos dessa política destaca-se a substituição, em 2007, do *Technology Partnership Program (TPC)* por um programa denominado *Strategic Aerospace and Defence Initiative (SADI)*.

O período também foi marcado pela retomada dos investimentos públicos em projetos de comunicação e monitoramento e projetos militares, que foram importantes para o desenvolvimento de novas competências. Houve também um esforço de mobilização das instituições relacionadas ao setor, como NRC CSA e RCAF; e o apoio às instituições civis, como *Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Quebec (CRIAQ)*.

No segmento aeronáutico, a estratégia de reposicionamento da Bombardier com o projeto CSeries, voltado para o desenvolvimento de mercado de aviões 110/150, constituía-se no mais importante desafio da indústria canadense⁶¹. Esse projeto, cujo período de desenvolvimento está previsto entre 2008 e 2013, tem um orçamento de investimento de C\$ 2 bilhões e conta com participação do Governo, na forma de recursos reembolsáveis de C\$ 750 milhões.

No segmento de sistema de propulsão, a adequação às normas ambientais internacionais para o setor, em relação à emissão de poluentes e ruídos, promoveu o desenvolvimento de uma nova família de turbinas de pequeno porte, liderada pela PWC, e os esforços para o desenvolvimento de combustíveis alternativos impulsionaram os investimentos.

⁶¹ O CSeries se constitui um projeto específico para o segmento de 110 e 150 lugares, que é explorado pela redução de escala de projetos de grande porte, no caso, a família 737 da Boeing e A320 da Airbus, ou aumento da escala de projetos de pequeno porte, no caso da ERJ 170 da Embraer. O seu pressuposto é que a elaboração de um projeto específico, associado ao emprego intensivo da tecnologia aeronáutica, oferecesse uma economia de cerca de 20% nos custos de operação dos serviços (Bombardier, 2008).

Na área de satélites, o período foi marcado pelo desenvolvimento do programa de microsatélites, em parceria com universidades e empresas privadas, e pelo lançamento, em 2004, do projeto CASSIOPE uma plataforma de satélites multiusos, para observação terrestre, exploração geológica e distribuição de informação. A agência canadense também aderiu ao projeto de exploração científica de Marte, em parceria com a agência europeia.

Em 2005 foi lançado o satélite de telecomunicações *Telesat Canada* ANIK F2, dedicado às aplicações de Internet, telemedicina e serviços de informação para regiões remotas do Canadá; e o segundo satélite do projeto de monitoramento RADARSAT, cujos investimentos em equipamentos foram de C\$ 37 milhões. Em 2008 foram confirmados investimentos de C\$ 40 milhões no desenvolvimento de mais 3 satélites do programa RADARSAT, para organização de uma constelação de satélites de monitoramento ambiental e um projeto de monitoramento de asteróides, cometas e da trajetória dos satélites em órbita, denominado NEOSSat.

Na área de robótica o período foi marcado pelo desenvolvimento de subsistemas para a estação espacial internacional e do projeto do telescópio norte-americano *James Webb Space Telescope* (JWST), que deverá ser lançado pela NASA em 2011.

3.1.2 Considerações sobre a evolução do setor no Canadá

A capacidade de produção no setor aeronáutico foi desenvolvida no Canadá no contexto da mobilização da 2ª Guerra Mundial, em um processo ancorado em acordos de cooperação, transferência de tecnologia e grande participação de empresas internacionais. Com o final da Guerra, o acesso ao mercado da defesa norte-americano permitiu que as empresas canadenses se dedicassem às oportunidades no segmento de componentes, peças e serviços, que consolidaram o país como um fornecedor de classe mundial.

A aproximação à base industrial da defesa norte-americana e os acordos de cooperação militar, firmados no pós-guerra, permitiram, ainda, que o Canadá participasse de vários projetos em cooperação com os EUA para o desenvolvimento de aplicações na área espacial. Dessa forma, foram organizadas as competências básicas posteriormente empregadas nas áreas de comunicação e monitoramento.

Como contrapartida ao acesso à base industrial de defesa e à participação no programa espacial norte-americano, o Canadá abandonou os projetos para o desenvolvimento de sistemas de armas independentes. E mais, a vinculação à dinâmica do mercado norte-americano e a grande participação das multinacionais na cadeia produtiva condicionava a lógica do processo decisório às variáveis externas.

Como forma de superar a crise no final dos anos 60 e garantir as condições de autonomia no desenvolvimento de projetos aeroespaciais, o Estado, entre 1970 e 1985 atuou de forma direta, com a estatização das principais empresas, na indústria aeronáutica, e criação de empresas públicas, na indústria espacial. Com isso, as ações junto ao setor passaram a ser pautadas pelo Ministério da Indústria em substituição ao Ministério da Defesa, tendo como referências princípios específicos de política industrial setorial.

Entre as características das ações junto ao setor no período de 1970 e 1985 se pode evidenciar o foco nos investimentos, no desenvolvimento de projetos de aviões de pequeno porte; o desenvolvimento de aplicações espaciais para uso civil; e o esforço de atração às empresas estrangeiras para aumento da integração do tecido produtivo. O foco da produção aeroespacial permanecia no mercado norte-americano, conforme Quadro 11.

Desde meados dos anos 80, as mudanças nas diretrizes políticas no Canadá promoveram uma reorientação no foco da política industrial, que passou a privilegiar as ações sistêmicas e a orientação estratégia a partir do mercado, tendo como objetivo fundamental a competitividade. Com isso, a ação direta do Estado nos setores industriais foi substituída por uma série de iniciativas voltadas à coordenação, que no caso do setor aeroespacial se concentrou no financiamento das exportações e das pesquisas em tecnologias básicas.

Nos anos 90 a política para o setor passou a privilegiar a internacionalização e as oportunidades da expansão e diversificação dos mercados internacionais com o final da Guerra Fria. Nesse período também se consolidou, no Canadá, a percepção quanto à importância do desenvolvimento das vantagens competitivas dinâmicas, baseadas em inovações de base tecnológica, e o posicionamento no mercado internacional em um ambiente marcado pela competição crescente.

O marco dessa reorientação da política voltada à expansão e diversificação nos mercados internacionais foi a substituição do *Defence Industry Productivity Program* (DIPP) pelo *Technology Partnership Program* (TPC), em 1995. Esse programa, destinado ao financiamento de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias básicas, foi objeto de controvérsia na Organização Mundial do Comércio (OMC), que envolveu o Canadá e o Brasil no final dos anos 90.

A crise no setor aeroespacial, no início dos anos 2000, promoveu uma nova inflexão na política para o setor aeroespacial no Canadá, com a retomada de políticas industriais setoriais voltadas para a construção de competitividade sistêmica, conforme Quadro 11. Os objetivos gerais dessas ações eram promover o desenvolvimento de competência em integração de sistemas; a criação de vantagens competitivas baseadas em novos produtos e processos; e a reposição de mão de obra.

Para tanto, em 2005 foi instituída uma nova diretriz para o setor, denominada *National Aerospace and Defence Framework* (NADF), na qual o desenvolvimento da competitividade e a inserção nas cadeias globais de valor passariam a ser perseguidas a partir dos princípios específicos, tendo como referência uma estratégia definida de forma cooperada com os agentes do setor. Entre os desdobramentos dessa política destaca-se a substituição, em 2007, do *Technology Partnership Program* (TPC) por um programa, denominado *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI).

No Quadro 11 é apresentada a evolução da política para o setor aeroespacial canadense, tendo como base os princípios para competitividade e o foco prioritário do mercado. Com isso, observa-se que as políticas para o setor aeroespacial no Canadá amparadas em princípios gerais para competitividades foram predominantes entre 1985 e 2005, período em que o foco do mercado se deslocou da base industrial de defesa norte-americana para as cadeias internacionais de valor. As políticas amparadas em princípios específicos, fundadas em estratégias, instituídas entre 1970 e 1985, foram retomadas, como forma de promover o desenvolvimento da competitividade, a partir de 2005, através da NADF.

Quadro 11 - Evolução das políticas para o setor aeroespacial no Canadá

Inserção da produção aeroespacial a partir da base industrial de defesa dos EUA (entre 1950 e 1995)		Inserção da produção aeroespacial nas cadeias internacionais de valor (a partir de 1995)	
Princípios específicos para competitividade (1970-1985)	Princípios gerais para competitividade (1985-1995)	Princípios gerais para competitividade (1995-2005)	Princípios específicos para competitividade (a partir dos anos 2005)
Defence Industry Productivity Program (DIPP)		Technology Partnership Program (TPC)	Strategic Aerospace and Defence Initiative (SADI)

Fonte: Elaborado a partir da literatura

3.2 Configuração do sistema de produção

Considerando os elementos básicos que constituem os sistemas setoriais de produção e inovação, propostos por Malerba (2006), são apresentados nos itens que seguem as características das empresas, outros atores e instituições que compõem o setor aeroespacial do Brasil e do Canadá, e também as características da demanda, os campos de conhecimento e o processo de interação. Com isso, pretende-se estabelecer as referências para a comparação entre Brasil e Canadá, nos termos propostos.

3.2.1 Competências

No subitem seguinte são descritas as competências constituídas pelo setor aeroespacial canadense, com base no cadastro de empresas organizado pelo Ministério da Indústria Canadense (*Industry Canada*) para o ano 2009. São indicadas, também, as competências de destaque no mercado internacional, a partir das informações organizadas pela agência de investimentos do Canadá (*Invest Canada*).

No final do item, seguindo as diretrizes propostas por Malerba (2006), são elaboradas as considerações gerais relacionadas às características da base do conhecimento empregada no sistema de produção e inovação, ilustrada com dados referentes às patentes requeridas no Canadá para o setor aeroespacial. Os dados e informações apresentados foram organizados com base na estrutura proposta para análise, em que as atividades são agregadas nas categorias: a) indústria aeronáutica; b) indústria espacial; e c) aplicações na área de defesa⁶².

⁶² Para mais detalhes da estrutura de análise para a indústria aeroespacial ver o item 1.1.

Segmentos industriais

Indústria

Na indústria aeronáutica o Canadá conta com dois importantes integradores finais ou *prime contractors*: a *Bombardier Aerospace* e a *Bell Textron Canada* (BTC). Em 2009 a *Bombardier* era a terceira maior montadora aeronáutica, depois da empresa norte-americana *Boeing* e do consórcio europeu *Airbus*; era a líder do segmento de jatos executivos e a principal concorrente da Embraer no segmento de aviões regionais. A BTC, subsidiária da empresa norte-americana Bell Textron, dedicava-se à produção de helicópteros civis, com uma participação, em 2009, de 20% do mercado⁶³.

Além dos integradores finais de aeronaves, o Canadá reúne competências em todos os principais segmentos da atividade da indústria aeronáutica. De acordo com o cadastro de empresa do *Industry Canada* havia, em 2009, 192 empresas que atuavam com produção de sistemas aeronáuticos; 149 com estruturas aeronáuticas; 66 com motores; 171 com manutenção; 82 com serviços; 230 com o processamento de metais; 79 com materiais compósitos e plásticos; e 54 empresas com testes e treinamentos.

Na área de sistemas aeronáuticos há produção organizada em sistemas elétricos, hidráulicos e para combustíveis; sistemas de controle de voo, navegação e comunicação aeronáutica; entre outros, ilustrados no Quadro 12. Nesse segmento destacam-se as competências em sistemas de controle ambiental e sistemas de aterrissagem para aviões de grande porte, reunidas, respectivamente, pelas empresas Honeywell e Goodrich, Messier-Dowty, que detinham 60% de seus mercados em 2009.

⁶³ Para mais detalhes, ver o perfil das empresas no anexo do trabalho.

No segmento de estruturas aeronáuticas há competências estabelecidas nas áreas de *actuators*, *bearings*, cabos, *fasteners*, grandes componentes aeronáuticos, painéis e válvulas. Havia também empresas dedicadas ao interior das aeronaves, no segmento de painéis. O destaque desse segmento, de acordo com a *Invest Canada*, era a empresa NMF Canadá, líder mundial no processamento de grandes painéis para asas.

No segmento de motores a *Pratt & Whitney Canada* (PWC), subsidiária da empresa norte-americana *Pratt & Whitney*, é líder no segmento de pequenas turbinas a gás. Havia, no entanto, 38 empresas dedicadas à produção de motores e componentes da aeronáutica; competências constituídas em subsistemas componentes como unidades auxiliares de energia, Engine Nacelles, e sistemas de exaustão e ignição, conforme Quadro 12.

As competências constituídas em manutenção, reparo e revisão - *Maintenance, Repair and Overhaul (MRO)* – são mais tradicionais do setor aeroespacial canadense e abrangem serviços de aeronaves, subsistemas, componentes, e motores. Entre as empresas com competência reconhecida internacionalmente está a *Standard Aero*, a maior prestadora de serviços de MRO independente para pequenas turbinas a gás.

A indústria aeronáutica canadense também reúne competência em infraestrutura, equipamentos para navegação e controle de tráfego aéreo e treinamento e testes. O destaque nesse segmento é a empresa *Canadian Aviation Electronics Limited* (CAE), líder em simuladores, para aplicações aeroespaciais civis, e uma das maiores empresas formadoras de pilotos.

A indústria conta, ainda, com empresas especializadas em manufatura de precisão para indústria aeroespacial em compósitos, plásticos e metais. Entre as empresas desse segmento os destaques são a *Haley Industries*, considerada uma das fundições mais modernas em operação; e a *Composites Atlantic*, especializada em compósitos avançados para aeronaves comerciais, estruturas espaciais e aplicações militares.

Quadro 12 - Canadá: número de empresas por segmento de atuação na indústria aeronáutica (em 2009)

Sistemas aeronáuticos		Estruturas aeronáuticas	
Aviônicos	56	Actuators	17
Cockpit Display Systems	24	Rolamentos	9
Sistemas de comunicação	40	Cabos	12
Sistemas elétricos	27	Fios elétricos	21
Sistemas de controle ambiental	16	Fasteners	16
Sistemas de controle de voo	28	Grandes componentes aeronáuticos	49
Sistemas de combustíveis	18	Painéis	20
Sistemas hidráulicos	17	Válvulas	13
Sistemas de aterrisagem e componentes	47		
Sistemas de navegação	28		
Sistemas de segurança	30		
Motores		Manutenção, reparo e revisão (MRO)	
Unidades auxiliares de energia	12	Manutenção e reparo de aeronaves	73
Engine nacelles	11	Manutenção e reparo de subsistemas e comp.	73
Motores e componentes	39	Desenvolvimento de reparos avançados	22
Sistemas de exaustão	10	Manutenção e reparo de motores	39
Sistema de ignição	5		
Serviços aeroespaciais		Interior das aeronaves	
Navegação e controle de tráfego aéreo	29	Mobiliário interior	19
		Painéis interiores	26
Testes, treinamento e equipamentos		Metal Fabrication, Machining and Processing	231
Simuladores	21	Compósitos e Plásticos	79

Fonte: Industry Canada (2009)

Indústria espacial

Na indústria espacial, o Canadá é reconhecido pelo domínio de competências no desenvolvimento de aplicações específicas para monitoramento e sensoriamento remotos, particularmente no processamento de imagens; em aplicações voltadas para navegação e comunicação por satélites; e nos segmentos de equipamentos e instrumentos para experimentos científicos e robótica espacial.

Em 2009 o país participava como fornecedor de soluções para a maior parte dos programas espaciais e projetos comerciais nessas áreas, com convênios de cooperação ou subcontratação para fornecimento de sistemas e serviços. Entre os projetos que contavam com a participação canadense destacam-se a estação espacial internacional; o projeto de exploração científica de Marte; e projeto do telescópio espacial norte-americano *James Webb Space Telescope*.

De acordo com a *Industry Canada*, há competências constituídas no setor espacial em Engenharia, P&D e serviços técnicos; infraestrutura de solo; manufatura e testes de equipamentos; materiais e componentes padronizados; e outros, ilustrados no Quadro 13. Os destaques internacionais são as competências em sistemas robóticos e antenas, reunidas pelas empresas *EMS* e *MD Robotics*; os subsistemas de microondas espaciais da empresa *COM DEV*; os sistemas de recebimentos e processamento de informações da MDA; e a operação de sistemas de telecomunicação da Telesat.

Em razão de acordos militares firmados pelo Canadá no pós-guerra e a estratégia de inserção no setor aeroespacial, o país não reúne competências representativas em veículos lançadores, foguetes para as plataformas espaciais, concentrando suas atividades nas aplicações civis,

Quadro 13 - Canadá: número de empresas por segmento de atuação na indústria espacial (em 2009)

Atividades do setor espacial	
Business Services	65
Engenharia, P&D e serviços técnicos	85
Infraestrutura de solo	38
Manufatura e testes de equipamentos e sistemas	70
Materiais e componentes padronizados	27
Aplicações espaciais	26
Sistemas e equipamentos espaciais	40
Subcontratação de serviços de manufatura	43

Fonte: Industry Canada (2009)

Aplicações para defesa

Na área de defesa, a indústria canadense não se destaca por reunir competências em produtos ou serviços específicos, nem por se concentrar historicamente nas aplicações militares. Nesse contexto, as aplicações para área de defesa se concentram nos subsistemas e serviços de apoio em que o Canadá reúne competências, e cuja natureza da aplicação também é de interesse civil, o que caracteriza as chamadas tecnologias de uso dual.

De acordo com o *Industry Canada*, as competências na área de defesa se concentravam nos segmentos de aviônicos e sistemas eletrônicos aeronáuticos; estruturas e sistemas de propulsão aeronáuticos; armamento e munição; sistemas e comunicação; manutenção, reparo e revisão (MRO); apoio ao pessoal; e simulação. Os destaques internacionais eram as competências específicas em aviônicos e serviços de MRO.

Quadro 14 - Canadá: número de empresas por segmento de atuação na indústria da defesa (em 2009)

Aplicações para área de defesa	
Aviônicos e sistemas eletrônicos aeronáuticos	132
Estruturas e sistemas de propulsão aeronáuticos	69
Armamento e munição	19
Sistemas e comunicação	37
Manutenção, reparo e revisão (MRO)	77
Outras aplicações	53
Apoio ao pessoal	24
Simulação	21

Fonte: Industry Canada (2009)

Considerações sobre à base de conhecimento

As considerações referentes à base de conhecimento envolvem a análise das oportunidades, desafios, e também dos riscos associadas à evolução e ao posicionamento das empresas em relação às trajetórias tecnológicas relevantes (MALERBA, 2006). No caso do Canadá, a base do conhecimento envolve as trajetórias tecnológicas relacionadas aos aviões de médio porte, helicópteros comerciais e satélites civis; sistemas de propulsão de pequeno porte; aplicações espaciais civis; e os serviços de apoio, principalmente MRO.

Quanto às oportunidades associadas à base do conhecimento, o desenvolvimento das aplicações de engenharia espacial, serviços de comunicação e monitoramento, e experimentos científicos e seus subsistemas de apoio constituem desafios técnicos importantes. Também se configuram em oportunidades a interação e a cooperação crescentes no campo dos projetos espaciais, assim como o desenvolvimento comercial desses serviços.

No Quadro 15 são apresentados os números de documentos de patentes, originárias do Canadá em alguns campos tecnológicos selecionados do setor aeroespacial. A partir desses dados se observa que o número de documentos associados às aplicações espaciais é maior que o conjunto dos documentos associados ao setor aeronáutico, ainda que o mercado aeronáutico representado pela indústria seja expressivamente maior, o que sugerem as oportunidades tecnológicas.

Quadro 15 - Patentes depositadas no Canadá em campos tecnológicos selecionados do setor aeroespacial (em 2009)

IPC(1)	campos tecnológicos	patentes (nº documentos)
	aplicações de engenharia e tecnologia aeronáutica	
B64B	balões	25
B64C	aviões e helicópteros	185
B64D	partes e peças	252
B64F	equipamentos de solo	98
B64G	veículos e equipamentos espaciais	52
	motores aeronáuticos	
F02C	sistemas de propulsão a gas	293
F02D	controles de combustão	137
F02F	cilindros e pistos para turbinas	29
F02G	subsistemas e partes de combustão	45
	infraestrutura de apoio às operações aeronáuticas	
G08G5	controle de tráfego aéreo	203
	aplicações de engenharia e tecnologia espacial	
H04B	monitoramento e sensoriamento	1558

(1) Classificação Internacional de patentes

Fonte: elaborado pelo autor a partir do sistema EPOQUE (2010)

3.2.2 Condições gerais de oferta

Firmas

Número de estabelecimentos

Em 2008 havia no Canadá 273 estabelecimentos⁶⁴ com pelo menos um empregado contratado cuja atividade principal relacionava-se ao setor aeroespacial, classificada pelo código de atividade NAICS 33641⁶⁵ (STATISTICS CANADA, 2008). O número total de estabelecimentos, no entanto, alcançava 513 quando consideradas as empresas individuais, familiares e as que empregavam mão de obra em tempo parcial.

A taxa média de crescimento anual do número de estabelecimentos no setor aeroespacial foi de 8,4% entre 1998 e 2007, de acordo com levantamento realizado pelo *Industry Canada*, com base nas estatísticas da Pesquisa Industrial Anual. Destaca-se que essa variação do total de estabelecimentos é resultado do saldo entre o número de entrada e de saída de empresas, e também do aumento e diminuição da importância relativa dessas atividades para as empresas estabelecidas.

No Gráfico 4, apresenta-se a evolução do número de estabelecimentos do setor no Canadá, tendo como referência os dados organizados pelo *Industry Canada* (1997) e pelo *Statistics Canada* (2008). A estimativa é que o número de empresas dedicadas, com empregados contratados em 2008, era cerca de 3 vezes maior em relação a 1970.

⁶⁴ O estabelecimento constitui-se uma unidade de análise diferente do empreendimento para apuração de estatísticas. No caso, o estabelecimento está relacionado à ideia de planta ou unidade de produção, enquanto o empreendimento está relacionado à propriedade. Com isso, um empreendimento pode possuir estabelecimentos dedicados a diferentes setores de atividade e mais de um estabelecimento.

⁶⁵ A NAICS 33641 abrange a *Aerospace Product and Parts Manufacturing*.

Gráfico 4 – Canadá: número de estabelecimentos do setor aeroespacial (1970-2008)

* Atividade principal NAIC 33641

Fonte: Elaborado a partir de Statistics Canada (2008) e Industry Canada (1997)

Distribuição geográfica

Em relação à distribuição espacial, as províncias de Ontário, Quebec e British Columbia reuniam, em 2008, cerca de 80% dos estabelecimentos com empregados contratados, cujas atividades principais estavam relacionadas ao setor aeroespacial (STATISTICS CANADA, 2008). A maior parte desses estabelecimentos, 65,5%, situa-se nas províncias de Ontário e Quebec, nas cidades de Toronto (Ontário) e área metropolitana de Montreal (Quebec), que também são os principais centros industriais do Canadá.

A província de Ontário concentrava, em 2008, o maior número de estabelecimentos, 42,5%, seguido por Quebec, com 23%. No entanto, a área metropolitana de Montreal, que reunia cerca de 90% das empresas do setor no Quebec, constitui-se no principal centro aeroespacial do Canadá por concentrar as maiores e mais importantes empresas e é considerado o terceiro maior *cluster* aeroespacial, depois de Seattle (EUA) e Toulouse (França).

As regiões de Mirabel, em Laval; Dorval, em West Island; e Longueuil, em South Shore, situadas na área metropolitana de Montreal, em Quebec, concentravam, em 2005, 70% das despesas empreendidas com pesquisa e desenvolvimento do setor; 60% do valor da produção; e 55% da mão de obra, de acordo com estimativas do Aero Montreal (2008). Em 2007, a estimativa era que 90% das empresas possuíam certificações internacionais de qualidade empregadas tradicionalmente no setor aeroespacial, como a ISO 9000 ou AS 9100 (AERO MONTREAL, 2008).

A província de Ontário, por sua vez, caracteriza-se pela forte presença de empresas fornecedoras de subsistemas e componentes que ocupam os segundo nível da cadeia de valor aeroespacial, além dos prestadores de serviços de assistência técnica e MRO (OAC, 2007). A maior parte das demais províncias canadenses, por sua vez, também contava com estabelecimentos do setor e agentes representativos, ainda que a concentração fosse pequena em relação ao Quebec e Ontário.

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial das principais empresas do setor aeroespacial no Canadá. Observa-se que, apesar da concentração de empresas nas regiões de Quebec e Ontário, boa parte das demais províncias do País contava com empresas importantes da cadeia aeroespacial registradas em 2008. Destaca-se que a importância relativa dessas empresas é uma característica da indústria canadense, e que apenas 30% desses estabelecimentos situam-se fora das províncias do Quebec e Ontário.

Figura 1 – Canadá: Distribuição espacial das principais empresas do setor aeroespacial

Fonte: www.aviation-news.co.uk apud elastash et al (2008)

Porte dos estabelecimentos

Em relação ao porte, definido com base no número de empregados contratados, os pequenos estabelecimentos, que possuíam entre 5 e 99 contratados, representavam quase metade do total de estabelecimentos

Os estabelecimentos com até 4 contratados representavam 30% do total em 2008 e os com mais de 100 contratados, 20%. Havia no Canadá 18 estabelecimentos com mais de 500 contratados dedicados às atividades relacionadas ao setor aeroespacial em 2008, ou 6,6%. Desses, 3 situavam-se fora das províncias do Quebec e Ontário. Entre os estabelecimentos com mais de 500 contratados, 9 estavam situados no Quebec. A participação relativa dos estabelecimentos com até 4 contratados na província de Ontário era quase o dobro da província do Quebec, como indica a Tabela 4.

Tabela 4 – Canadá: tamanho e distribuição dos estabelecimentos do setor aeroespacial (em 2008)

Províncias	Número de estabelecimentos		Número de empregados por estabelecimento			
	Total	Distribuição (em %)	De 1 a 4	De 5 a 99	De 100 a 499	mais de 500
Ontário	104	42,5%	29,8%	51,9%	12,5%	5,8%
Quebec	75	23,0%	18,7%	52,0%	17,3%	12,0%
British Columbia	39	14,6%	43,6%	46,2%	10,3%	0,0%
Outras regiões	55	19,9%	26,3%	15,8%	42,1%	15,8%
Canadá total	273	100,0%	82	133	40	18
Canadá (em%)	100%		30,0%	48,7%	14,7%	6,6%

Fonte: Statistics Canada (2008)

Principais empresas do setor

O Canadá reunia 2 integradoras finais de equipamentos aeroespaciais em 2009, que eram a *Bombardier Aerospace*, no segmento de aviões de pequeno e médio porte, e a *Bell Helicopter Textron Canada* (BHTC), no segmento de helicópteros civis. Na área de serviços havia uma integradora final de sistemas de simulação, a *Canadian Aviation Electronics Limited* (CAE).

No segmento de subsistemas operavam: a) a *Pratt & Whitney Canada* (PWC), no desenvolvimento e produção de sistemas de propulsão aeronáuticos de pequeno e médio porte; b) a *MacDonald, Dettwiler and Associates* (MDA), nas aplicações de engenharia espacial e serviços; c) as empresas *Heroux Devtek Inc.* e *Messier-Dowty Inc.*, no desenvolvimento e integração de trens de pouso; e d) a *Magellan Aerospace* na produção de conjuntos estruturais e serviços.

Na área de eletrônica embarcada e aviônicos operaram, no Canadá, a *General Dynamics Canada*, *Goodrich Aerospace Canada Ltd.*, *Honeywell ASCa Inc.* e *L-3 Communications Electronic Systems*. Havia também importantes empresas de manutenção, reparo e revisão (MRO) de equipamentos e subsistemas, como a *Rolls-Royce Canada*, na área de sistemas de propulsão.

Essas empresas, indicadas no Quadro 16, possuíam ao menos 500 funcionários e podiam ser consideradas as mais importantes firmas do setor aeroespacial canadense quanto ao porte e posicionamento na cadeia de valor. Em conjunto, essas 13 empresas empregavam 32,5 mil pessoas em 2008, e a Bombardier era a maior e mais importante.

Entre as características desse grupo destacam-se a oferta de produtos e serviços de classe mundial e a presença de importantes empresas internacionais, particularmente norte-americanas. Assim, entre o grupo das 13 empresas, 8 eram subsidiárias estrangeiras, sendo 6 norte-americanas.

Entre as subsidiárias, a *Pratt & Whitney Canada* e a *Bell Helicopter Textron Canada* contavam com autonomia estratégica e operacional para exploração dos seus segmentos de mercado em nível mundial. Também se destacava a forte concentração das subsidiárias estrangeiras na área de eletrônica embarcada e aviônicos.

Quadro 16 – Canadá: maiores empresas do setor aeroespacial (em 2008)

Empresa	Localização (Província)	Ano (1)	Atividades	Empreg (n°) (2)	País do control.	Receitas anuais (3)	Observações
Bombardier Aerospace	Quebec (matriz)	1989	Desenvolvimento e produção de aviões de pequeno e médio porte (regionais, anfíbios e jatos comerciais)	32,5 mil (2009)	Canadá	US\$ 9,96 bilhões (2009)	Originada a partir da Canadiar (1926) e De Havilland (1928); controladora da Shorts Brothers e Learjet
Pratt & Whitney Canada Corp (PWC)	Quebec (subsidiária)	1928	Turbinas de pequeno e médio porte (Desenvolvimento, produção e manutenção)	7,4 mil (2008)	Estados Unidos	US\$ 1,03 bilhão (2008)	Subsidiária do grupo United Technologies Corporation (UTC), vinculada à Pratt & Whitney
MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA)	British Columbia (Matriz)	1969	Aplicações de engenharia espacial, robótica e serviços de informação (monitoramento e sensoriamento)	3,3 mil (2008)	Canadá	US\$ 1,13 bilhão (2008)	Incorporação da Orbital Sciences (1995) e da EMS Technologies Canadá (2005)
Magellan Aerospace Corporation	Manitoba e Ontário (Matriz)	1995	Desenvolvimento e produção de estruturas e componentes e manutenção de sistemas de propulsão	3,2 mil (2009)	Canadá	US\$ 643,90 Milhões (2008)	Controladora da Bristol Aerospace Limited (1930) e Orenda Aerospace Corporation (1946).
Canadian Aviation Electronics Limited (CAE)	Quebec (matriz)	1947	Simuladores de voo civis; os sistemas de simulação militares; aplicações para o setor de energia e espaciais	5,5 mil (2008)	Canadá	US\$ 1,03 bilhão (2008)	Configuração atual estabelecida com a aquisição da Schreiner Aviation Training em 2001
Bell Helicopter Textron Canada Limited (BHTC)	Quebec	1984	Helicópteros comerciais de pequeno e médio porte (desenvolvimento, certificação e manufatura e manutenção)	2,1 mil (2008)	Estados Unidos	Não disponível	Empresa controlada pelo grupo norte-americano Bell Helicopter Textron
Rolls-Royce Canada Limited	Quebec	1952	Turbinas (manutenção e montagem e testes desde 1997	1,5 mil (2008)	Inglaterra	US\$ 562,85 Milhões (2008)	Vinculada a Rolls-Royce North America, Inc. e um dos maiores investimentos do grupo.
Heroux Devtek Inc.	Quebec (matriz) Ontário	1942	Desenvolvimento e produção de trens de pouso, componentes estruturais de componentes para turbinas.	1,3 mil (2008)	Canadá	US\$ 270 milhões (2008)	Aquisição da Metro Machining Corp., Les Industries C.A.T.e Devtek Corp.
General Dynamics Canada Ltd.	Ontário	1948	Manufatura de sistemas de navegação e controle para aplicações civis e militares	1,2 mil (2008)	Estados Unidos	Não disponível	Subsidiária da General Dynamics, quarta maior empresa do setor de defesa norte-americano
Honeywell ASCa Inc.	Ontário	1999	Subsistemas elétricos e controles para aplicações aeronáuticas, espaciais e militares.	1,1 mil (2008)	Estados Unidos	Não disponível	Subsidiária da Honeywell International Inc
Goodrich Aerospace Canada Ltd.	Ontário	1971	Desenvolvimento, manufatura e serviços de sistemas de aterrissagem civis e militares.	760 (2008)	Estados Unidos	Não disponível	Parte da divisão internacional de sistemas de aterrissagem da Goodrich Aerospace
Messier-Dowty Inc.	Ontário	1939	Partes e equipamentos hidráulicos para sistemas de aterrissagem	500 (2008)	França	Não disponível	Subsidiária do grupo francês Safran
L-3 Communications Electronic Systems	Ontário	1960	Engenharia, sistemas de controle, sistemas de armas e serviços	500	Estados Unidos	Não disponível	subsidiária da L-3 Communications Electronic Systems

(1) ano de constituição da configuração atual

(2) inclui empregos gerados em outros países

(3) Relação dólares canadenses (C\$)/dólares norte-americanos (US\$) de 1,066 para o ano de 2008.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Outros atores

Os chamados outros atores são os agentes que atuam nas operações de apoio, como prestadores de serviços e fornecedores de insumos fundamentais do sistema de produção e inovação. Esses agentes são importantes porque podem conferir características específicas aos setores industriais, fundamentais para dinâmica e competitividade da produção (MALERBA, 2006).

No Canadá, a qualidade e a diversidade da infraestrutura e serviços para produção aeroespacial, organizados pelo Estado e por organizações privadas, se constituem diferenciais importantes. Entre esses se destacam os laboratórios dedicados, os departamentos e centros de pesquisa universitários e os serviços de apoio organizados pelas instituições públicas.

Nas províncias de Quebec e Ontário, que também concentravam a produção aeroespacial no Canadá, operavam os principais laboratórios dedicados ao setor, como o *Industrial Materials Institute* (IMI) e o *Aerospace Manufacturing Technology Centre* (AMTC), associados ao *National Research Council of Canada* (NRC), a mais tradicional instituição de pesquisa tecnológica do País, conforme Quadro 17.

Essas províncias também reuniam o David Florida Laboratory (DFL), o mais importante laboratório do programa espacial canadense; o Defence R&D Ottawa, que se concentrava na pesquisa de aplicações militares para tecnologia espacial; e laboratórios organizados pelas províncias, como o Composites Development Centre of Québec (CDCq) e o Centre for Research in Earth and Space Technology (CRES Tech).

As Universidades também desenvolvem pesquisas aplicadas em diferentes campos das ciências físicas e da engenharia associada à produção aeroespacial e ofereciam serviços de apoio às empresas, conforme destaca o Quadro 17. Há também iniciativas específicas para articular as demandas do setor produtivo à infraestrutura científica e tecnológica, como o *Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Québec* (CRIAQ), e serviços de integração dos pesquisadores com os desafios da produção, como o *Comité sectoriel de main-d'œuvre En Aérospatiale 'au québec* (CAMAq), destacados no Quadro 17.

Na área de serviços públicos voltados para o setor aeroespacial há iniciativas para promover a padronização da troca de informações (*Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP)*); serviços de difusão de técnicas de manufatura avançada para (*Solutions for Advanced Manufacturing (SAM)*); Roadmaps tecnológicos; comunidades de práticas; e diretório com o perfil das competências das empresas estabelecidas.

Quadro 17 – Canadá: infraestrutura e serviços de apoio

Institutos de pesquisa e laboratórios			
Industrial Materials Institute (IMI)	Quebec	National Research Council of Canada (NRC)	Metais, polímeros, cerâmica e materiais compósitos
Aerospace Manufacturing Technology Centre (AMTC)	Quebec	National Research Council of Canada (NRC)	Aerodinâmica, estruturas, acústica, propulsão e ensaios
Composites Development Centre of Québec (CDCq)	Quebec	Laboratório Local	Laboratório de transferência de tecnologia em materiais compósitos
David Florida Laboratory (DFL)	Ontário	Canadian Space Agency (CSA)	Integração e testes de plataformas espaciais
Defence R&D Ottawa	Ontário	Defence Research and Development Canada	Aplicações espaciais, eletrônica e simulação
Centre for Research in Earth and Space Technology (CRES Tech)	Ontário	Laboratório Local	Tecnologia da informação e comunicação, materiais e manufatura
Universidades			
University of Toronto's	Ontário	Institute for Aerospace Studies	Aviônicos, estruturas e sistemas de engenharia
Ryerson University	Ontário	Department of Aerospace Engineering	Modelagem matemática e sistemas físicos complexos
École polytechnique	Quebec	Centre de recherche appliquée sur les polymères (CRASP)	Materiais compósitos e polímeros
École Polytechnique	Quebec	Microwave and Space Electronics Advanced Research Centre (POLY-GRAMES)	Sistemas de telecomunicações via satélite
École Polytechnique	Quebec	Centre de caractérisation microscopique des matériaux (C2M2)	Engenharia de materiais
École Polytechnique	Quebec	Groupe de recherche en mathématiques de l'ingénierie assistée par ordinateur (GRMIAO)	Simulação para sistemas hidráulicos de propulsão
École Polytechnique	Quebec	Groupe d'analyse des composants mécaniques (GACM)	Estruturas e sistemas de engenharia
Concordia University	Quebec	Concordia University Centre for Composites (CONCOM)	Manufatura, reparo e testes não destrutivos em materiais compósitos
Concordia University	Quebec	Concordia Computer-Aided Vehicle Engineering (CONCAVE)	Softwares complexos
École nationale d'aérotechnique (ÉNA)	Quebec	Centre technologique en aérospatiale (CTA)	Técnicas de manufatura avançada
McGill University	Quebec	Institute of Air and Space Law	Direito aeronáutico e espacial
McGill University	Quebec	Aerospace Medical Research Unit	Biologia e medicina espaciais
Serviços de Apoio			
Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP)	Software	Integrated Manufacturing Technologies Institute/ NRC	Padrão internacional de troca de informações em projetos de engenharia
Solutions for Advanced Manufacturing (SAM)	Website	The Manufacturing Industries Branch of Industry Canada	Técnicas de manufatura avançada, microeletrônica e org. da produção
Technology Roadmaps (TRMs)	Website	The Manufacturing Industries Branch of Industry Canada	Identificação de tecnologias críticas de médio e longo prazos
Institute for Robotics and Intelligent Systems (IRIS)	comunidade de práticas	Institute for Robotics and Intelligent Systems (IRIS)	Tecnologia aplicada em sistemas inteligentes
Canadian Aerospace and Defence Company Capabilities	Website	The Manufacturing Industries Branch of Industry Canada	Base de dados com o perfil das empresas do setor aeroespacial
Cooperações tecnológicas			
Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Québec (CRIAQ)			
Comité sectoriel de main-d'œuvre en aérospatiale au Québec (CAMAQ)			

Fonte: elaborado pelo autor

Instituições

No setor aeroespacial, os elementos específicos que estabelecem os parâmetros para interação entre os agentes, que configuram as chamadas instituições, são fortemente condicionados pela natureza das atividades. Assim, existem instituições específicas para as indústrias aeronáutica, espacial e da defesa no Canadá.

No entanto, o setor aeroespacial também é influenciado por uma série de instituições de abrangência sistêmica que são fundamentais para evolução e configuração dos sistemas de produção e inovação. No caso do Canadá, por exemplo, destacam-se o Tratado Norte-Americano de Livre Comércio (NAFTA), a Comunidade das Nações (*Commonwealth of Nations*) e a Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO).

Com isso, dados os propósitos do trabalho, a descrição se restringe às instituições específicas para o setor aeroespacial, e tem como referência os setores industriais e a abrangência de atuação dessas instituições. Dessa forma, pretende-se especificar a referência para a formulação de considerações em relação às políticas públicas para o setor.

Setor aeronáutico

Certificações técnicas e gestão de processos

No setor aeronáutico, as certificações de capacidade técnica e para a gestão de processos necessários ao cumprimento dos requisitos de desempenho e qualidade, envolvendo componentes, partes, subsistemas, sistemas integrados e serviços, é condição necessária para acessar o mercado internacional. No caso do Canadá, a estrutura das certificações, como a *Canadian Aviation Regulations* (CARs), é integrada ao sistema norte-americano, considerado referência internacional para a indústria.

Destaca-se que as empresas canadenses gozam de reputação técnica diferenciada nos segmentos de mercado em que foram desenvolvidas competências, como nos sistemas de propulsão e aviônicos, e também serviços, como manutenção, reparo e revisão (MRO). De acordo com informações do Cadastro de Empresas do Setor Aeroespacial havia, no Canadá 241 empresas com certificação ISO 9000 no setor aeroespacial, e 79 empresas com certificações especializadas em segmentos da indústria.

Acordo para comércio de aviões civis de 1979

O acordo para comércio de aviões civis de 1979, o *Agreement on Trade in Civil Aircraft*, eliminou as tarifas e normas, ou restrições específicas, para o comércio de aeronaves, subsistemas, componentes e simuladores de voo entre os países signatários, a partir dos anos 80. Esse acordo, relativo às compras governamentais, permaneceu como o único acordo multilateral vigente na Organização Mundial do Comércio (OMC), por ter sido excluído da Rodada do Uruguai (1986/1994).

Em 1994, os princípios gerais do acordo para comércio de aviões civis foram reafirmados por seus membros, permanecendo com uma instituição fundamental para o mercado, ainda que o número de signatários fosse relativamente pequeno frente aos acordos típicos da OMC. Em 2009, 31 países eram signatários, entre os quais os principais mercados aeroespaciais, como os Estados Unidos, Comunidade Europeia e China. Canadá e Brasil também eram membros⁶⁶.

⁶⁶ Também faziam parte desse acordo Albânia Bulgária, Canadá, Comunidade Europeia, Áustria, Bélgica, China, Dinamarca, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia, Reino Unido, Egito, Estônia, Geórgia, Japão, Letônia, Lituânia, Macau, Malta, Noruega, Romênia, Suíça e Estados Unidos.

Parte dos serviços associados ao setor, como transporte aéreo e manutenção, foi incluída em um acordo específico envolvendo os serviços na Rodada do Uruguai - *General Agreement on Trade in Services* (GATS) – da qual Canadá e Brasil também são signatários. Com isso, a partir de 1995 novos parâmetros passaram a vigorar nesses mercados, como o princípio da nação mais favorecida, tratamento nacional, acesso ao mercado e limites para subsídios.

Acordo para subsídios e medidas compensatórias de 1996

O acordo para subsídios e medidas compensatórias - *Agreement on Subsidies and Countervailing Measures* - *SCM Agreement* - foi implementado em 1994, com o final da rodada do Uruguai, ainda no contexto GATT. Nesse acordo foram definidas as possibilidades e condições para os subsídios da produção no contexto do comércio internacional.

A partir desse acordo, as políticas públicas no Canadá, e também em todos os países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento econômico (OECD), foram reavaliadas, passando a focalizar o desenvolvimento de tecnologias genéricas, pré-competitivas. Esse acordo também previa a possibilidade de subsídios para o desenvolvimento de ações de desenvolvimento regional e ambiental.

Com isso, o escopo das ações para a política no setorial foi especificado, tendo como referência os princípios desse acordo, incluindo o setor aeroespacial. Destaca-se, no entanto, que os Estados Unidos e a Europa firmaram, em 1996, um acordo específico para os subsídios no desenvolvimento de aviões de grande porte - *Large Civil Aircraft Agreement* - que não envolveu o Canadá.

Setor espacial

Exploração do espaço com fins pacíficos

O Canadá é signatário de todos os acordos internacionais relacionados aos princípios de exploração pacífica do espaço, firmados a partir do final dos anos 50 pelo Comitê das Nações Unidas para uso pacífico do espaço (*United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space – COPUOS*). Entre os acordos se destaca o de 1967, relativo às diretrizes para a exploração espacial (*Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies*).

Diretrizes para as aplicações em tecnologias espaciais

As normas e procedimentos para exploração das aplicações baseadas em satélites, como os serviços de comunicação, *broadcasting* e monitoramento foram estabelecidas por organizações internacionais, muitas das quais o Canadá é membro fundador.

Dentre as organizações importantes para a indústria, que contavam com a participação do Canadá, destacam-se a *International Satellite Telecommunication Organization* (Intelsat), criada em 1964; *international organization for satellite communications between sea and land* (Inmarsat) de 1979; e o *Committee on Earth Observation Satellites* (CEOS), criado pelo grupo dos 7 países mais desenvolvidos (G7), em 1980.

Cooperação para exploração espacial

O Canadá possui acordos de cooperação históricos para a exploração espacial com a agência espacial norte-americana NASA e a agência espacial europeia ESA, que possibilitaram o acesso às aplicações tecnológicas; o desenvolvimento de competências específicas; e a organização de uma base industrial, conforme exposto no item 4.4.1.

Entre esses, o acordo de cooperação com a ESA, estabelecido originalmente em 1979, garantiu ao Canadá o *status* de membro de Estado no programa europeu. A agência Espacial Canadense também participava em parceria com a NASA, desde o início dos anos 80, do desenvolvimento dos projetos básicos a partir dos quais foi estruturada a Estação Espacial Internacional.

Setor de defesa

Acordo de desenvolvimento conjunto para de defesa entre EUA e Canadá

O Acordo para o desenvolvimento conjunto para a área de defesa entre os EUA e o Canadá - *Defence Development Sharing Agreement* - compõe o acordo de cooperação de produção para defesa - *Defence Productong Shering Agreement*, firmado entre o Departamento de Defesa norte-americano (DoD) e o Departamento de Produção para Defesa Canadense (CDDP) em 1963. O objetivo do acordo na área de produção era garantir a infraestrutura e a interoperabilidade dos sistemas militares entre os países.

No caso do acordo para a área de desenvolvimento, o objetivo é garantir às empresas canadenses a participação no fornecimento de tecnologia para o DoD e coordenar os esforços para o desenvolvimento de tecnologias de interesse da defesa. Com isso, o DoD passou a contribuir com o financiamento de pesquisas realizadas no Canadá.

A operação desse acordo com os Estados Unidos era executada no Canadá pela *Canadian Commercial Corporation* (CCC), uma empresa pública criada em 1946, dedicada à logística militar. Entre as suas atribuições estava a identificação de projeto de interesse do programa; a captação de recursos; e a seleção de empresas para o desenvolvimento das tecnologias requeridas.

International Traffic in Arms Regulations (ITAR)

O *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR) e o *Arms Export Control Act* (AECA) compreendem o conjunto de normas e procedimentos instituídos pelos Estados Unidos, em 1976, para gestão das informações, sistemas, comércio de equipamentos e materiais de interesse da defesa. O objetivo das normas, regulamentos e procedimentos é minimizar a difusão de tecnologias e equipamentos que envolvam riscos para segurança norte-americana.

O Canadá, no contexto do acordo para área de defesa com os EUA , conta com condições especiais junto ao ITAR, principalmente em relação ao acesso a informações, insumos e equipamentos para o setor aeroespacial. A difusão das suas aplicações relacionadas às tecnológicas e produtos controlados pelas empresas canadenses é, no entanto, monitorada e sujeita à sanções.

Outras instituições

Além das instituições mencionadas, havia uma série de outras instituições importantes para a organização da produção aeroespacial no Canadá. As mais importantes eram as instituições empresariais, instituições de classe e as instituições públicas, com serviços específicos para o setor aeroespacial.

As principais instituições empresariais nacionais do setor aeroespacial canadense eram a *Aerospace Industries Association of Canada* (AIAC), que representava principalmente os interesses do segmento civil do mercado, e a *Canadian Association of Defence and Security Industries* (CADSI), que representava os interesses militares.

Havia também instituições empresariais em todas as províncias que contavam com atividades aeroespaciais. As mais relevantes eram a *Quebec Aerospace Association* (AQA), *Ontario Aerospace Council* (OAC) e *Aerospace Industry Association of British Columbia* (AIBC). Essas províncias, Quebec, Ontário e British Columbia também organizavam políticas públicas locais para o setor.

Outras instituições de classe importantes eram a *Canadian Aviation Maintenance Council* (CAMC), responsável pela certificação dos cursos de formação técnica para o setor aeroespacial; e a *Canadian Engineering Accreditation Board* (CEAB), voltada para certificação da formação das engenharias no Canadá.

As instituições públicas de maior destaque para o sistema de produção e inovação do setor aeroespacial no Canadá são a *Canadian Space Agency* (CSA), responsável pela formulação e desenvolvimento da política espacial; *Industry Canada* e *Industrial Technologies Office* (ITO), responsáveis, respectivamente, pela formulação e execução da política industrial; e a *Defence Research and Development Canada* - Defence R&D Canada - voltada para as aplicações militares associadas à tecnologia aeroespacial.

Também eram importantes instituições públicas como a *Human Resources and Skills Development Canada* (HRSDC), agência responsável pela formulação de políticas e desenvolvimento de ações para os recursos humanos; e *Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada* (NSERC), voltada para o desenvolvimento de competências em engenharia.

Quadro 18 – Canadá: instituições e acordos do setor aeroespacial

Instituições	Escopo
<u>Setor aeronáutico</u>	
Certificações técnicas e gestão de processos	Internacional
Acordo para comércio de aviões civis de 1979	Internacional
Acordo para subsídios e medidas compensatórias de 1996	Multilateral
<u>Setor Espacial</u>	
Tratados para exploração do espaço com fins pacíficos	Internacional
Diretrizes para as aplicações para tecnologias espaciais	Internacional
Cooperação para exploração espacial NASA e ESA	Internacional
<u>Setor de defesa</u>	
Acordo para o desenvolvimento conjunto para área de defesa EUA/Canadá	Internacional
International Traffic in Arms Regulations (ITAR)	Internacional
<u>Instituições empresariais</u>	
Aerospace Industries Association of Canada (AIAC)	Nacional
The Canadian Association of Defence and Security Industries (CADSI)	Nacional
The Québec Aerospace Association (AQA)	Local
Ontario Aerospace Council (OAC)	Local
Aerospace Industry Association of British Columbia (AIBC)	Local
<u>Instituições de classe</u>	
The Canadian Aviation Maintenance Council (CAMC)	Nacional
Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB)	Nacional
<u>Instituições públicas</u>	
Canadian Space Agency (CSA)	Internacional
Industry Canada (IG)	Nacional
Industrial Technologies Office (ITO)	Nacional
Human Resources and Skills Development Canada (HRSDC)	Nacional
Defence Research and Development Canada (Defence R&D Canada)	Nacional
Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (NSERC)	Nacional

Fonte: Elaborado pelo autor

Mão de obra

Emprego

No Canadá, o setor aeroespacial empregava 83 mil pessoas em 2008, de acordo com a estimativa da AIAC, que considerava também os postos gerados em empresas cujas atividades principais se concentravam em outros segmentos industriais. Os empregos gerados pelas empresas cuja atividade principal era o setor aeroespacial foi estimado em 42,7 mil, em 2007 (STATISTICS CANADA, 2008).

Em 2008, o total de empregos no setor aeroespacial foi 13,7% maior que em 2004, quando o atual ciclo de expansão das atividades foi iniciado após a crise dos atentados terroristas nos Estados Unidos. Em 2001, o total de empregos no setor chegou a 95 mil, número 76% maior que o registrado em 1993, quando o último o ciclo de crescimento foi iniciado, conforme Gráfico 5.

Entre 2001 e 2004, período associado à crise de 11 de setembro de 2001, a redução do número de empregos no Canadá foi de 18,5 mil. Contudo, em termos históricos, considerando os dados disponíveis para o período de 1984 a 2008, a taxa média de crescimento do emprego no setor canadense alcançou 2,7% ao ano (AIAC, 2008).

Gráfico 5 – Canadá: total de empregos no setor aeroespacial (1984-2008)

Fonte: elaborado a partir de AIAC 2009

Os setores de desenvolvimento, integração, manufatura e serviços industriais diversos eram responsáveis por cerca de 80% dos postos de trabalhos associados às atividades aeroespaciais, segundo pesquisa realizada pela *Canadian Aerospace Labour Market Study* (CALMS), publicada em 2001. Os serviços de manutenção (MRO) representavam 22%.

As *Original Equipment Manufacturer* (OEM's) foram as principais empregadoras do setor aeroespacial no Canadá, sendo responsáveis por 28,7% dos empregos em 2001. As empresas subcontratadas, por sua vez, contribuíam com 18,3% dos empregos; as integradoras de subsistemas com 16,8%; as empresas manufactureiras de partes e componentes 11,7%; e outras atividades e serviços industriais por 2,3%, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Canadá: mão de obra empregada no setor aeroespacial por tipo de empresa (em 2001)

Empresas da cadeia de valor	Participação no total da mão de obra (em %)
Original Equipment Manufacturers	28,7%
Empresas subcontratadas	18,3%
Empresas integradoras de subsistemas	16,8%
Manufatura de componentes	11,7%
Outras atividades e serviços industriais	2,3%
Manutenção, Reparo e Revisão (MRO)	22,2%

Fonte: elaborado a partir de CALMS (2001)

Em relação à natureza das atividades de trabalho no setor aeroespacial no Canadá, as atividades tecnológicas e científicas representavam, em conjunto, cerca de 30% dos empregos, conforme dados para o ano de 2001 (CALMS, 2001). As atividades administrativas e comerciais, por sua vez, representavam 70% dos empregos, conforme Tabela 6.

Havia, no entanto, diferenças importantes em relação aos segmentos da indústria aeroespacial quanto ao perfil da mão de obra empregada. Nas atividades de manutenção (MRO), por exemplo, as atividades científicas e tecnológicas respondiam por 5% da mão de obra e os serviços técnicos por 90% (CALMS, 2001).

De acordo com a *Aerospace Industries Association of Canada* (AIAC) havia no Canadá 12 mil engenheiros e cientistas empregados no setor aeroespacial em 2008, e também 20 mil tecnologistas em operações de apoio às atividades de pesquisa e desenvolvimento. Entre as características desse grupo se destaca a forte presença de imigrantes, que representavam 37% dos engenheiros empregados em 2006 para uma média de 12% de imigrantes empregados nas atividades de manufatura no Canadá.

Tabela 6 – Canadá: mão de obra empregada no setor aeroespacial por tipo de empresa (em 2001)

Natureza das atividades	Participação no total do emprego (em %)
Atividades de natureza tecnológica	18,3%
Atividades de natureza científica	13,5%
Área comercial	47,1%
Pessoal administrativo	16,4%
Executivos e gestores	4,7%

Fonte: elaborado a partir de CALMS (2001)

Formação

A indústria aeroespacial caracteriza-se por empregar uma série de competências nas mais diversas áreas da engenharia, em razão da complexidade de seus produtos e processos. As principais ocupações específicas associadas ao setor no Canadá, em 2008, eram nas áreas de aerodinâmica, *design* aeronáutico, estruturas aeroespaciais, sistemas aeroespaciais e testes (HRSDC, 2009).

As ocupações específicas relacionadas ao setor aeroespacial eram preenchidas no Canadá por engenheiros aeroespaciais e também por engenheiros mecânicos, representados pelas famílias ocupacionais 2146 e 2132 (HRSDC, 2009). Em 2008 havia 58,6 mil estudantes nas áreas de engenharia, sendo 12,3 mil nos cursos de engenharia mecânica. Não foi discriminado o número de engenheiros aeroespaciais (CCPE, 2009).

Em 2009, 14 universidades ofereciam formação em engenharia aeroespacial das quais 12 se localizavam em Ontário e Quebec, como demonstra o Quadro 19. Em nível de pós-graduação eram oferecidas especializações em nível de mestrado (MAsc em *Aerospace Engineering*) e doutorado (PhD em *Aerospace Engineering*).

O censo realizado no Canadá em 2006 indicava que havia 2,6 mil engenheiros aeroespaciais empregados: 79,6% alocados em atividades de manufatura; 11,9% em atividades científicas e tecnológicas; e 4,8% no setor público. A previsão de crescimento anual de empregos foi estimada em 3,1% para o período de 2008 a 2012 (CANADA CENSUS DATA, 2006).

Quadro 19 – Canadá: formação em engenharia aeroespacial (em 2009)

Universidades	Província	engenharia aeroespacial				engenharia espacial				engenharia aeronáutica			
		Graduação	pós-graduação			Graduação	pós-graduação			Graduação	pós-graduação		
			Especialização	mestrado	Doutorado		Especialização	mestrado	Doutorado		Especialização	mestrado	Doutorado
Ryerson University	Ontario												
University of Toronto	Ontario												
York University	Ontario												
Carleton University	Ontario												
University of Ottawa	Ontario												
Royal Military College of Canada (RMC)	Ontario												
Concordia University	Quebec												
McGill University	Quebec												
École de technologie supérieure (ETS)	Quebec												
École Polytechnique de Montréal (EPM)	Quebec												
University of Sherbrooke	Quebec												
Laval University	Quebec												
University of Alberta (U of A)	Alberta												
University of Manitoba	Manitoba												

Elaborado pelo autor

A “escassez de competências”

A questão da chamada escassez de competências (*Skills Shortages*) é um fenômeno demográfico que atinge o Canadá e outros países desenvolvidos, em que uma parcela significativa da força de trabalho sai do mercado de trabalho por alcançar os requisitos para aposentadoria. Com isso há riscos de redução das possibilidades de crescimento da produção.

No caso do setor aeroespacial canadense, a previsão era que cerca de 40% da mão de obra alocada em 2002 saísse do mercado de trabalho até 2016, correspondendo à previsão de 1/3 no setor de manutenção (MRO). Dessa forma, considerando uma previsão moderada um crescimento de 2% ao ano haveria a necessidade de reposição de 62 mil trabalhadores até 2016 (*INDUSTRY CANADA*, 2002).

Frente a esse desafio foram organizados pelo *Human Resources & Social Development Canada* (HRSDC) e pelo *Industry Canada* uma estratégia e um plano de ação para garantir as condições de crescimento e reposicionamento da indústria aeroespacial canadense, tendo como referência as diretrizes estabelecidas pela *Aerospace and Defence Technology Framework*, detalhadas no item 3.3.

3.2.3 Performance do sistema de produção

Os subitens que seguem são dedicados à descrição do desempenho da atividade aeroespacial canadense, tendo como referência a evolução recente das receitas, valor adicionado, custos e atividade inovativa. Assim, a partir desses dados e informações pretende-se apresentar o contexto das políticas públicas para o setor, descritas no item que segue.

Receita

As atividades do setor aeroespacial canadense se concentravam na produção de parte e componentes aeronáuticos, que também incluía a integração final dos aviões; os serviços de manutenção; e a produção de turbinas, partes e componentes. Também eram produtos importantes para o Canadá as aplicações espaciais, a produção dos aviônicos e os sistemas eletromecânicos.

Os produtos relacionados às partes e componentes aeronáuticos, que é o mais importante segmento do setor, representavam cerca de ½ das receitas. Os serviços de manutenção eram responsáveis por cerca de 1/5 das receitas; as atividades relacionadas às turbinas e aos aviônicos mais 1/5; e as aplicações espaciais e outros serviços por volta de 10%. As aplicações civis somavam mais de ¾ das receitas e as aplicações militares, ¼, conforme Tabela 7.

Em relação à evolução da composição dos produtos explorados pelo Canadá, podem ser destacados o aumento, ainda que pequeno, da participação das aplicações militares de 20%, em 2005, para 23%, em 2008; a redução dos aviônicos e sistemas elétricos de 10%, em 2000, para 6%, em 2008; e também, uma diminuição da participação das aplicações espaciais de 5% para 2%, entre 1998 e 2008.

Tabela 7 – Canadá: evolução das receitas para o setor aeroespacial, por produto (1998-2008)

Segmentos do setor	1998	2000	2002	2005	2006	2007	2008
<i>Produtos</i>							
Partes e componentes aeronáuticos	48%	48%	48%	47%	55%	55%	53%
Turbinas e partes	22%	14%	14%	13%	14%	15%	15%
Aviônicos e sistemas elétricos	8%	10%	10%	10%	7%	6%	6%
Atividades espaciais	5%	5%	5%	7%	3%	2%	2%
Outras atividades	16%	23%	23%	23%	21%	22%	24%
Manutenção e reparo	-	-	-	15%	18%	16%	18%
Simulação e treinamento	-	-	-	6%	3%	4%	4%
Outros serviços	-	-	-	2%	-	2%	2%
<i>Aplicações</i>							
Cíveis				80%		78%	77%
Militares				20%		22%	23%

Fonte: AIAC (2007, 2008 e 2009) e *Statistics Canada* (2008)

O mercado externo é tradicionalmente o principal destino da produção aeroespacial canadense, sobretudo em razão das restrições da demanda interna e do contexto da organização da produção no país, descritos no item 3.1.1. Com isso, cerca de 80% da produção é voltado para exportação, e 20% para o mercado interno, como pode ser observado na Tabela 8.

Os EUA são o principal destino dos produtos canadenses, em razão da integração e da complementaridade entre os setores dos países, constituídas no contexto da evolução da produção, a partir do pós-guerra, mencionadas no item 3.11. Também é importante o grupo dos países conhecidos como G7.

Em relação à evolução da composição dos mercados pode-se evidenciar a redução de mais de 10 pontos percentuais da importância relativa do mercado norte-americano para as exportações canadenses a partir de 2004, e, também, o aumento da importância dos países da Europa e dos outros países. A participação das exportações canadenses no mercado internacional, no entanto, tem variado entre 5% e 6%, entre 1996 e 2007, acompanhando o crescimento médio da demanda, estimado pela OECD (2009) em 6%.

As transformações na composição do destino da produção canadense estão relacionadas ao esforço para diversificação dos mercados, estimulada pela política pública para o setor, a partir dos anos 90, e pela expansão de novos mercados, principalmente na Ásia. Também foram importantes o aumento da concorrência no mercado norte-americano e a valorização da moeda canadense frente ao dólar dos Estados Unidos, que reduziu a competitividade relativa da produção canadense.

Tabela 8 – Canadá: evolução das receitas do setor aeroespacial, por mercado (1998-2008)

Composição das receitas	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Mercado interno	-	-	-	29%	19%	23%	16%	20%	18%
Mercado externo	-	-	-	71%	81%	77%	84%	80%	82%
Estados Unidos	72,0%	70,7%	68,8%	75,8%	73,3%	73,2%	75,2%	58,3%	59,8%
Reino Unido	3,6%	3,1%	3,3%	4,3%	4,5%	3,5%	4,0%	5,7%	7,7%
França	4,1%	4,3%	6,2%	3,6%	2,3%	2,4%	2,7%	3,7%	4,1%
Alemanha	4,3%	3,0%	5,5%	2,7%	3,6%	3,9%	1,5%	6,9%	3,9%
Áustria	2,2%	3,6%	4,0%	1,1%	1,4%	0,6%	1,1%	1,2%	2,0%
Austrália	0,3%	0,3%	1,4%	0,4%	1,7%	0,5%	1,3%	2,0%	1,7%
Espanha	0,5%	0,2%	0,1%	0,1%	0,5%	3,2%	2,1%	3,3%	1,1%
Subtotal	87,0%	85,2%	89,3%	88,0%	87,4%	87,3%	87,9%	81,1%	80,3%
Outros países	13,0%	14,8%	10,7%	12,0%	12,6%	12,7%	12,1%	18,9%	19,7%
Part mercado internacional			5,4%	5,2%	6,0%	6,2%	5,5%	5,0%	5,6%*

* dado referente ao ano de 2007

Fonte: AIAC (2007, 2008 e 2009) e *Statistics Canada* (2008)

A receita total do setor aeroespacial no Canadá, em 2008, foi estimada em U\$ 22,14 bilhões, o que posicionava o país entre os 5 maiores setores, depois dos Estados Unidos, Inglaterra, França e da Alemanha (UTC, 2009). De acordo com estimativas da AIAC (2008), cerca de 60% dessas receitas foram geradas por empresas cuja principal atividade era o setor aeroespacial, e 40% por empresas que se concentravam em outros setores de atividade.

Entre 2002 e 2008 as receitas em moeda corrente cresceram cerca de 10%, recompondo os valores nominais das vendas estabelecidos em 2001 quando os ataques terroristas aos EUA provocaram uma redução de cerca de 8% dos negócios, conforme Gráfico 6. Em dólares norte-americanos, no entanto, o crescimento da receita alcançou 60% no período de 2002 e 2008, por causa do efeito da valorização cambial da moeda canadense.

Com isso, além da dinâmica do mercado internacional e da evolução dos seus segmentos, a taxa de câmbio deve ser considerada uma variável crítica para análise do setor aeroespacial canadense, incluindo sua competitividade, haja vista a importância relativa da demanda externa para produção e o efeito cambial na *performance* dos negócios.

Gráfico 6 – Canadá: evolução das receitas totais do setor aeroespacial (2001-2008)

Fonte: AIAC (2007, 2008 e 2009) e Bank of Canada (2009).

Valor adicionado

O conceito de valor adicionado é associado ao valor da produção realizada a partir dos recursos mobilizados pelas empresas, excluindo, assim, o valor correspondente aos insumos agregados ao processo de produção, no caso o valor das importações. Assim, o valor adicionado é considerado um indicador da atividade econômica em um setor.

A relação entre o valor adicionado e valor da produção representa a importância relativa dos insumos para produto, também considerada um indicador de integração do tecido produtivo em uma cadeia de valor; e a relação valor adicionado por trabalhador empregado, por sua vez, é tanto uma referência da importância das atividades produção, em termos de valor, quanto de produtividade, quando observada a sua evolução.

O valor adicionado da produção, apurado pelo *Statics Canada* junto às empresas que tinham o setor aeroespacial como principal atividade, foi de US\$ 6,8 bilhões em 2007, ou C\$ 7,3 bilhões, praticamente retomando, em termos nominais, o valor de 2001, quando ocorreu a crise dos atentados de 11 setembro nos EUA. Em termos históricos, a taxa média de crescimento anual do valor adicionado para o período de 1998 a 2007 foi 2,8%, isto é, cerca de metade da taxa 6% de expansão do comércio de internacional do setor apurada pela OECD (2007).

O valor adicionado por trabalhador, por outro lado, registrou crescimento de 4,4% entre 1998 e 2007, quase o dobro do crescimento do valor adicionado no período, tendo sido registradas reduções apenas nos anos de 2002 e 2003, em razão da queda da atividade na indústria. Em 2005, com a retomada da atividade o crescimento da produtividade foi 5,1%, em comparação a 2002.

Tabela 9 – Canadá: evolução do valor adicionado (1998-2007)

Indicadores de produção	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Valor adicionado (VA) (em C\$ bilhões)	5,5	6,3	7,9	7,9	6,5	4,1	5,3	5,8	6,3	7,3
Relação VP/VA	58%	55%	54%	51%	49%	31%	38%	41%	45%	46%
Valor adicionado por trabalhador (em C\$ mil)	181,5	207,9	238,7	241,7	232,9	148,3	223,5	244,7	257,0	280,4

Fonte: Statistics Canada (2009).

Ainda em relação ao valor adicionado por trabalhador, os dados elaborados pelo *Groningen Growth and Development Centre* (2006), considerando as variações de preços dos insumos, sugerem uma tendência de crescimento da produtividade do setor aeroespacial canadense. De acordo com os índices apurados, a produtividade da indústria canadense praticamente dobrou entre 1980 e 2002, conforme Gráfico 7.

Gráfico 7 – Canadá: evolução do valor adicionado por trabalhador na produção aeroespacial (1980-2002)

Fonte: Groningen Growth and Development Centre (2006)

Em termos comparativos, no entanto, o ritmo de crescimento do valor adicionado por trabalhador no setor aeroespacial canadense foi o segundo menor em relação aos principais produtores mundiais, o que sugere uma perda relativa de competitividade da produção. De acordo com informações organizadas pelo *Industry Canada* (2005), o aumento da produtividade média no Canadá, entre 1992 e 2001, foi quase um 1/3 do incremento registrado na França e ½ da Itália, sendo um pouco maior que o dos Estados Unidos, que foi da ordem de 4%, demonstrados no Gráfico 8.

Gráfico 8 – Canadá: média comparada do crescimento do valor adicionado por trabalhador na produção aeroespacial em % (1992-2001)

Fonte: Industry Canada (2005)

A participação do valor adicionado, no valor da produção das empresas que concentravam suas atividades no setor aeroespacial, foi de 46% em 2007. A retomada das atividades e a expansão do valor adicionado, a partir de 2004, contribuiu para o incremento dessa relação nos anos de 2005 a 2007. No entanto, de acordo com os dados disponíveis, os níveis de participação frente aos períodos que antecederam a crise de 2001 não haviam sido estabelecidos.

A análise da série histórica da participação do valor adicionado na produção, apresentada no Gráfico 9, a seguir, sugere uma tendência de longo prazo para redução da participação de 60% para 40%. Essa tendência está relacionada à dinâmica das transformações na organização da produção aeroespacial; ao posicionamento da produção canadense no mercado internacional; e às vantagens comparativas constituídas no país.

Gráfico 9 – Canadá: evolução da participação do valor adicionado na produção aeroespacial (1970-2007)

Fonte: Elaborado a partir de *Statistics Canada* (2008)

Custos

Os custos relativos de produção do setor aeroespacial, assim como a proximidade e condições de acesso à base industrial de defesa norte-americana são tradicionalmente divulgados como diferenciais importantes nos planos de atração de empresas que são realizados pelas agências federais de fomento, e também pelas provinciais canadenses. Esses diferenciais, no entanto, têm como referência à produção nos países que tradicionalmente concentram as atividades aeroespaciais.

De acordo com estudo realizado pela KPMG (2006), o custo de produção aeroespacial no Canadá era menor que nos Estados Unidos 6,5 pontos percentuais, a maior diferença relativa considerando França, Itália, Reino Unido, Alemanha e Japão. Por outro lado, nenhum desses países oferecia benefícios mais vantajosos, em termos fiscais, para as atividades de pesquisa e desenvolvimento como o Canadá, conforme Tabela 10.

Tabela 10 – Canadá: custos de produção para o setor aeroespacial e incentivos fiscais para as atividades de P&D (em 2006)

País	Índice de custos para produção aeroespacial (EUA = 100)	Incentivos fiscais para atividade de pesquisa (Canada = 100)
Canadá	93,5	100
França	94,8	95,5
Itália	97,3	80,8
Reino Unido	97,5	91,5
Estados Unidos	100	88,5
Alemanha	106,5	80,3
Japão	108,5	99,5

Fonte: Elaborada a partir de KPMG (2006) e Warda (2006)

Parte importante dessas diferenças era explicada pelo menor valor relativo da mão de obra especializada no setor aeroespacial no Canadá. No Gráfico 10, por exemplo, pode-se observar que o valor médio da remuneração anual dos engenheiros aeroespacial, mecânico e de sistemas e dos técnicos representava de 60% a 80% da remuneração nos Estados Unidos.

Destaca-se, também, a qualidade e diversidade da infraestrutura e serviços de apoio às operações aeroespaciais oferecidas pelo Canadá, que se traduziam em diferenciais de produtividade e custos relativos menores em diferentes atividades do setor, como manutenção (MRO), manufatura de precisão, produção de partes e peças, além das atividades de P&D, conforme Gráfico 10.

Gráfico 10 – Canadá: custo comparado do setor aeroespacial (em 2001)

Fonte: *Invest Canada Bureau* (2009) e *KPMG* (2006)

A competição com os países em desenvolvimento, principalmente China e México, que ofereciam custos de produção menores que os países desenvolvidos, incluindo o Canadá, seria limitada, na visão canadense, pelos diferenciais logísticos dos países desenvolvidos, que implicam em menores custos totais de produção. Nesse contexto, o deslocamento da produção aeroespacial seria, no médio prazo, limitado aos produtos padronizados, intensivos em mão de obra (SLC, 2007).

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

No Canadá, o setor aeroespacial estava entre os mais importantes segmentos econômicos, em termos de volume de recursos alocados em atividades de P&D. Em 2008, o setor era o 6º maior em valores correntes alocados em P&D e o 3º entre as atividades manufatureiras, depois da indústria de equipamentos de comunicação e da indústria farmacêutica.

As atividades de P&D mobilizavam 5,2 mil pessoas em 2007, das quais cerca de 20% eram formadas por pessoal técnico. Os gastos com pessoal representavam 45% das despesas correntes com P&D, e o restante, 65%, eram outras despesas, que incluíam os gastos com capital e serviços. A participação do gasto público, apurada para o ano de 2007, representava cerca de 1/5 do valor do gasto setorial com P&D (STATISTICS CANADA, 2008)

As empresas de origem estrangeira eram responsáveis pela maior parte dos gastos com P&D no setor aeroespacial, com uma participação média de 54,3% entre 1992 e 2006, enquanto as empresas controladas por residentes eram responsáveis com 45,7% dos gastos, apontados na Tabela 11. Por outro lado, as empresas controladas por canadenses representavam 85% do total dos estabelecimentos com atividades organizadas no Canadá, e as empresas estrangeiras por 15%.

Em 2006, cerca de 1/3 estabelecimentos do setor, que possuíam ao menos 1 funcionário, realizavam atividades de pesquisa e desenvolvimento. Em 2007 havia 66 estabelecimentos no Canadá com essas características, isto é, contavam com ao menos um funcionário e executavam atividades de P&D. Entre esses estabelecimentos, 11 eram estrangeiros e 55 canadenses; com isso, os dados sugerem uma forte concentração dessas atividades, principalmente entre as empresas estrangeiras⁶⁷.

Em 2008 os maiores orçamentos com atividades de P&D do setor aeroespacial eram da *Pratt & Whitney Canada* (PWC), com US\$ 422, 1 milhão; *Bombardier Aerospace*, com US\$ 173 milhões; CAE, US\$ 84,9 milhões; *Honeywell Canada*, US\$ 60 milhões; e a *MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd* (MDA), com US\$ 39,2 milhões.

⁶⁷ Os dados elaborados pelo *Statistics Canada* para o anos de 2007 sugerem, por exemplo, que 11 empresas controladas por não residentes no Canadá tenham concentrado cerca de 1/2 dos gastos realizados com as atividades de pesquisa e desenvolvimento (STATSCAN, 2009)

Em 2009, os gastos correntes com as atividades com P&D foram de cerca de US\$ 860 milhões, ou CS\$ 982 milhões, como indica a Tabela 11, que segue. Em termos nominais, o crescimento das despesas foi de 10,5% entre 2002 e 2009, quando se iniciou a recuperação das atividades após crise no mercado associada aos atentados de 11 de setembro nos EUA. Para o período de 1992 a 2009, a taxa de crescimento médio desse gasto foi de 2,38% (STATISCS CANADA, 2010).

No entanto, a participação relativa dos gastos com P&D nas receitas do setor, que representa o conceito de esforço tecnológico, caiu quase pela metade entre 1998 e 2008, como indica a Tabela 11, sobretudo pelo baixo crescimento dessas despesas no período. Destaca-se, também, a redução da participação desses gastos em relação ao setor manufatureiro de 18%, em 1992, para 10% em 2008, o que sugere uma diminuição relativa do esforço no desenvolvimento de novas tecnologias pelo setor aeroespacial canadense.

Tabela 11 – Canadá: pesquisa e desenvolvimento do setor aeroespacial (1992-2009)

Gastos P&D (correntes)	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2009
Valor Total (em milhões de C\$)	658,55	612,00	770,91	1.131,77	889,00	868,80	916,84	943,01	946,00	982,00
Emp estrangeiras (part no total, em %)	41,3%	52,2%	60,5%	38,7%	57,2%	63,5%	59,0%	61,8%	-	-
Emp canadenses (part no total em %)	58,7%	47,8%	39,5%	61,3%	42,8%	36,5%	41,0%	38,2%	-	-
Gastos com P&D (part)										
Setor aeroespacial (% da receita)	-	-	-	11,5%	6,0%	6,5%	6,5%	6,8%	6,2%	
Setor manufatureiro (% da receita)	18,0%	13,5%	15,2%	17,6%	10,5%	10,0%	10,4%	10,2%	-	-
Empresas com P&D										
Setor aeroespacial (em %)	-	-	-	-	-	26,3%	40,1%	34,8%	-	-

Fonte: elaborada a partir de Statistics Canada (2010)

Em relação à atividade inovativa, os dados *Survey of Innovation Canada* sugerem que mais de $\frac{3}{4}$ das empresas tenham realizado inovações nos períodos de abrangência dos levantamentos, seguindo um padrão das empresas manufatureiras do Canadá e também dos países desenvolvidos. A incidência de inovações no setor canadense, no entanto, caiu de 83,4% entre 1997/1999 para 76,5% entre 2002/2004, conforme Tabela 12.

Os dados sugerem também mudanças na natureza do processo de inovação das empresas canadenses, com a diminuição da incidência das modificações em produtos e processos, de 57,6% para 39,4%, e o aumento das inovações exclusivamente em produtos de 10,5% para 17,9%, e exclusivamente em processos de 15,8% para 19,2%. Destaca-se ainda, que a redução das inovações em processos foi mais acentuada 14,6 pontos percentuais do que a redução em produtos, com 10,8 pontos percentuais.

Em relação às características das inovações, os dados disponíveis para o período de 2002/2004 indicam que as inovações em produtos ocorreram tanto nos bens, quanto nos serviços agregados. Quanto aos processos, as maiores incidências foram registradas nos métodos de produção e atividades de apoio.

Na Tabela 12 são apresentadas, também, referências quanto à utilização das fontes de informação selecionadas (o conceito empregado na pesquisa no período de 1997/1999) e a importância dessas fontes de informação para a atividade inovativa das empresas (conceito empregado na pesquisa no período 2002/2004). No caso, as fontes selecionadas foram as universidades, laboratórios dedicados ao setor aeroespacial e as publicações especializadas.

Em relação à intensidade das fontes selecionadas, a pesquisa 1997/1999 indicou que os laboratórios e universidades eram pouco utilizados como meios de acesso à informação, sendo, no caso, mais utilizadas outras fontes externas, como fornecedores, clientes e feiras especializadas. Entre as fontes indicadas, a de maior relevância refere-se aos laboratórios federais, no caso *NRC Aerospace*, mencionado por quase 1/5 das empresas.

Pelo conceito de relevância, empregado na pesquisa 2002/2004, as universidades foram consideradas fontes de informação com algum grau de relevância (baixa, média ou alta) para a atividade inovativa por quase ½ das empresas; os laboratórios federais, por quase 1/3; e os laboratórios locais, por cerca de ¼. Por outro lado a literatura científica, técnica, e comercial foi considerada por ¾ das empresas como importante, em alguma medida.

Tabela 12 – Canadá: atividade inovativa do setor aeroespacial (1997-1999 e 2002-2004)

Setor Aeroespacial	Período	
	1997-1999	2002-2004
Empresas inovadoras	83,9%	76,5%
Produtos e processos	57,6%	39,4%
Exclusivamente em processos	15,8%	19,2%
Exclusivamente em produtos	10,5%	17,9%
Empresas inovadoras em produtos	68,1%	57,3%
Foco das inovações em bens	-	39,4%
Foco das inovações em serviços	-	38,9%
Empresas inovadoras em processos	73,3%	58,7%
Métodos de produção	-	50,2%
Atividades de apoio	-	42,8%
Logística e distribuição	-	17,4%
Fontes de informação externas		
<i>Universidades (uso)</i>	15,6%	-
sem relevância	-	55,6%
baixa importância	-	30,6%
média importância	-	9,0%
alta importância	-	4,8%
<i>Laboratórios Federais (uso)</i>	18,8%	-
sem relevância	-	68,5%
baixa importância	-	22,6%
média importância	-	9,0%
alta importância	-	-
<i>Laboratórios locais (uso)</i>	17,7%	-
sem relevância	-	75,9%
baixa importância	-	15,1%
média importância	-	9,0%
alta importância	-	-
<i>Literatura (téc. cient. e comercial)</i>	-	-
sem relevância	-	25,4%
baixa importância	-	48,0%
média importância	-	26,6%
alta importância	-	-

Fonte: elaborado a partir de Statistics Canada (2001 e 2005).

3.2.4 Considerações sobre o sistema de produção

Com base no estudo realizado, nos subitens que seguem são apresentadas as considerações gerais sobre as competências e a base, constituídas, de conhecimento; o perfil das empresas; outros atores e recursos humanos; e a *performance* do setor aeroespacial canadense.

A partir dessas variáveis são apresentadas as características do sistema de produção e inovação, com a finalidade de contextualizar a análise comparativa, com o Brasil, das políticas para o setor aeroespacial, que constitui o item 5.

Configuração da base produtiva

O sistema de produção canadense reúne competência em praticamente todas as áreas de aplicação da indústria aeronáutica, ainda que em segmentos de atividade específicos. Na indústria espacial, o foco são as aplicações para uso civil; e na área da defesa, subsistemas e serviços.

Na indústria aeronáutica, as competências de destaque são o desenvolvimento e produção de componentes, partes, subsistemas e serviços de manutenção (MRO), além da integração final. Destaca-se que o Canadá reúne integradoras de classe mundial em motores, helicópteros e aviões civis.

A indústria espacial é reconhecida pelo domínio de competências em monitoramento e sensoriamento remotos, particularmente no processamento de imagens; em aplicações voltadas para navegação e comunicação por satélites; e nos segmentos de equipamentos e instrumentos para experimentos científicos e robótica espacial.

Na indústria da defesa os destaques são os aviônicos e os sistemas eletrônicos aeronáuticos; estruturas e sistemas de propulsão; sistemas de comunicação; e os serviços de manutenção, reparo e revisão (MRO). O Canadá não possui integradores finais de sistemas militares.

A base de conhecimento sob domínio, observada a partir dos depósitos de patentes, está relacionada às competências desenvolvidas pelo sistema de produção. Os destaques, em termos de oportunidade, são as aplicações de engenharia espacial, como os serviços de comunicação e monitoramento, experimentos científicos e seus subsistemas de apoio.

Em relação ao perfil do tecido produtivo, o setor aeroespacial canadense é marcado pela grande participação de pequenas empresas. No entanto, havia 58 estabelecimentos em 2007 com mais de 100 funcionários, que representavam 20% do conjunto de estabelecimentos dedicados ao setor. A maioria desses empreendimentos está situada nas regiões de Montreal e Toronto, nas províncias de Quebec e Ontário, respectivamente.

As pequenas e médias empresas canadenses são especializadas em produtos e serviços tradicionais, que estão sujeitos à concorrência com os países cuja competitividade é baseada nos diferenciais do valor mão de obra. Com isso, o desenvolvimento de novos produtos e serviços e o reposicionamento na cadeia de valor representam um dos principais desafios da indústria canadense.

Outra característica da base produtiva canadense é a concentração de empresas internacionais, principalmente norte-americanas. Entre o grupo das 13 maiores empresas do setor aeroespacial em 2009, 8 eram subsidiárias estrangeiras e, entre essas, 6 eram norte-americanas.

As principais empresas do setor são a *Bombardier Aerospace*, no segmento de aviões; *Bell Helicopter Textron Canada (BHTC)*, em helicópteros civis; *Canadian Aviation Electronics Limited (CAE)*, em sistemas de simulação; *Pratt & Whitney Canada (PWC)*, em motores; *MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA)*, em aplicações espaciais e serviços; *Heroux Devtek Inc.* e *Messier-Dowty*, em trens de pouso; e *Magellan Aerospace*, em estruturas e serviços.

Todas essas empresas participam das cadeias internacionais de valor e algumas lideram segmentos específicos de mercado. Entre essas se destacam a PWC, em motores de pequeno porte; a CAE, em sistemas de simulação para aeronaves civis; a MDA, em robótica espacial; e a Bombardier, em aviões executivos. No segmento de aviões regionais, a Bombardier também disputa a liderança com a Embraer.

Quanto aos outros agentes que compõem o sistema de produção, o Canadá conta com uma ampla rede de serviços de apoio às atividades do setor aeroespacial, composta por instituições federais, instituições locais, além dos laboratórios militares voltados para o desenvolvimento de aplicações em parceria com os EUA. Entre esses agentes destaca-se o NRC *Aerospac*, a mais tradicional instituição científica e tecnológica para as aplicações civis.

O Canadá reúne, ainda, centros de excelência internacionais voltados para a formação de recursos humanos, que também desenvolvem atividades científicas nas áreas de engenharia aplicada ao setor aeroespacial. Essas instituições, por sua vez, compõem a base científica e tecnológica do setor aeroespacial no País.

Os recursos humanos, no entanto, representam um dos principais desafios do setor, por exigir o desenvolvimento de fontes alternativas de mão de obra, em razão da necessidade de reposição de cerca de 60 mil trabalhadores, que deverão sair do mercado do trabalho até 2016. Em 2008, as atividades do setor aeroespacial empregavam 80 mil pessoas.

Em relação à estrutura de governança, a coordenação das atividades junto ao setor aeroespacial, do Canadá, é realizada pelo *Industry Technology office* (ITO) e pela Agência Espacial Canadense (CSA), ambos subordinados ao *Industry Canada*, que é uma instituição federal.

Performance do sistema de produção e inovação

A *performance* do sistema de produção e inovação no Canadá é condicionada pelas vendas dos equipamentos aeronáuticos no mercado externo, que representa o principal produto de exportação. No entanto, outros segmentos também são representativos para a dinâmica dessas atividades no país.

Os produtos aeronáuticos são responsáveis por cerca de 50% dos negócios, e os subsistemas, como motores e aviônicos, somam $\frac{1}{4}$ das receitas. Os serviços como manutenção, reparo e revisão e simulação e treinamento, contribuem com mais $\frac{1}{4}$ das receitas; e as aplicações espaciais, representavam 2% das vendas do setor em 2008.

Os mercados externos são responsáveis por cerca de 80% das vendas, e o mercado interno por 20%. O principal segmento de mercado é o de aplicações civis, que representa $\frac{3}{4}$ dos negócios, enquanto as aplicações para defesa somam $\frac{1}{4}$ do faturamento. Destaca-se que a participação dos negócios relacionados à área da defesa é crescente desde 2006.

Os países desenvolvidos são os principais destinos das exportações canadenses, com destaque para os Estados Unidos que contribuíram com cerca de 60% das receitas em 2008. Cumpre observar que a participação dos Estados Unidos na receitas era superior a 70% na década de 90.

O valor agregado da produção aeroespacial do Canadá, por sua vez, registrou um crescimento de 2,8% entre 1998 e 2007, o que representa quase a metade do crescimento do valor da produção no mesmo período. Ainda assim, a participação do valor adicionado no valor agregado da produção canadense era de 46% em 2007.

A produtividade, em termos de valor médio agregado por trabalhador ao ano, cresceu 4,4% entre 1998 e 2008, chegando a US\$ 260 mil em 2007. Esse aumento da produtividade, associado à diminuição do valor agregado no valor de produção, compõe um processo de reorganização da produção marcado pela incorporação de insumos produzidos no exterior, como parte da estratégia para o desenvolvimento da competitividade.

Quanto à atividade inovativa, o desafio da indústria canadense consiste no aumento do esforço tecnológico das empresas nacionais, principalmente as pequenas e médias empresas, que estão mais sujeitos à concorrência internacional. No Canadá, cerca de $\frac{3}{4}$ das empresas são inovadoras, e o esforço tecnológico, representado pelo dispêndio com P&D, era de 6% da receita no setor em 2008.

3.3 Políticas para o setor aeroespacial

3.3.1 Antecedentes

As ações que compunham o *Defence Industry Productivity Program* (DIPP) foram organizadas no contexto do *The Defence Production Sharing Agreement*, acordo entre os Estados Unidos e o Canadá firmado com o objetivo de garantir a capacidade industrial canadense no setor aeroespacial, a partir da sua inserção na base industrial de defesa norte-americana⁶⁸. Considerado essencial para consolidação e diversificação das competências da indústria canadense, o programa foi a principal política para o setor aeroespacial entre em 1959 e 1995.

O DIPP destinava-se ao financiamento das despesas com o desenvolvimento de tecnologias críticas existentes no Canadá; desenvolvimento de projetos tecnológicos prioritários para os Estados Unidos; e também projetos aprovados pelo Departamento de Defesa norte-americano que aguardavam disponibilidade orçamentária. As despesas com o desenvolvimento desses projetos eram financiadas pelo orçamento da defesa dos Estados Unidos e Canadá, e a propriedade dessas tecnologias era atribuída aos governos. Havia, também, a possibilidade de as empresas adquirirem os direitos sobre essas tecnologias para exploração comercial (LYNCH, 1980).

O Programa era operado pelo ministério da defesa do Canadá (*Department of Defence Production*) em parceria com a empresa pública *Canadian Commercial Corporation* (CCC), responsável pela captação dos projetos junto ao departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) e contratação das empresas canadenses. A CCC também oferecia apoio às empresas canadenses para as operações nos Estados, no contexto do programa e compra de equipamentos e insumos (LIPSEY; CARLAW, 1998).

⁶⁸ Ver o item 3.1 Evolução do sistema aeroespacial canadense.

O programa, que também era extensivo às subsidiárias estabelecidas no Canadá, previa o financiamento dos gastos de desenvolvimento com todas as despesas não correntes; gastos com capital; despesas com instalações; custos irre recuperáveis não especificados; e também estudos de mercado. O financiamento com despesas não correntes representava 65% do orçamento do programa e os gastos com financiamento, em valores correntes, durante a vigência do programa, foram estimados em US 6,5 bilhões (LAYCOCK, 1994).

Em relação às características dos projetos financiados, as ações do *Defence Industry Productivity Program* (DIPP) podem ser segmentadas em duas fases distintas, a saber: a primeira fase, que abrange o período de organização do programa, do final dos anos 50 até meados dos anos 70; e a segunda fase, que se estende até meados dos anos 90, quando o programa foi extinto (CROSBY, 1997).

Na primeira fase, em que o programa foi operado pelo *Department of Defence Production*, os financiamentos se concentraram em projetos que garantiam a manutenção e o desenvolvimento de competências complementares, tendo como referências as aplicações militares. Na segunda fase, quando o *Industry Canada* assumiu o programa, os financiamentos privilegiavam os projetos com aplicações tecnológicas duais, com potencial para promover o crescimento e a diversificação da produção do setor aeroespacial, por meio das exportações.

As principais mudanças na execução do projeto ocorreram com a definição de exigências detalhadas para pagamento pelos financiamentos concedidos às empresas, a partir de 1986; e a introdução da avaliação do potencial de mercado dos projetos financiados pelo governo canadense, a partir de 1990. Essas mudanças operacionais foram importantes para a orientação dos projetos às condições do mercado (LIPSEY; CARLAW, 1998).

Ao longo do período de execução do programa cerca de 600 empresas foram atendidas com financiamento dos projetos de investimentos. Havia, no entanto, uma forte concentração de projetos atendidos junto às grandes empresas, particularmente às subsidiárias de multinacionais (LAYCOCK, 1994).

O financiamento de projetos relacionados às melhorias incrementais de produtos e processos representava 80% dos recursos alocados, enquanto o desenvolvimento de novos produtos e processos representou 20%. Dentre os recursos voltados para novos produtos e processos, 60% destinavam-se a novas aplicações de tecnologias existentes; 21% a inovações tecnológicas representativas; e 17% a aplicações de rotina em novas tecnologias (LAYCOCK, 1994).

Contudo, apesar das limitações do programa para o desenvolvimento capacidade inovativa, o DIPP foi essencial para: a) a manutenção da base industrial constituída em um contexto de restrições do mercado interno para as aplicações aeroespaciais; b) difusão de tecnologias desenvolvidas pelo setor aeroespacial norte-americano; c) posicionamento das empresas em nichos de mercado; e d) fomento às atividades de pesquisa e desenvolvimento das subsidiárias estabelecidas no Canadá (LIPSEY; CARLAW, 1998).

Technology Partnership Canada (TPC)

O *Technology Partnership Canada* (TPC) foi um programa de financiamento para os setores intensivos em tecnologia, organizado pelo *industry Canada* e operado por uma agência espacial denominada *Industrial Technologies Office* (ITO), entre 1996 e 2006. Criado para atender a demanda do setor aeroespacial, com o encerramento do *Defence Industry Productivity Program* (DIPP), o programa financiava também os setores de tecnologias ambientais e aplicação de novas tecnologias, como biotecnologia, manufatura avançada e tecnologia de informação e comunicação (INDUSTRY CANADA, 2003).

O objetivo do programa era promover a chamada economia baseada no conhecimento, com o desenvolvimento de produtos e processos inovadores; geração de empregos qualificados; e inserção da produção no mercado internacional. Para tanto, o programa financiava até 30% dos gastos em novos produtos e processos e participava dos resultados econômicos desses investimentos até o limite dos recursos captados, no prazo de até 30 anos. O orçamento anual do programa era de C\$ 300 milhões (HICKLING; 2005).

Entre as características operacionais do programa destacou-se a organização de processos especiais para os projetos de pequeno porte, que envolviam investimentos de até C\$ 3 milhões. Nesse caso os processos eram contratados junto ao Industrial Research Assistance Program (IRAP), um serviço do *National Research Centre* (NRC) para pequenas e médias empresas, sendo assim chamados projetos de IRAP-TPC⁶⁹ (INDUSTRY CANADA, 2003).

O desenvolvimento do TPC se processou em duas fases, estabelecidas a partir da disputa com o Brasil na Organização Mundial do Comércio (OMC), em razão dos subsídios às exportações oferecidos pelo programa à Bombardier no segmento de aviações regionais. Com a condenação do Canadá, em 1998 as diretrizes do programa TPC foram alteradas (MCFETRIDGE, 2008).

Na primeira fase do programa foram financiados projetos relacionados às atividades de pesquisa tecnológica; desenvolvimento de processo e engenharia; e também desenvolvimento do mercado para produtos inovadores. A partir de 1998 o programa passou a focalizar o desenvolvimento de plataformas tecnológicas, ao invés de produtos específicos, ainda que inovadores, em atenção às diretrizes estabelecidas pela OMC.

⁶⁹ Para o caso de empresas com menos de 200 funcionários havia também a possibilidade de combinação entre os recursos provenientes do programa TPC e outras linhas de fomento, para pequenas e médias empresas, operadas também pelo *Research Assistance Program* (IRAP).

No entanto, somente em 2003, com o *Aerospace and Defence Technology Framework* foram definidas as tecnologias prioritárias para o setor aeroespacial e defesa canadense, a partir das quais foram estabelecidos os critérios específicos para seleção de projetos. Essas diretrizes foram incorporadas ao *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI), programa que substituiu o TPC em 2007.

Entre 1996 e 2006 foram aprovados 172 projetos no setor aeroespacial, que envolveram financiamentos de C\$ 2 bilhões para um investimento total de C\$ 6,3 bilhões. As grandes empresas, operadas diretamente pelo *Industrial Technologies Office* (ITO), absorveram cerca de 80% dos recursos alocados, e as pequenas e médias empresas 20%. No contexto do total dos financiamentos concedidos pelo programa, o setor aeroespacial mobilizou 70% do orçamento (HICKLING, 2005).

Tabela 13 Canadá: projeto de investimentos do Technology Partnership Canadá (TPC)

	Número de projetos aprovados	Valor do financiamento (em bilhões de C\$)	Aporte das empresas (em bilhões de C\$)	Investimentos (em bilhões de C\$)
<i>Setor aeroespacial</i>				
TPC	161	2	5	6
TPC-IRAP	11	0	1	0
Total	172	2	5	6
<i>Total do programa</i>	693	2,8	8,6	11,4

Fonte: elaborada pelo autor a partir de Hickling, Arthurs Low (2005)

3.3.2 Diretrizes para o setor aeroespacial

Aerospace and Defence Technology Framework

O *Aerospace and Defence Technology Framework* é um documento de referência com a identificação das tecnologias e competências críticas para que o setor aeroespacial canadense garantisse o seu posicionamento no mercado internacional, no médio e longo prazo. Publicado em 2003, o documento foi elaborado pela *Industry Canada*, com o apoio da área da defesa, Agência Espacial e de representantes das principais instituições do setor.

Desenvolvido ainda no contexto do programa *Technology Partnership Canada* (TPC), o documento procurou definir também o escopo das atividades que compunham o chamado desenvolvimento tecnológico pré-competitivo. Com isso, procurou especificar os parâmetros das políticas de fomento para o setor, tendo em vista as mudanças nas diretrizes para as ações de fomento, em razão do contencioso com o Brasil na Organização Mundial do Comércio (OMC), no segmento dos aviões regionais.

Assim, foram consideradas como escopo prioritário das políticas de fomento pré-competitivas as tecnologias aplicadas a partir de modelos ou conceitos genéricos, incluindo componentes, com potencial de promover o desenvolvimento ou a melhoria de famílias de produtos e processos, cujos riscos fossem representativos. Com isso, procurou-se evitar a relação entre ações de fomento e produtos específicos, que pudesse ser configurada como subsídio direto.

Também foi considerado como prioridade o desenvolvimento de competências, não necessariamente intensivas em conhecimento científico, mas fundamentais para a produção aeroespacial, como a de integração de sistemas. O documento destacava que o desenvolvimento dessas competências não precisava representar, necessariamente, novidades.

Assim, foram identificadas como áreas prioritárias: a) o desenvolvimento de métodos e práticas industriais avançadas, referente à gestão da produção; b) o *design* e tecnologias de análise voltadas para sistemas de controle e aviônicos; c) as áreas de sistemas aeronáuticos e integração de sistemas; d) treinamento simulação e modelagem; e) tecnologias de manufatura avançada; e f) tecnologia de manutenção, reparo e revisão.

O documento integrava, também, as prioridades na área das aplicações aeroespaciais para área da defesa e as aplicações espaciais, definidas pelo planejamento da agência espacial canadense, conforme Quadro 20.

Quadro 20 – Canadá: prioridades tecnológicas

Áreas tecnológicas críticas

1 métodos e práticas industriais avançadas

padrões de qualidade e práticas
padrões ambientais e processos
tecnologia de gestão empresariais avançadas

2 design e tecnologias de análise

design multidisciplinar e otimização
dinâmica de fluidos computacional
aerodinâmica e mecanismos de voo
avaliação de performance e validação de designe
conceitos avançados de *design*

3 sistemas aeronáuticos e integração de sistemas

técnicas e processos de integração de sistemas
designe de trem de pouso e integração de subsistemas
designe de sistemas de controle ambientais e integração
desing, desenvolvimento e integração de sistemas de energia elétricos
desenvolvimento de sistemas avançados de controle de voo
desenvolvimento e integração de tecnologias avançadas para aviónicos e *cockpit*
integração de asas nacelle, e propulsão
controle de vibração e ruído
desing e integração de componentes para sistemas de produção
estruturas e materiais inteligentes

4 treinamento, simulação e modelagem

ambientes de treinamentos sintéticos e conceitos
geração de imagens
tecnologia de *displays*
ferramentas para base de dados
sistemas de instrução avançados

5 tecnologia de manufatura avançada

integração de processos de manufatura
processamento, comportamento e fabricação de metais e metais compostos
processamento, comportamento e fabricação de materiais não metálicos
materiais não estruturais e sistemas de revestimentos
processos avançados de manufatura e fabricação
nanotecnologias

5 tecnologias de manutenção, reparo e revisão (MRO)

tecnologias e processos de reparos para turbinas a gás
reparo e rejuvenescimento de componentes estruturais em metais
reparo de sistemas compostos
tecnologias de monitoramento de utilização e integridade de estruturas
tecnologias de avaliação não destrutivas
diagnósticos e prognósticos de sistemas aeronáuticos

7 tecnologias de interesse da área de segurança

biometria para reconhecimento e autenticação
tecnologia de detecção de armas, drogas e materiais proibidos
detecção de documentação falsa
tecnologia para tratamentos de bombas, minas e materiais contaminados
tecnologia de detecção de perímetros

8 sistemas espaciais e comunicação

tecnologias de telecomunicações
tecnologias de imagens para sensoriamento e monitoramento
robótica e sistemas inteligentes
subsistemas e tecnologias básicas

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Aerospace and Defence Technology Framework (2003)

National Aerospace and Defense Framework (NADF)

O *National Aerospace and Defense Framework* (NADF) é um documento com as diretrizes nacionais para formulação das políticas para o setor aeroespacial no Canadá. Elaborado por um grupo de representantes, indústria, academia, trabalhadores e províncias, denominado *Canadian Aerospace Partnership* (CAP), o seu intuito foi constituir uma visão para o setor; especificar objetivos de longo prazo; e definir áreas estratégicas para atuação da política pública, para o período de 2005 a 2025.

Foram considerados pressupostos do trabalho a importância do setor aeroespacial entre as atividades intensivas em tecnologia e para economia do conhecimento; a contribuição da produção para geração de empregos qualificados; a representatividade dos produtos e serviços para comércio internacional; e o caráter estratégico do domínio das tecnologias para defesa e visibilidade do Canadá no cenário internacional.

Também foram tratados, como princípios, o papel fundamental da política pública e do Estado para o desenvolvimento das atividades aeroespaciais; a abrangência global do mercado para os produtos canadenses; e a natureza sistêmica da competitividade, representada pela ideia da ‘habilidade de competir coletivamente no mercado global’. O documento destaca, ainda, que as diretrizes propostas não se tratavam de referências para políticas do tipo ‘escolha dos vencedores’.

Em relação ao mercado, a expectativa para o período de 2005 a 2025 é que os negócios no setor aeroespacial movimentem US\$ 2 trilhões em vendas. Os países em desenvolvimento, responsáveis por parte expressiva da previsão de crescimento da demanda, disputariam, no entanto, a exploração desses mercados com estratégias agressivas, tendo como diferencial, frente aos países desenvolvidos, o menor valor relativo da mão de obra.

Nesse contexto, a exploração das oportunidades de mercado estaria condicionada ao reposicionamento das empresas canadenses, no sentido de atividades de maior valor agregado das cadeias de valor, além do aumento da produtividade como forma de minimizar as diferenças no custo da mão de obra dos países em desenvolvimento. Daí a importância do desenvolvimento de novos produtos e processos e os riscos associados ao amadurecimento dos produtos da indústria canadense, identificados pelo grupo.

O documento destacou, ainda, as mudanças na organização e nas relações de produção do setor aeroespacial a partir do final da Guerra Fria, particularmente quanto às atribuições dos fornecedores e sua importância para a competitividade. Nesse contexto ganharam destaque os movimentos de consolidação da indústria canadense e a abordagem sistêmica para as políticas de desenvolvimento e competitividade, tendo como referência as especificidades setoriais.

A visão proposta pelo NADF para o setor aeroespacial canadense é de uma indústria diversificada, com um perfil inovador e dinâmico, que ofereça condições diferenciadas de produção e reúna empresas que ocupam posição de liderança no mercado global. Dessa forma, a visão estabelecida se contrapõe à ideia de uma indústria tradicional, especializada em produtos cuja competitividade é amparada pelas condições diferenciadas de acesso a um mercado específico, ocupando uma posição de seguidora no setor.

A partir da visão proposta foram estabelecidos objetivos relacionados à *performance* e características da configuração industrial, os objetivos qualitativos, para o setor aeroespacial do Canadá. Para consecução desses objetivos foram definidas, por sua vez, 7 diretrizes estratégicas e também algumas variáveis críticas para formulação das políticas denominadas 'pilares da estratégia nacional para o setor aeroespacial', conforme Quadro 21.

Os objetivos em relação à *performance* foram uma como taxa de crescimentos da produção e taxa de retorno dos investimentos acima das médias internacionais; atividade inovativa e taxa de produtividade, diferenciadas em relação à indústria; e manutenção do valor adicionado com base nos principais competidores. O destaque desses objetivos é a ênfase nos resultados econômicos e financeiros em relação ao valor adicionado, normalmente associado ao nível de integração da produção.

Também foi especificado como objetivo de *performance* o posicionamento entre as 5 maiores indústrias, a partir da liderança em segmentos específicos do setor aeroespacial. Esse posicionamento em relação à liderança em segmentos da indústria constitui uma reafirmação da estratégia histórica empreendida pelo Canadá, como indicado no item 3.1.2.

Também podem ser considerados posicionamentos históricos os objetivos qualitativos de oferecer suporte completo ao ciclo de vida dos produtos, representados pelos serviços de manutenção e reparo; e também a atuação de base global e concentração de *prime contractors* de classe mundial. Nesse sentido, o destaque foi o objetivo do domínio das tecnologias de desenvolvimento e integração de sistemas aeroespaciais, estabelecido, sobretudo, em razão das características da configuração da organização da produção aeroespacial.

Para consecução dos objetivos foram reafirmadas algumas estratégias empregadas tradicionalmente pela política para o setor aeroespacial canadense, como a participação nos grandes projetos ou plataformas para o setor aeroespacial; as políticas comerciais para o desenvolvimento do comércio exterior com foco na atração de investimentos estrangeiros e disseminação de informações comerciais; e a formalização de acordos na área da defesa com o intuito de garantir a realização de pesquisa e desenvolvimento para aplicações específicas na área da defesa.

Na área de desenvolvimento e capacitação tecnológica, a estratégia proposta foi centrada no compartilhamento de riscos com o desenvolvimento dos instrumentos de cooperação e das parcerias entre o setor público e o privado. Na área do financiamento comercial, a estratégia proposta era a atuação sobre os organismos multilaterais para minimizar as eventuais práticas desleais dos países em desenvolvimento nos subsídios às exportações, tendo como referência a experiência do contencioso com o Brasil na OMC.

A estratégia também propunha ações específicas para qualificação e substituição da mão de obra retirada do mercado de trabalho em razão da aposentadoria e os programas de compensação (acordos de *offset*) para o desenvolvimento de pequenas e médias empresas do setor aeroespacial.

Quadro 21 – Canadá: Diretrizes para o setor aeroespacial do NADF

contexto	visão
expansão do mercado reorganização da cadeia de valor concorrência pelo valor da mão de obra amadurecimento dos produtos consolidação da indústria	produção diversificada perfil inovador perfil dinâmico liderança global cond. diferenciadas de produção
objetivos	
<p><i>performance</i></p> <p>taxas de crescimento e taxas de retorno acima da média da indústria</p> <p>inovação e produtividade diferenciadas</p> <p>manter o valor adicionado no mesmo nível dos principais competidores</p> <p>liderança em segmentos de mercado e manutenção da 5ª maior indústria</p> <p><i>qualitativos</i></p> <p>concentração de prime contractors de classe mundial</p> <p>domínio das competências de desenvolvimento integração de sistemas</p> <p>suporte completo ao ciclo de vida dos produtos</p> <p>atuação de base global</p>	
estratégias	
<p>assegurar a realização de investimentos estratégicos no setor</p> <ul style="list-style-type: none"> projetos internacionais de longo prazo relacionamentos de longo prazo desenvolvimento de tecnologias consolidação das competências <p>desenvolvimento e comercialização de tecnologia</p> <ul style="list-style-type: none"> aumento do esforço tecnológico das empresas partilhamento de riscos colaboração parcerias públicas e privadas <p>capacitação da mão de obra</p> <ul style="list-style-type: none"> substituição da mão de obra com saída do mercado de trabalho programas específicos <p>política comercial e desenvolvimento do comércio</p> <ul style="list-style-type: none"> promoção das exportações promoção do investimento estrangeiro disseminação de informação de mercado <p>financiamento comercial</p> <ul style="list-style-type: none"> competição com os países em desenvolvimento princípios internacionais <p>segurança</p> <ul style="list-style-type: none"> acordos internacionais segurança pesquisas na área de defesa programa espacial compra de materiais <p>compras governamentais</p> <ul style="list-style-type: none"> acordos de compensação 	

Fonte: Elaborado a partir de NADF (2005)

Canadian Aerospace Human Resource Strategy Development (CAHRSD)

O *Canadian Aerospace Human Resource Strategy Development* (CAHRSD) é um documento de referência com diretrizes estratégicas e propostas de ações relacionadas aos recursos humanos para consecução dos objetivos estabelecidos pela *National Aerospace and Defense Framework* (NADF). O intuito do trabalho foi estabelecer uma visão comum em relação aos desafios para o setor aeroespacial do Canadá e elaborar referências básicas para as políticas públicas nacionais e locais, de forma a promover a articulação, coordenação e eficácia das ações.

Elaborado pela *Canadian Aerospace Associations Human Resources Alliance* (CAAHRA), em parceria com o *Canadian Aviation Maintenance Council* (CAMC), o trabalho contou com o apoio do *Human Resources & Social Development Canada* (HRSDC), uma agência Federal dedicada aos recursos humanos, e também com o apoio do Ministério da Indústria do Canadá (Industry Canada). O documento, cuja versão final foi publicada em março de 2008, contou com a participação dos representantes das províncias, por meio de uma série de fóruns locais, realizados em 2007.

Partindo das considerações em relação ao contexto da indústria aeroespacial canadense, identificado pelo NADF em 2005, o documento especificou uma visão para as questões relacionadas aos recursos humanos; indicou as necessidades e desafios da indústria; e propôs um conjunto de ações estratégicas necessárias para consecução dos objetivos de longo prazo para o setor aeroespacial.

Em relação ao contexto, foi considerado o cenário de expansão do mercado acompanhado pela redução do número de projetos e incremento da concorrência; a importância da liderança tecnológica e da capacidade inovativa para o posicionamento na cadeia de valor; e os novos requisitos, especialmente quanto aos impactos ambientais das atividades. Particularmente, em relação aos recursos humanos, havia também o chamado risco de 'escassez de competência' - associado à previsão de retirada do mercado de trabalho da mão de obra em condições de aposentadoria.

Foi estabelecida como visão na área de recursos humanos; os processos de entrada no mercado de trabalho; melhoria dos recursos humanos em atividade na indústria; e a transição para uma nova configuração dos recursos humanos. No caso do processo de entrada o foco seria os planos de atração de mão de obra e as atividades de qualificação básica. Os processos de melhoria, destinados à mão de obra em atividade, teriam como objetivo o desenvolvimento de novas capacidades e habilidades. E o processo de transição seria marcado pela nova configuração do mercado de trabalho, considerado o processo de renovação da mão de obra de longo prazo.

Dessa forma, com a organização dos processos entrada e desenvolvimento, o CAHRSD procurou tratar a necessidade de garantir a oferta de pessoal, cujo principal desafio era o desenvolvimento de fontes de recursos humanos e, também, a oferta de competências, representadas pelos conhecimentos e habilidades necessários para o desenvolvimento do setor aeroespacial. Os processos de transição, por sua vez, envolveriam as questões relacionadas à percepção da indústria aeroespacial no Canadá e o desenvolvimento de ações de coordenação centralizadas em nível nacional.

A questão da imagem da indústria aeroespacial, associada à incerteza dos ciclos dos projetos aeroespaciais, foi considerada crítica para o desenvolvimento da percepção do setor como uma escolha de destino da carreira profissional. O desenvolvimento dessa percepção, por sua vez, seria essencial para o desenvolvimento de novas fontes de mão de obra, especialmente entre jovens e mulheres.

Já a coordenação no plano nacional seria importante para focalização das ações a partir do mercado, e também para o desenvolvimento de operações com escala para alteração das condições gerais de mercado. Havia também uma série de desafios para as ações no plano local, como a diversidade de interesses, aspectos jurídicos e o baixo nível de organização do segmento manufatureiro do setor aeroespacial.

No campo das ações estratégicas, o documento propôs a elaboração de um plano de carreira tendo como foco a atração para o mercado de trabalho de jovens, pilotos militares, imigrantes, mulheres e trabalhadores de outros setores de atividades. Também foi proposta uma reorganização das classes de atividades relacionadas ao setor a partir das habilidades e conhecimentos requeridos para a ocupação dos postos de trabalho; a organização de um sistema de informações nacional do mercado de trabalho; e um sistema de informação para as empresas, com a especificação das necessidades de mão de obra.

Quadro 22 – Canadá: diretrizes para os recursos humanos do setor aeroespacial propostas pela CAHRSD

Contexto	Visão
Crescimento do mercado Redução do número de projetos Lideranças e competências tecnológicas Escassez de competências Importância da capacidade inovativa Perfil das relações na cadeia de valor Mudanças nos requisitos de desempenho	Entrada <i>plano de atração de mão de obra</i> <i>treinamento e qualificação básica</i> Melhoria <i>desenvolvimento dos trabalhadores estabelecidos</i> Transição <i>mudança do perfil da mão de obra de longo prazo</i>
Necessidades	Ações estratégicas
Assegurar a disponibilidade de pessoal <i>desenvolver novas fontes de mão de obra</i> Assegurar a disponibilidade de competências <i>Habilidades e conhecimentos requeridos</i> Percepção do setor como destino de carreira <i>problemas de imagem</i> <i>mobilização de jovens e mulheres</i> Coordenação nacional <i>ações focalizadas no mercado</i> <i>diversidade de interesses</i> <i>escala requerida das ações</i> <i>aspectos jurídicos</i> <i>organização do segmento de manufatura</i>	Plano de carreira <i>jovens</i> <i>pilotos aeronáuticos</i> <i>novos canadenses (imigrantes)</i> <i>trabalhadores qualificados de outros setores</i> <i>segmentos populacionais não tradicionais</i> Portal de contratação <i>sistema de informações nacional</i> Avaliação de necessidades empresariais <i>sistema de informações</i> Reorganização das classes de atividades <i>seleção de pessoal a partir do conceito de competência</i>

Fonte: CAHRSD (2008)

The Canada First Defence Strategy (CFDS)

O *The Canada First Defence Strategy* (CFDS) era um programa de investimentos de longo prazo para o aparelhamento, modernização e desenvolvimento da capacidade de defesa canadense, organizado pelo *Department of National Defence* (DND). Instituído em junho de 2008, o programa previa investimentos US\$ 460 bilhões em 20 anos e tinha como objetivo constituir no Canadá forças armadas de classe internacional para garantir as condições de defesa da soberania do País e o cumprimento dos compromissos do país no exterior (DND, 2009).

De acordo com a exposição de motivos do programa, o baixo nível de investimentos na área de defesa ao longo dos anos 90 havia resultado na diminuição da capacidade operacional das Forças Armadas Canadenses e na necessidade de atualização dos sistemas de defesa, incluindo o aumento do contingente. O documento destacava, ainda, a necessidade da reposição das principais plataformas de defesas - navios, helicópteros, embarcações e outros equipamentos, com o final do ciclo desses sistemas.

Com isso, e tendo como base o orçamento em 2008, o programa estabeleceu um crescimento médio anual de gastos em 2,7% até 2027, e o período de concentração dos investimentos ocorreu entre os anos de 2008 a 2019. A previsão era que cerca de 50% dos recursos fossem alocados com o contingente, e 50% com equipamentos e infraestrutura, conforme o Gráfico 11.

Gráfico 11 – Canadá: previsão de investimentos na área de defesa (2009-2019)

Fonte: DND (2009)

No setor aeroespacial, o programa para o reaparelhamento, modernização e ampliação da capacidade de defesa (CFDS) foi articulado aos objetivos estabelecidos pela *National Aerospace and Defense Framework* (NADF), pelo programa denominado *Industrial and Regional Benefits* (IRB). Com isso, a expectativa era que o programa de investimentos do CFDS se constituísse em uma alavanca para o reposicionamento de empresas na cadeia internacional de valor, com o estabelecimento de relacionamentos de longo prazo baseados na atividade inovativa.

O *Industrial and Regional Benefits* (IRB) era um programa de compensação (*offset*), instituído em 1986, voltado para a geração de benefícios locais pela compra de sistemas militares. Esse programa, operado pelo *Industry Canada* e agências de desenvolvimento econômico locais, estabelecia que 100% das despesas com sistemas fossem revertidos em participações de conteúdo produzidas no Canadá (compensações diretas) em outros setores intensivos em tecnologia (compensações indiretas).

O CFDS previa investimentos no setor aeroespacial de US\$ 10 bilhões em 20 anos com a aquisição de aeronaves de apoio, helicópteros de combate, aviões para patrulhamento marítimo, e também aviões de combate, conforme a Tabela 14. Para o programa de compensações, associado a essas aquisições, foram estabelecidas normas e procedimentos específicos para o IRB.

Tabela 14 – Canadá: investimentos no setor aeronáutico para área da defesa

Equipamentos	Valores (em US\$ bilhões)	Quantidade
aeronaves de apoio	2,91	17
helicópteros de combate	2,45	0
aviões de patrulhamento marítimos	2,27	10
caças	2,73	65
<i>Investimento total</i>	10,36	

taxa de câmbio C\$/US\$ de 1,10 para o ano de 2008

Fonte: DND (2009)

The Canadian Space Strategy

O *The Canadian Space Strategy* era um documento de referência, publicado em 2003, com as diretrizes e prioridades para o desenvolvimento das atividades espaciais pelo Canadá. Com base nessas referências, a agência espacial canadense *Canadian Space Agency* (CSA), criada em 1990 para desenvolver o programa espacial, organizava os projetos e atividades que movimentavam o setor espacial. Em 2009, a CSA contava com 635 funcionários; um orçamento de US\$ 300 milhões; e instalações em Quebec (John H. Chapman Space Centre) e Ottawa (laboratório David Florida).

Seguindo uma orientação estabelecida desde o final dos anos 50, o documento definiu como foco para o programa canadense o desenvolvimento de serviços para aos usuários finais, ou fins pacíficos. Nesse contexto foram definidos como campos prioritários aqueles em que o Canadá possuía competências diferenciadas, como observação terrestre, comunicação por satélites e ciências espaciais. A educação básica e sensibilização sobre o espaço também foram consideradas prioridades.

Na área de observações terrestres, os campos prioritários no segmento de monitoramento do ambiente eram as mudanças climáticas, e no campo da gestão dos recursos da terra, a avaliação da sustentabilidade, particularmente da agricultura. As aplicações na área de segurança e política externa teriam como foco a gestão dos desastres naturais, o apoio às operações internacionais e a soberania do território canadense (CSA, 2009) (Quadro 23).

No segmento de comunicações por satélite, as diretrizes situavam-se na garantia do acesso às telecomunicações para o Canadá e no apoio às agências canadenses, cujas missões relacionavam-se à tecnologia espacial. Na área de ciência e exploração espacial, o foco eram as aplicações no campo das ciências da vida e as pesquisas básicas em astronomia e sistema solar.

As estratégias fundamentais para a execução do programa espacial canadense envolviam a capacidade científica; domínio de tecnologias críticas; garantia da infraestrutura e serviços técnicos qualificados; foco nos segmentos dinâmicos do mercado; e fomento às parcerias domésticas e internacionais, conforme Quadro 23.

A estratégia para a capacidade científica enfatizava o desenvolvimento de recursos humanos para o setor espacial. A definição das tecnologias críticas, por sua vez, apontava para a autonomia em processos fundamentais para o desenvolvimento das aplicações espaciais, com exceção dos lançadores, em razão das suas aplicações duais⁷⁰. A estratégia para os serviços e para a infraestrutura destacava a importância da manutenção desses recursos.

A estratégia de focalizar os segmentos dinâmicos do mercado, pela diversificação e aumento da escala das operações, destaca a orientação para a exploração comercial das aplicações espaciais; e a estratégia de parcerias internacionais, por sua vez, reitera o posicionamento histórico do programa espacial canadense de articulação de competências internas e externas.

⁷⁰ A tecnologia de lançadores também era utilizada para o desenvolvimento de mísseis balísticos e sujeitos aos controles de armas internacionais.

Quadro 23 – Canadá: política para o setor espacial

CAMPOS PRIORITÁRIOS	ESTRATÉGIAS
<p>Observação terrestre</p> <p><u>ambiente</u></p> <p>parâmetros da terra, atmosfera e biosfera</p> <p>predição/avaliação das mudanças climáticas</p> <p>suporte operacional às aplicações ambientais</p> <p>apoio à política e tomada de decisão</p> <p><u>recursos e gestão da terra</u></p> <p>políticas e regulação para a agricultura</p> <p>sustentabilidade do uso de recursos</p> <p>uso da terra nos planos locais</p> <p><u>segurança e política externa</u></p> <p>soberania territorial</p> <p>gestão de desastres naturais</p> <p>apoio às ações globais</p> <p>Comunicação por satélites</p> <p><u>garantia de acesso às telecomunicações</u></p> <p><u>apoio às operações das agências</u></p> <p>Ciência e exploração espacial</p> <p><u>astronomia e sistema solar</u></p> <p>origem, formação e evolução do universo</p> <p>elementos constitutivos da vida</p> <p>impactos das explosões solares na terra</p> <p><u>ciências físicas e ciências da vida</u></p> <p>princípios para aplicações em produtos</p> <p>dinâmica dos sistemas orgânicos no espaço</p> <p>apoio à exploração espacial</p> <p>conscientização do espaço e aprendizagem</p> <p>conscientização</p> <p>aprendizagem</p>	<p>Capacidade científica</p> <p>promover pequenos projetos de pesquisa</p> <p>apoiar os pesquisadores com potencial</p> <p>financiar trabalhos no longo prazo</p> <p>estimular a cooperação</p> <p>Tecnologias críticas</p> <p>tecnologias de cargas úteis</p> <p>plataforma e infraestrutura</p> <p>tecnologias genéricas</p> <p>Serviços tecnológicos e infraestrutura</p> <p>parceria para manutenção e expansão</p> <p>maximizar a utilização infraestrutura</p> <p>Foco no segmentos dinâmicos da indústria</p> <p>diversificação dos produtos serviços</p> <p>escala para exploração econômica</p> <p>Parcerias internacionais e nacionais</p> <p><u>parcerias nacionais</u></p> <p>requisitos dos governos</p> <p>necessidades da indústria</p> <p>abordagem orientada ao cliente</p> <p><u>parcerias internacionais</u></p> <p>fornecedor de soluções</p> <p>cooperação científica</p>

Fonte: elaborado pelo autor a partir de CSA (2003)

3.3.3 Programas para o setor aeroespacial

Estrutura da política

No Canadá, o setor aeroespacial contava com programas estruturados para todas as etapas básicas do processo de produção. Assim, havia programas para: a) pesquisa fundamental nas áreas do conhecimento relacionadas às aplicações aeroespaciais; b) programas para pesquisa aplicada, voltados para solução de problemas gerais de produção; desenvolvimento de produtos e serviços; c) apoio à produção, envolvendo investimentos e organização de processos; e d) programas de comercialização, com o apoio às operações de *marketing* e financiamento das vendas (ADTF, 2003).

Os principais programas eram oferecidos por organizações públicas federais, especializadas em seus segmentos de atuação, e as atividades coordenadas pelo *Industry Canada* e pela *Canadian Space Agency* (CSA), organização que também era formalmente vinculada ao *Industry Canada*. Havia ainda importantes programas locais, complementares aos programas nacionais, organizados pelas agências de fomento das províncias, principalmente de Quebec e Ontário, onde se concentrava a produção aeroespacial do Canadá.

Nos subitens que seguem são apresentados 13 programas nacionais para as atividades de pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de produtos e serviços, que eram oferecidos em 2010. Entre esses programas, os de maior destaque são o *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI), o *Industrial and Regional Benefits* (IRB), o plano de ações do NRC Aerospace e o Programa Espacial Canadense. Esses programas de maior importância são apresentados de forma mais detalhada na sequência do trabalho.

Destaca-se que os programas mencionados são complementares aos serviços de apoio ao setor. Havia também ações na área de formação de recursos humanos em fase de estruturação, com base nas diretrizes do CAHRSD, além dos programas locais.

Pesquisa básica

As mais importantes atividades na área da pesquisa básica para o setor aeroespacial no Canadá são desenvolvidas pelas universidades com o apoio dos programas do *Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada* (NSERC), uma agência federal vinculada ao *Industry Canada*, criada em 1978 para o financiamento de pesquisas nas áreas de engenharia. Em 2009, a agência contava com um orçamento anual de cerca de US\$ 900 milhões, o que representa aproximadamente 1/5 dos recursos investidos nas engenharias no Canadá⁷¹ (NSERC, 2009).

⁷¹ O restante dos recursos investidos em atividades de formação e pesquisa em engenharia, cerca de US\$ 3,2 bilhões ao ano, é aportado pelas universidades, províncias e empresas (NSERC, 2009)

Os programas mais importantes do NSERC são voltados para o apoio à formação, em nível de graduação e pós-graduação, incluindo programas no exterior, e o financiamento de pesquisas básicas em engenharia. Em 2008, os projetos de pesquisa financiados pela agência envolveram 12 mil professores e o programa de apoio à formação apoiava 28,5 mil estudantes de engenharia.

O NSERC também oferece programas de cooperação: a) entre pesquisadores e empresas (*Collaborative Research and Development* (CRD)); b) entre programas de pesquisa nacionais e internacionais (*Networks of Centres of Excellence* (NCEs)); e de apoio para transferência de tecnologia (*Centres of Excellence for Commercialization & Research*). Em 2008 a agência contava com 487 contratos de parcerias com empresas que contribuía, em média, com 60% das despesas com as atividades (NSERC, 2009).

Particularmente, nas aplicações aeroespaciais há programas promovidos pela Agência Espacial Canadense em parceria com a empresa MacDonald Dettwiler & Associates (MDA), do setor espacial (NSERC, 2009). A produção científica canadense na área de ciências espaciais tem o maior destaque relativo internacional, em termos de citações (CSA, 2009).

Pesquisa aplicada

A pesquisa aplicada para as tecnologias aeroespaciais – que envolve o desenvolvimento, validação e demonstração das tecnologias, e também a definição de conceitos básicos de produtos – é segmentada, no Canadá, nos campos de aplicação civil e militar. Essa segmentação ocorreu a partir do *Defence Production Sharing Agreement*, um acordo celebrado com os Estados Unidos no final dos anos 50, conforme exposto no item 3.1.1.

No segmento das aplicações militares, o programa principal é o *Defence Development Sharing Agreement* (DDSA), que permite às empresas canadenses participarem dos programas desenvolvidos pelo Departamento de Defesa norte-americano (DoD). Também na área das aplicações militares são importantes as atividades organizadas pelos centros militares de pesquisa, coordenados pelo *Defence Research and Development Canada* (DRDC).

O *Defence Development Sharing Agreement* (DDSA), que era operado pela empresa pública *Canadian Commercial Corporation*, contava com um orçamento médio anual de contratações para o setor aeroespacial de cerca de US\$ 400 milhões (CCC, 2009). Já o orçamento para pesquisa e desenvolvimento dos centros administrados pelo *Defence Research and Development Canada* (DRDC) era de US\$ 320 milhões em 2007. Portanto, em conjunto, esses programas militares movimentavam cerca de US\$ 700 milhões.

No segmento civil do setor aeroespacial, os principais programas de pesquisa aplicada eram desenvolvidos pelo *National Research Council* (NRC), por meio do *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR), e pelo *Industrial Research Assistance Program* (NRC-IRAP). Em 2009, os institutos para o setor aeroespacial vinculados ao NRC desenvolveram 72 programas, e contavam com um orçamento anual de US\$ 40 milhões em 2008.

Há também os programas voltados para o financiamento das atividades de pesquisa e de desenvolvimento empreendidos pelas empresas do setor aeroespacial. Os mais importantes são o *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI) e os programas relacionados ao *Scientific Research and Experimental Development* (SR&ED).

O *Scientific Research and Experimental Development* (SR&ED) oferece incentivos fiscais (créditos fiscais) para as despesas de P&D em todas as atividades e empresas do setor industrial, incluindo o setor aeroespacial. Considerado o programa que oferece maiores benefícios entre os países desenvolvidos (KPMG, 2006), o SR&ED tem como principal característica a abrangência do sistema de incentivos, que envolve todas as despesas com operações não regulares relacionadas ao processo de P&D, sem restrições para valores (SR&ED, 2009).

O *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI), por sua vez, é um programa para o financiamento dos gastos com pesquisa e desenvolvimento para novos produtos e processos, ou melhoria dos produtos e processos existentes, voltado para empresas do setor aeroespacial. Considerado o mais importante programa para setor, o SADI contou com um orçamento de US\$ 900 milhões para o período de 2007 e 2012 podendo ser utilizado em conjunto com os incentivos do SR&ED.

Outro programa para a área de pesquisa aplicada é o *Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Quebec* (CRIAQ), uma organização dedicada à promoção das ações colaborativas com empresas para o desenvolvimento de tecnologias em fase experimental, geradas pelas universidades canadenses. Em 2009 o orçamento do consórcio foi US\$ 12 milhões, sendo 25% financiados pelo setor privado e o restante pela Província do Quebec (CRIAQ, 2009).

No setor espacial, as pesquisas aplicadas são desenvolvidas pelas universidades com o apoio dos programas de fomento, como o SR&ED; pelas empresas, por meio do SADI; e pelo *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR). Há também os programas de pesquisa aplicada desenvolvidos pelos laboratórios dedicados ao programa espacial, administrados pelo Canadian Space Agency (CSA).

Desenvolvimento

A etapa do desenvolvimento se caracteriza pela elaboração dos protótipos, pelo detalhamento das especificações do produto e pelas definições em relação aos componentes, partes e subsistemas que compõem a chamada arquitetura dos produtos complexos. Nessa etapa também são organizados os processos iniciais de qualificação dos produtos (ADTF, 2003).

A maioria dos programas voltados para a pesquisa aplicada no Canadá também são extensivos ao desenvolvimento, sobretudo até o limite em que as aplicações são genéricas, no sentido de não poderem ser associadas a produtos específicos, o que se denominava desenvolvimento tecnológico horizontal no documento *Aerospace and Defence Technology Framework*. Esse era o caso, por exemplo, dos programas SR&ED, SADI e de parte das pesquisas militares contratadas no contexto do DDSA.

Na etapa do desenvolvimento há programas específicos para as pequenas e médias empresas do setor aeroespacial, organizados pelo *Industrial Research Assistance Program* (NRC-IRAP), especialmente para difusão de tecnologias e serviços técnicos de apoio, incluindo produtos de informação. As agências federais de fomento também oferecem serviços de apoio e agências das províncias, recursos complementares para o financiamento⁷².

Outro programa específico para o setor, que envolve o desenvolvimento e as operações de produção e comercialização é o *Diagnostics, Prognostics and Health Management* (DPHM). Proposto pelo *Canadian Aerospace Partnership* (CAP), por ocasião da elaboração da *National Aerospace and Defense Framework* (NADF), em 2005, o programa persegue o desenvolvimento de serviços integrados de manutenção para os novos projetos aeroespaciais.

Por ter como objetivo a gestão da vida útil dos equipamentos, sistemas e estruturas aeroespaciais, o DPHM se organiza na forma de projetos cooperados para o desenvolvimento de soluções técnicas e serviços. Esse modelo de organização para os serviços, por sua vez, havia sido originalmente elaborado para o programa de aviões de combate norte-americanos *Joint Strike Fighter* (JSF), cujo desenvolvimento contou com a participação de empresas canadenses (CAP, 2005).

⁷² Entre as agências federais, por exemplo, que ofereceram, em 2009, apoio às atividades de desenvolvimento tecnológico estavam *Canada Economic Development for Québec Regions* e a *Western Economic Diversification Canada*. Entre as agências locais que ofereciam recursos para essas atividades estavam o *Canada Ontario Business Centre Sources of Micro-credit Financing* e o *Investissement Québec – Strategic Support for Investment Program* (PASI) (INVEST CANADA, 2009).

Produção

A etapa de desenvolvimento da produção tem início na fase final da especificação da arquitetura do produto e é acompanhada pela engenharia de processos, a partir da qual são elaboradas a qualificação final e a certificação. A principal característica dessa etapa é o desenvolvimento de tecnologias e operações específicas, ou tecnologias verticais, que são relacionadas aos produtos (ADTF, 2003).

Na área de certificação e desenvolvimento da produção, as pequenas e médias empresas contam com programas de apoio específicos, organizados pelo NRC-IRAP. Existiam também programas de apoio à certificação destinados a todos os setores industriais, que eram organizados pela agência *Standards Council of Canada* (SCC), além do *Diagnostics, Prognostics and Health Management* (DPHM), que também desenvolvia ações de apoio específicas para o setor de manutenção (MRO).

Os investimentos para organização da produção contavam com linhas de financiamento de longo prazo, oferecidas pelo sistema financeiro privado e diversas modalidades de captação de recursos no mercado de capitais, com características semelhantes ao grupo dos países mais ricos (INVEST CANADA, 2009). As agências de desenvolvimento locais, como as de Quebec e Ontário também contavam com programas para o desenvolvimento da produção e ofereciam recursos para financiamento.

No caso das pequenas e médias empresas, o *Business Development Bank of Canada* (BDC), um banco público federal de fomento, oferecia linhas especiais para o financiamento dos investimentos. As agências federais de desenvolvimento regional também atuavam nas atividades de apoio às operações de captação e também na comercialização dos produtos.

Ainda na área de desenvolvimento, o programa de compensações comerciais (*offset*) denominado *Industrial and Regional Benefits* (IRB), envolvia a contratação de produção local pelos fornecedores de sistemas militares (*prime contractors*) adquiridos pelo governo canadense. Esse programa era um instrumento fundamental da política para setor aeroespacial instituída em 2005 e também da política de defesa, denominada *The Canada First Defence Strategy* (CFDS).

Comercialização

A comercialização dos produtos e serviços para o setor aeroespacial envolve uma série de atividades de *marketing*, como, por exemplo, a organização de informações de mercado, ações de divulgação, desenvolvimento e gestão de marcas, entre outras. A comercialização também abrange as operações de financiamento de vendas e serviços de apoio, como seguros e transportes fundamentais para efetivação dos negócios.

Em relação ao desenvolvimento das operações de comercialização, o *Invest Canada* e o *Industry Canada* contavam com programas e serviços de apoio para as exportações, e também procuravam articular ações das instituições para o desenvolvimento dos mercados. Destaca-se que o programa IRB era operado pelo *Industry Canada* com o apoio das agências locais de desenvolvimento.

Na área de financiamento, além dos serviços oferecidos pelas instituições privadas, as empresas contavam com programas financeiros de apoio às exportações, organizados pelas agências de desenvolvimento das províncias. As mais importantes ações para o financiamento, no entanto, eram organizadas pelo *Export Development Canada* (EDC), uma agência especializada de crédito às exportações.

O EDC oferecia ao setor aeroespacial, em 2009, operações de garantia, linhas de crédito e financiamento para aquisição de equipamentos para produção destinada à exportação. Em 2008, o valor total de financiamentos para exportação concedidos ao setor foi de US\$ 5 bilhões e o número de empresas atendidas, 130. Os critérios para estruturação das operações seguiam as diretrizes estabelecidas pelo *Aircraft Sector Understanding* (ASU), organizadas pelo *Export Credit Agency* (ECA), um organismo vinculado à OECD.

Na Ilustração 8, a seguir, os programas mencionados no presente item são situados em relação à natureza dos processos básicos da atividade produtiva - pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e comercialização- e também quanto às características do escopo dos programas tecnológicos e financeiros, entre outros.

Ilustração 8 – Canadá: estrutura da política para o setor aeroespacial

Fonte: elaborada pelo autor

Strategic Aerospace and Defence Initiative (SADI)

O *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI) é um programa do Governo Federal para promoção das atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos pelas empresas; aumento da competitividade da indústria; e estímulo às ações colaborativas entre o setor privado, instituições de pesquisas e universidades.

Instituído em 2007, com o arquivamento do *Technology Partnership Canadá* (TPC), o programa foi elaborado tendo como referência as diretrizes estratégicas estabelecidas pelo *National Aerospace and Defense Framework* (NADF), em 2005, e as prioridades tecnológicas definidas pelo *Aerospace and Defence Technology Framework*, em 2003. Com isso, o SADI foi marcado por um posicionamento específico para o setor aeroespacial, enquanto o TPC, que havia sido o principal programa de fomento para o setor entre 1996 e 2006, foi organizado com base em princípios abrangentes e aplicado, também, a outros setores intensivos em tecnologia.

O programa contava com um orçamento de US\$ 900 milhões para um período de 5 anos, de 2007 a 2012, que correspondia, em termos proporcionais, ao mesmo orçamento do TPC alocado no setor aeroespacial, quando considerados os recursos destinados às pequenas e médias empresas⁷³. A *Industrial Technologies Office* (ITO), uma agência especial do *Industry Canadá* que havia sido organizada para operação do TPC, permaneceu responsável pela execução do novo programa.

O SADI, assim como o TPC, foi estruturado como financiamentos reembolsáveis, em atendimento às exigências da OMC, e os recursos poderiam ser captados por subsidiárias estrangeiras e compor planos de atração de empresas. O programa também não exigia proporcionalidade em relação às províncias ou segmentos do setor aeroespacial para alocação dos recursos.

⁷³ O TPC contou com orçamento de US\$ 2 bilhões em 10 anos, sendo US\$ 400 milhões destinados às pequenas e médias empresas pelo programa TCP-IRAP.

A principal diferença entre SADI e o TPC é a abrangência dos programas. No caso do SADI, o programa restringiu o financiamento às atividades de pesquisa industrial e da pesquisa pré-competitiva, enquanto o TPC também financiava o desenvolvimento comercial dos produtos e serviços. Dessa forma, procurou-se minimizar a possibilidade de contenciosos internacionais envolvendo subsídios, como o caso da Bombardier e Embraer, em 1998.

O SADI considera pesquisa industrial a descoberta dos conhecimentos necessários ao desenvolvimento de novos produtos e processos, ou, ainda, à melhoria significativa dos produtos e processos existentes. Esses conhecimentos têm como característica a sua aplicação para definição de conceitos e princípios que são aplicados a famílias de produtos e processo, compondo o desenvolvimento tecnológico horizontal.

O desenvolvimento pré-competitivo envolvia as atividades relacionadas às especificações de produto, incluindo as definições fundamentais da arquitetura do produto e protótipos. De acordo com as normas do programa, não compunham o seu escopo os projetos demonstrativos ou pilotose melhorias simples nas rotinas estabelecidas para produção.

Com isso, o SADI procurava estimular o desenvolvimento de novas famílias de produtos e processos para garantir uma participação de destaque das empresas canadenses nos novos projetos e plataformas em desenvolvimento na indústria aeroespacial internacional. De acordo com a *Aerospace Industries Association of Canadá* (AIAC, 2006), os maiores projetos internacionais em desenvolvimento eram o *CSeries*, liderado pela Bombardier; o da Estação Espacial Internacional; e o do avião de combate norte-americano *Joint Strike Fighter (JSF)*.

Eram consideradas despesas passíveis de financiamento os gastos com mão de obra, material e equipamentos necessários à organização das atividades não rotineiras, relacionadas ao esforço de desenvolvimento tecnológico. O limite de financiamento era de 40%, podendo alcançar, em casos especiais, até 50% das despesas, havendo ainda a possibilidade de inclusão de até 20% das despesas incorridas em período anterior à apresentação do projeto. No programa TPC, o limite para o financiamento das despesas era de 33,3%.

Não havia limites para os montantes financiados, no entanto valores acima de US\$ 10 milhões dependiam de autorização do comitê gestor do Programa, ou do *Industry Canada*, para valores maiores que US\$ 20 milhões. Havia também a possibilidade de financiamentos simultâneos com outros programas de fomento, até o limite de 75% do investimento. O pagamento do financiamento seria iniciado 1 ano após o lançamento comercial do produto ou da operação, e o prazo para liquidação era de 15 a 20 anos.

Foram definidos como critérios para seleção dos projetos: a) os benefícios tecnológicos dado pela relevância da tecnologia ou o nível de excelência das soluções propostas; b) benefícios socioeconômicos, dados pela viabilidade comercial, potencial de *spillovers* e relações de cooperação estabelecidas; c) capacidade de consecução dos objetivos, definida com base nos recursos disponíveis, experiência tecnológica e plano de negócios proposto.

Quadro 24 – Canadá: estrutura do programa SADI

Objetivo	Escopo
Novas famílias de produtos e processos inserção nos grandes projetos internacionais	pesquisa industrial pesquisa pré-competitiva
Crítérios para seleção dos projetos	Valores para o financiamento (sem limites por projeto)
tecnológicos (relevância estratégica) econômicos (spillovers e cooperação) capacidade empresarial (experiência)	(valores acima de US\$ 10 milhões, sujeitos a aprovação agregado à outras programas de incentivos públicos (limite de 75% dos investimentos)
Limites do financiamento	Orçamento
50% dos investimentos até 20% das despesas incorridas	US\$ 900 milhões período de 2005 a 2012
	Pagamento
	1 ano após a conclusão do projeto Prazo de 15/20 anos para pagamentos

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Industrial Technologies Office (2009)

Entre 2008 e 2009 foram aprovados 12 projetos de investimentos pelo programa SADI no Canadá, que representaram um financiamento de US\$ 424,4 milhões para um investimento total de US\$ 1,18 bilhão. As empresas CAE Inc., Esterline CMC Electronics Inc. e Bristol Aerospace Ltd, que são grandes empresas do setor canadense, absorveram 81% dos recursos, conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Canadá: financiamentos concedidos pelo do SADI (2008- 2009)

Empresas	ano	Financiamento (milhões de US\$)	Investimento (milhões de US\$)	Fin/Inv (em %)	tecnologia
CAE Inc.	2009	250	714,3	35,0%	sistemas de simulação (nova geração)
Esterline CMC Electronics Inc.	2009	52,3	149,4	35,0%	tecnologia de integração de sistemas em cockpit (nova geração)
Bristol Aerospace Limited	2008	43,4	108,5	40,0%	processos para manufatura em materiais compósitos
Héroux Devtek Inc.	2008	26,9	77,0	34,9%	trens de pouso de baixo impacto ambiental
Diamond D-Jet Corporation	2008	19,6	65,33	30,0%	aer nave de pequeno porte em material compósito (5 passageiros)
EMS Technologies Canada Ltd.	2009	8,7	29,1	29,9%	tecnologia de comunicação móvel via satélite
PCI Geomatics Inc.	2009	7,7	-	-	tecnologia de observação terrestre
Norsat International Inc.	2008	5,9	17	34,7%	infraestrutura de solo portátil para telecomunicação por satélites
Integran Technologies Inc.	2008	4,6	11,5	40,0%	processos em nanotecnologia para o programa Joint Strike Fighter (JSF)
TransCore Link Logistics, Inc.	2009	3,1	10,4	29,8%	monitoramento de produtos via satélite
Axys Technologies Inc.	2009	1,84	-	-	tecnologia de monitoramento marítimo
Sputtek Inc.	2009	0,36	1,2	30,0%	tecnologia de manufatura avançada
Total		424,4	1183,73	35,9%	

Fonte: elaborado pelo autor a partir de Industrial Technologies Office (2009)

Industrial and Regional Benefits (IRB)

O *Industrial and Regional Benefits* (IRB) é um programa de compensação (*offset*) para geração de benefícios locais derivados da compra de sistemas militares no exterior. Operado pelo *Industry Canada* e as agência de desenvolvimento econômico locais, o programa estabelecia que o valor correspondente às despesas com sistemas militares fosse revertida em participações de conteúdo produzidas no Canadá (compensações diretas) ou em outros setores intensivos em tecnologia (compensações indiretas)

Organizado em 1986, o programa tinha como objetivo promover o desenvolvimento regional e industrial com investimentos em setores de tecnologia e assegurar benefícios das compras governamentais às empresas canadenses. Cumpre destacar que o Canadá havia abandonado os projetos de construção de sistemas independentes de defesa a partir de acordos militares com os Estados Unidos, descritos no item 3.1.1.

Com a decisão de elevação dos gastos para o setor de defesa definida pelo *The Canada First Defence Strategy*, em 2008, o IRB se tornou um programa fundamental para o reposicionamento da indústria aeroespacial civil e a consecução dos objetivos estabelecidos pela *National Aerospace and Defense Framework* (NADF) de 2005. A justificativa é que a elevação do gasto militar proposta produziria compensações apenas no setor aeroespacial, da ordem de US\$ 10 bilhões entre 2008 e 2028.

Com isso, o IRB foi reorganizado em 2009, para que as compras militares promovessem parcerias de longo prazo entre os fornecedores canadenses e os *prime contractors*, tendo como alavanca a garantia do conteúdo local nos sistemas militares adquiridos. Dessa forma, a seleção de parceiros canadenses, em razão das compensações, havia se tornado uma variável crítica na concorrência pelos contratos militares (IRB, 2009).

Com oportunidades para subcontratações promovidas pelo IRB, a expectativa era que as empresas canadenses estabelecessem um relacionamento baseado em atividades inovativas, criando a possibilidade para um reposicionamento na cadeia de valor em um ambiente de mercado próspero. Também havia expectativa de promover e atrair para o Canadá a atividade de P&D para produtos do setor aeroespacial de classe mundial.

Para tanto, foi estabelecido que para o cumprimento das exigências do IRB, 30% dos valores para compensações deveriam ser definidos quando da assinatura dos contratos de fornecimento dos sistemas militares; 30% em até 1 ano da assinatura; e 40% ao longo da execução do contrato. Com isso, pretendia-se promover eventuais parcerias entre empresas canadenses para o atendimento dessas compensações.

O IRB também passou a considerar contratações similares como contrapartida para efeitos de compensação. Dessa forma, procurou-se estimular a subcontratação das empresas canadenses e sua inserção na cadeia de valor.

Quadro 25 – Canadá: objetivos e expectativas do programa IRB

Objetivos gerais do programa

Promover os relacionamentos na cadeia de valor baseados em inovação
Atrair atividades de pesquisa e desenvolvimento para produtos de classe mundial
Garantir um ambiente próspero para a indústria canadense

Expectativa dos impactos

Oportunidades para subcontratação

Expectativa de benefícios

Assegurar investimentos na economia canadense
Incentivar a inserção das empresas canadenses nas cadeias globais de valor
Garantir a competitividade através do acesso ao mercado
Desenvolver e manter a capacidade constituída no setor aeroespacial
Promover o desenvolvimento das empresas de pequeno e médio porte

Fonte: elaborado pelo autor a partir de IRB (2009)

NRC Aerospace

NRC IAR

O NRC *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR), conhecido também como NRC *Aerospace*, é um instituto vinculado ao *National Research Council* (NRC)⁷⁴, com a missão de promover a competitividade da indústria aeroespacial canadense. Para tanto, o NRC Aerospace contava, em 2009, com instalações nas províncias de Ontário (Ottawa) e Quebec (Montreal), onde eram reunidos os laboratórios de aerodinâmica, manufatura, tecnologia de voo, turbinas a gás e *performance* de estruturas e materiais.

Além dos projetos de pesquisa tecnológica, o NRC *Aerospace* articulava as ações e competências do setor aeroespacial canadense. Nesse contexto, em 2009 o instituto participava das principais redes que envolviam empresas e instituições de pesquisa canadenses⁷⁵; operava o apoio para pequenas e médias empresas; e colaborava com os projetos militares liderados pelo *Defence Research and Development Canada* (DRDC).

As atividades do NRC *Aerospace* eram organizadas em prestação de serviços técnicos e atividades de pesquisa, organizadas, por sua vez, em programas, projetos e grupos temáticos. Em 2009 existiam 72 programas, 9 projetos, 3 grupos de pesquisa e 12 serviços tecnológicos ativos, descritos no Quadro 26, a seguir. O orçamento do instituto era de US\$ 40 milhões em 2008, sendo ½ recursos próprios; ¼ de receitas comerciais geradas com a prestação de serviços comerciais; e ¼ de recursos originados de pesquisas colaborativas (NRC-IAR, 2009).

⁷⁴ O NRC, o mais tradicional centro de pesquisas do Canadá foi organizado em 1916 para apoiar a política pública na área científica e tecnológica. Em 2009 contava com 27 institutos e 4,3 mil pesquisadores nas áreas de ciências da vida, ciências físicas, engenharia e serviços. Seu orçamento era de US \$ 612 milhões em 2009 (NRC, 2009).

⁷⁵ Para mais detalhes do O NRC Aerospace ver o apêndice

Quadro 26 - NCR Aerospace: programas, projetos e serviços (em 2009)

Programa		
Acoustic Testing	Image Transmission by Satcom	Non-linear Aerodynamics
Active Noise Control	Experimental Capabilities	NRC Aerosp. Specimen Library
Advanced Cockpit Displays	Fiber-Optic Helmet Displays	Numerical Simulations
Aerodynamics of Helicopter	Modeling for Fuselage Splices	Par.r Estim. in Time/Freq Domains
Aeroelasticity	Fixed-Wing Aerodynamics	Pilot-vehicle Interface Cockpit
Aging Aircraft Structures	Flight Requirements	Pressure Sensitive Film
Air Data Calibration	Flight Test and Evaluation	Analysis of Fiber Metal Laminates
Airb. Hyperspectral Imaging	Flight Test Crew Training	Real Time Thrust Sensor Tech.
Airb. Microgravity Experiments	Flow Measurement	Fusel Splices Containing/Corros.
Aircraft Modeling/Simulation	Handling Qualities Research	Rotary-Wing Aerodynamics
Aircraft Development/Integration	Helicopter Design Specifications	Simulation Helicopter Operations
Automated Photoelastic Stress	Helicopter Rotor State Modeling	Simulator Model Development
Bluff-Body Aerodynamics	Helmet-Mounted Displays	Store Aerodynamics
Bonded Joints and Patch Repair	Impact Damage Analysis	Strain Gauges and Extensometry
Buckling of Stiffened Panels	Infrared Thermography	Structural Vibration Testing
Civil Aircraft Aerodynamics	Installation & Systems Integration	Surface Vehicle Aerodynamics
Cloud Profiling Radar	Instrumentation	Technical Specifications
Composite Structures	Internal Aerodynamics	Thermoelastic Stress Analysis
Comput.l Structural Analysis	Life Predictions for Components	Truck Fuel and Emiss. Reduction
Corrosion Research	Measurement Techniques	Turbine Fuel Flowmeter Calibrat.
Flight Test Techniques	Mechanically Fastened Joints	Ultrasonics
Digital Image Correlation	Multidisc.Design/Optimization	Wind Effects on Structures
Direct Voiceh Recognition	Navigation and Guidance	Wing Contamination
Engine Performance	Non-Cont. C-Scan Imaging	
Synthetic Vision System	Non-Cont. Imag Bonded Alumi.	
Serviços industriais	Projetos	Grupos de pesquisa
Accelerated Mission Testing	Air Data Calibration and Measurement	Aerospace Unmanned Aircraft
Condition Monitoring and Analysis	Aircraft on Winter-Contam. Runways	Data Acquisition Analysis
Corrosion Testing	Convair 580 Instrumentation Pylons	Airborne Atmospheric Research
Hardware	De-Icing Fluid Separation Tests	
High Temperature Testing	Enhanced Visual Techniques	
Infrared Engine Diagnostics	Passive Radar Receiver	
Materials and Structural Testing	Rotorcraft Carefree Handling	
Non-Destructive Evaluation	Spotlight Synthetic Aperture Radar	
Other Inspection Methods	Weather Satellite Imaging	
Software		
Test Frames		
Tribology Services		

Fonte: NCR-IAR (2009)

Os desafios para o setor aeroespacial canadense, identificados pelo planejamento estratégico do NRC *Aerospace* para o período 2006-2010, foram o aumento do valor agregado da produção; o incremento da intensidade das atividades de P&D; e o desenvolvimento das competências pelos fornecedores de subsistemas. As justificativas eram a redução do valor adicionado na produção e do esforço tecnológico das empresas canadenses, entre 1999 e 2004, e a tendência de aumento da responsabilidade dos fornecedores para o desenvolvimento dos produtos, conforme Quadro 27.

Assim, foram definidos como objetivos estratégicos para o período 2006-2010 a consolidação NRC *Aerospace* como parceiro preferencial nos campos tecnológicos sob seu domínio; o desenvolvimento da competitividade dos fornecedores de partes e subconjuntos; e o apoio à consecução dos objetivos da política federal para indústria aeroespacial. Também foi indicado como objetivo estratégico o desenvolvimento das condições para sustentabilidade das ações do instituto no longo prazo.

Quadro 27 - NCR Aerospace: desafios e objetivos para 2006-2010

Desafios estratégicos 2006-2010
participação da produção canadense no valor global da produção aeroespacial <i>participação no valor adicionado de 60% em 1999 para 40% em 2004</i>
intensidade das atividades de pesquisa e desenvolvimento <i>queda de 10% em 1999 para 6% em 2004</i>
intensidade e capacidade tecnológicas dos fornecedores de subsistemas <i>aumento da reponsabilidade e importância relativa dos over-tier suppliers</i>
Objetivos estratégicos para 2006-2010
NRC-IAR como parceiro preferencial no desenvolvimento de tecnologias estruturas e materiais compósitos de baixo custo modelagem e simulação integradas aerodinâmica
desenvolvimento da competitividade dos fornecedores de subsistemas capacitação e transferências de tecnologia para pequenas/médias empresas promover a pesquisa colaborativa e a demonstração tecnológica abordagem a partir de clusters tecnológicos
apoio para consecução da política estratégica nacional para o setor ações colaborativas e desenvolvimento de novas capacidades integração e articulação da política nacional para o setor apoio ao Department of National Defence e
desenvolvimento das condições para o NRC-IAR cumprir o seu mandato promover a visibilidade de suas atividades manter o nível de investimento histórico no desenvolvimento de infraestrutura sustentabilidade econômica do instituto

Fonte: NCR-IAR (2009)

NRC IRAP

O *Industrial Research Assistance Program* (IRAP) é um programa operado pelo *National Research Council (NRC)*, desde os anos 60, para difundir o uso de novas tecnologias pelas pequenas empresas no Canadá. Em 2009 o programa contava com 230 técnicos e atendia cerca de 12 mil empresas, principalmente dos setores intensos em tecnologia, incluindo o setor aeroespacial.

Entre as ações desenvolvidas pelo IRP NRC destacavam-se o diagnóstico de oportunidades emergentes e identificação de necessidades tecnológicas; avaliação para o desenvolvimento da infraestrutura; difusão de tecnologias entre grupos de empresas; e a articulação das empresas nas cadeias de valor em âmbito regionais, nacional e internacional.

O programa também oferecia serviços na área de inteligência de Mercado e serviços de informação tecnológica especiais para as pequenas empresas, por meio do *Canada Institute for Scientific and Technical Information* (NRC-CISTI). O programa se constituía no principal canal de acesso desse grupo de empresas aos programas específicos para competitividade do setor aeroespacial organizados no Canadá, como o TPC e o SADI.

3.3.4 Considerações sobre as políticas para o setor aeroespacial no Canadá

A partir da descrição das políticas para o setor aeroespacial no Canadá, apresentada no presente item, e o referencial para análise, definido no item 1.3, os subitens que seguem apontam considerações em relação aos objetivos da política para o setor quanto ao desenvolvimento da produção no mercado internacional; requisitos para consecução desses objetivos; seletividade das ações; e as variáveis empregadas.

Os requisitos da política industrial compreendem os meios para consecução dos objetivos em relação à capacidade de produção e capacidade tecnológica. A seletividade refere-se ao objeto das ações da política que podem envolver as firmas, outros atores, cadeias de valor, condições da demanda, a base de conhecimento e as variáveis de política industrial, que, por sua vez, tratam das características dos instrumentos empregados, particularmente em relação ao enfoque sistêmico e à geração de externalidades positivas.

Os objetivos da política para o setor aeroespacial no Canadá

As diretrizes da política para o setor aeroespacial estabelecidas pela NADF visam manter a posição da indústria canadense, entre as 5 maiores mundo. Para tanto, são estipulados objetivos em relação à performance, configuração do mercado, características da estrutura da oferta e competências.

Os objetivos estipulados em relação à *performance* foram o crescimento acima da média internacional da produção industrial e dos resultados, em termos de taxa de retorno; níveis diferenciados de produtividade e atividade inovativa; e manutenção da participação do valor adicionado da produção, com referência nos principais competidores⁷⁶. Também foi atribuída importância relativa maior à diversidade da produção do que à densidade do tecido produtivo.

Em relação à estrutura da indústria, o objetivo definido pela NADF é promover a concentração de *prime contractors* de classe mundial; e quanto ao mercado, o foco da política é promover a atuação global das empresas. Vale destacar que a diversificação dos mercados e a consolidação do Canadá como uma base internacional de produção aeroespacial são objetivos tradicionais da política para o setor.

⁷⁶ Cumpre observar, em relação ao objetivo do valor adicionado, que a reorganização das cadeias de valor para exploração das vantagens da internacionalização da produção, a partir dos anos 90, foi acompanhada pela redução da participação do valor do valor adicionado na produção. Essa redução foi particularmente expressiva nos Estados Unidos, Inglaterra, França e Alemanha – que reúnem as maiores indústrias aeroespaciais.

Os objetivos em relação às competências são o desenvolvimento e integração dos sistemas aeroespaciais e a gestão da vida útil desses sistemas. No caso, esses objetivos expressam o foco no *upgrading* da indústria em relação ao fornecimento de componentes e partes e prestação de serviços de manutenção, reparo e revisão, que são competências tradicionais reunidas pela indústria canadense.

.

Requisitos da política para o setor aeroespacial no Canadá

O principal requisito para consecução dos objetivos da política para o setor aeroespacial no Canadá é o desenvolvimento da capacidade inovativa avançada, entendida como as competências para o desenvolvimento e implantação de novos sistemas técnicos e especificações para produção. Com isso, se pretende reposicionar a indústria na cadeia de valor, como forma de garantir sua participação relativa no mercado internacional.

Quanto à capacidade produtiva, os requisitos definidos pela política se concentraram na diferenciação horizontal da produção, que são representadas pelas características específicas em relação à *performance*, qualidade e interoperabilidade dos produtos e serviços. Dessa forma, pretende-se garantir a liderança em segmentos específicos do mercado, o que também se configura em uma estratégia tradicional da indústria canadense.

Ainda no campo dos requisitos associados à capacidade operacional, pode ser destacada a busca pelo aumento da produtividade para manutenção das condições de competitividade no mercado internacional, especialmente frente aos países com diferenciais de valor de mão de obra.

Seletividade das ações para o setor aeroespacial no Canadá

A política para o setor aeroespacial no Canadá se caracteriza pela seletividade relacionada à base de conhecimento das atividades e aos aspectos vinculados às relações de produção. Há também seletividade quanto ao porte das empresas, que são representadas pelas ações e serviços destinados às pequenas empresas.

A base de conhecimento prioritária do ponto de vista das diretrizes políticas são as competências para à integração de sistemas e gestão do ciclo de vida dos sistemas aeroespaciais. O objetivo das ações seletivas junto aos campos de conhecimento indicados está relacionado ao *upgrading* industrial.

A seletividade quanto à cadeia de valor compreende a orientação das ações da política para promover mudanças qualitativas nos relacionamentos também para promover *upgrading* das empresas canadenses. Mais especificamente, a evolução do relacionamento, baseado no fornecimento, para aquele em que a agregação de valor é baseada na colaboração. O foco dessas ações são as áreas do conhecimento prioritárias.

Cumprir ainda mencionar, quanto à seletividade, a prioridade das ações em promover a inserção das empresas canadenses nos projetos aeroespaciais em desenvolvimento. Entre esses projetos pode ser destacado o projeto *CSeries*, desenvolvido pela Bombardier, e o projeto da estação espacial internacional, ambos liderados pelas agências espaciais dos EUA, Europa e Rússia.

Instrumentos das políticas para o setor aeroespacial no Canadá

Os principais instrumentos na área de fomento industrial para consecução dos objetivos da NADF são a participação nos projetos colaborativos internacionais de longo prazo e os acordos de compensação de compras governamentais de sistemas de defesas (*offsets*). Também são considerados importantes os programas específicos para o compartilhamento dos riscos das atividades de P&D e o financiamento da comercialização da produção.

A participação nos projetos internacionais, que ocorre principalmente na área espacial, é considerada uma forma essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias e para consolidação das competências constituídas. Os acordos de *offset*, por sua vez, se constituem em oportunidades para promover o desenvolvimento da capacidade industrial, principalmente para as pequenas empresas do setor aeronáutico.

Vale observar que a agência espacial canadense é uma das mais ativas nas atividades cooperativas internacionais, e é um elo importante entre o programa espacial norte-americano e o europeu. Vale lembrar, o país não produz sistemas de armas e aplicações exclusivas para defesa, ainda que participe do segmento como fornecedor de partes, componentes e subsistemas que são integrados às aplicações militares.

Os programas de compartilhamento dos riscos da pesquisa visam, além de promover as atividades empresariais de PD&I, a coordenação e a colaboração entre as ações públicas e privadas no setor aeroespacial. Já os programas de financiamento da comercialização da produção objetivam, por sua vez, garantir a equidade competitiva, principalmente com os países em desenvolvimento.

Na área comercial, os instrumentos apontados pela NADF são as atividades de promoção e disseminação das informações de mercado. O documento propõe também o desenvolvimento de planos de ação para atração de empresas internacionais do setor aeroespacial.

Entre os instrumentos destinados à criação de externalidades a NADF aponta a elaboração de programas específicos para o desenvolvimento de fontes de recursos humanos e ações para capacitação da mão de obra. Cumpre destacar que as restrições de mão de obra no setor aeroespacial canadense são consideradas ameaças importantes para o desenvolvimento do setor.

Os acordos internacionais na área de segurança são considerados essenciais para as atividades de pesquisa, principalmente das aplicações para área da defesa; desenvolvimento do programa espacial; e garantia de obtenção de insumos, principalmente àqueles associados às tecnologias sensíveis.

Programas para o setor aeroespacial no Canadá

Os principais programas para o setor aeroespacial no Canadá eram o *Industrial and Regional Benefits* (IRB), o *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI) e o programa espacial canadense, operado pela *Canadian Space Agency* (CSA). Também eram importantes as atividades e os serviços de apoio oferecidos pelo *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR).

O IRB, programa de compensações para aquisições de sistemas militares (*offset*), foi impulsionado pelo aparelhamento da área de defesa, instituído no Canadá em 2008, por meio do *The Canada First Defence Strategy* (CFDS). O programa prevê compensações da ordem de US\$ 10 bilhões entre 2008 e 2028, exclusivamente para o setor aeroespacial, que serão empregadas no reposicionamento das empresas canadenses na cadeia de valor.

O SADI, voltado para o compartilhamento de riscos para os investimentos do setor privado em P&D, tem como objetivo promover o desenvolvimento de novas tecnologias para o desenvolvimento de competências e soluções necessárias à inserção das empresas canadenses nos novos projetos aeroespaciais. Esse programa tinha uma dotação de cerca de US\$ 900 milhões para o período de 2007 a 2012.

O programa espacial canadense, por sua vez, tem como foco o desenvolvimento das aplicações civis em cooperação com outros programas espaciais e garantir, assim, a inserção da indústria canadense como fornecedora dos projetos espaciais internacionais. Esse programa conta com recursos anuais de cerca de US\$ 300 milhões.

Já o NRC-IAR é um Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento dedicado às aplicações aeroespaciais civis, atuando principalmente na área de serviços tecnológicos de apoio ao setor industrial e difusão tecnológica. O orçamento dos programas desenvolvidos pelo Instituto é de cerca de US\$ 40 milhões.

Outros programas importantes para o setor aeroespacial canadense são o *Defence Development Sharing Agreement* (DDSA), voltado para o desenvolvimento de tecnologias para a área da defesa em cooperação com os EUA, com orçamento anual destinado ao Canadá de US\$ 400 milhões em aquisições de partes, componentes e subsistemas; e o *Defence Research and Development Canada* (DRDC), que é o programa de pesquisas canadense para as aplicações na área da defesa cuja dotação anual é de cerca de US\$ 300 milhões

Também merecem destaque na área do setor aeroespacial o *Canadian Aerospace Human Resource Strategy Development* (CAHRSD), voltado para o desenvolvimento de recursos humanos, e o *Diagnostics, Prognostics and Health Management* (DPHM), relacionado aos serviços de manutenção, reparo e revisão. Esses programas não contavam com orçamentos públicos, quando da elaboração da pesquisa.

4 O setor aeroespacial no Brasil

As seções que seguem abordam a evolução histórica do setor no Brasil; a configuração atual do sistema de produção; e as políticas públicas para essas atividades no País. Ao final de cada seção são apresentadas as considerações gerais que são utilizadas como referência para as análises comparativas com o Canadá, que compõem o Capítulo 5.

4.1 Evolução do setor aeroespacial

4.1.1 Histórico

As atividades pioneiras

As motivações para organização das atividades que constituíram as bases da indústria aeroespacial no Brasil são complexas, como sugere a literatura. No entanto, algumas variáveis podem ser consideradas críticas para compreensão da evolução e da dinâmica dessas operações no País, entre as quais, o espírito do desafio que marcou as operações aeronáuticas do início do século XX; o emprego do transporte aéreo na integração das regiões de difícil acesso no Brasil; e a importância do chamado poderio aéreo para defesa.

O desafio do desenvolvimento das operações aeronáuticas, que marcaram a chamada fase romântica do setor, pode ser representado pelas atividades pioneiras de Santos Dumont, no início do século XX. Essas atividades, que estiveram presentes no Brasil como variáveis representativas até os anos 30, contribuíram para a formação de pilotos; desenvolvimento da infraestrutura terrestre; e difusão da engenharia aeronáutica. O período também se destacou pelo desenvolvimento de capacitações em montagem e manutenção dos aviões importados, principalmente da França (ANDRADE, 1987).

No início da década de 20 foram criadas as primeiras operadoras dos serviços de transporte aéreo na Europa e nos Estados Unidos, e as primeiras operações regulares no Brasil foram organizadas em meados da década de 20, a partir das operações internacionais. As rotas regulares domésticas, por sua vez, foram criadas no final dos anos 20 e se dedicavam, principalmente, à integração de regiões com restrições de acesso. Foram pioneiros na organização desse serviço a Viação Aérea Riograndense (Varig), fundada em 1927, e o Correio Aéreo Nacional (CAN), criado em 1930 (PEREIRA, 1987).

O emprego do transporte aéreo para a integração regional no Brasil, desde o final da década de 20, representou um elemento crítico para a evolução da indústria no País, na medida em que constituiu a necessidade do desenvolvimento de projetos adequados ao atendimento do perfil dessas operações, que eram de baixa densidade de demanda e limitações de infraestrutura (GARÓFALO, 1982). Também o Canadá, país com grande extensão territorial, com regiões de difícil acesso, como o Brasil, empregou largamente o transporte aéreo para integração regional (CATHARINO, 2000).

Cumprir observar que a partir da década de 30 os esforços para o desenvolvimento da tecnologia e projetos aeronáuticos, nos países da Europa e dos Estados, perseguiram o aumento da capacidade de transporte e distâncias percorridas, situação em que o transporte aéreo tem vantagens relativas frente a outras modalidades de transporte. Esses projetos, no entanto, dependiam de infraestrutura de grande porte, organizada por sistemas aeroportuários complexos, além de mercados com grande densidade de demanda, para geração de escalas econômicas para operações. Com isso, esses projetos se tornaram pouco adequados para os serviços regionais.

Do ponto de vista militar as operações aéreas, reconhecidas como estratégicas desde o final do século XIX, ganharam destaque no final da primeira década do século XX com a produção regular de aviões e organização das Forças Áreas na Europa e nos Estados Unidos. Com isso, já na 1ª Guerra Mundial, de 1914 a 1918, os aviões foram empregados de forma intensa nas operações militares, ainda que não tenham sido decisivos em razão das limitações técnicas. Nesse contexto, no final da década de 1910 foram importados aviões e estruturados os primeiros cursos regulares de treinamento de pilotos no Brasil, pela Marinha em 1916, e pelo Exército em 1919 (SCATOLIN, 2008).

A partir da década de 30 o conceito de poderio aéreo como força decisiva nas operações militares se difundiu no campo da estratégia militar, sobretudo em razão dos avanços da tecnologia aeronáutica ao longo da década de 30, que promoveram aumentos expressivos na capacidade de transporte e na velocidade, tornando os aviões equipamentos fundamentais para a segurança. Nesse contexto, o Exército organizou o primeiro curso de engenharia aeronáutica em 1936, e a Marinha, por meio da Fábrica do Galeão (RJ), celebrou um contrato de capacitação em montagem associado à aquisição de aviões junto à empresa alemã *Fock*, em 1939 (ALMEIDA, 2006).

Também se destacaram, na década 30, algumas ações civis importantes para a organização da indústria aeronáutica no Brasil que não lograram êxito, como a montagem de aviões leves, pela Companhia Nacional de Navegação Aeronáutica (CNNA), organizada em 1935 pelo Grupo Laje. Outro destaque foram os esforços pioneiros no desenvolvimento de projetos pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT) de São Paulo, cuja seção aeronáutica foi organizada em 1938 (PEREIRA, 1987).

Capacitação tecnológica entre 1940 e 1970

No contexto da 2ª Guerra Mundial foi criado, em 1941, o Ministério da Aeronáutica, a partir da aviação do Exército e da Marinha, com o objetivo de desenvolver o poderio aéreo que, na doutrina militar vigente, envolveria também: a) a aviação civil, considerada apoio às operações militares no caso de mobilização de guerra; b) a infraestrutura para as operações, representada pelos aeroportos; c) o complexo científico e tecnológico; d) a indústria aeronáutica; e e) a Força Aérea. No final dos anos 50, com o desenvolvimento das atividades espaciais, o escopo do poderio aéreo também passou a abranger os programas espaciais e os sistemas remotos de monitoramento e controle (ALMEIDA, 2006).

Assim, em 1946, o Centro de Tecnologia Aeronáutica (CTA) foi criado pelo Ministério da Aeronáutica para constituir a base científica e tecnológica de desenvolvimento do poderio aéreo, a partir de um projeto elaborado por Richard H. Smith, então chefe do Departamento de Engenharia Aeronáutica do Massachusetts Institute of Technology (MIT) dos EUA, e pelo Tenente-Coronel Casimiro Montenegro Filho. Entre as diretrizes definidas nesse projeto se destaca a importância atribuída ao domínio tecnológico para o desenvolvimento independente do setor aeronáutico (SMITH, 1945), o que passou a representar o objetivo estratégico fundamental de longo prazo, do ponto de vista militar.

Em 1950, no segundo governo Vargas, teve início a execução do projeto Smith-Montenegro, com a organização do Instituto Tecnológico Aeronáutico (ITA) em São José dos Campos (SP), com a missão de ser um centro de excelência na formação de recursos humanos para os diferentes campos da engenharia aeroespacial. Ao longo da década de 50 foram organizadas as aéreas aplicadas do projeto do CTA, como o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), criado em 1953, para o desenvolvimento de projetos aeronáuticos; e o Instituto de Fomento Industrial (IFI), organizado em 1967 para qualificação da base industrial.

No início dos anos 60 foram iniciadas as atividades na área espacial, com a criação da Comissão Nacional das Atividades Espaciais (CNAE) e do convênio de capacitação do IPD/CTA e com a *National Aeronautics and Space Administration* dos EUA (NASA) para os experimentos pioneiros, como o projeto SONDA e o desenvolvimento do Centro de Lançamentos da Barreira do Inferno (CLBI). Na segunda metade da década de 60 foram organizados os primeiros projetos relacionados ao monitoramento com satélites artificiais, por meio de um novo convênio com a NASA, em 1965, e com a *Smithsonian Institution* dos EUA, em 1966.

Na área civil, o período a partir do final da 2ª Guerra Mundial foi de forte expansão das rotas áreas regulares, que foi propiciado pelas condições favoráveis ao emprego comercial dos aviões desmobilizados e pela utilização dos serviços de transporte aéreo para integração nacional (CATHARINO, 2000). Com isso, no final dos 50 o Brasil possuía a maior rede de transporte aéreo regular, depois dos EUA, e era um dos maiores importadores de aviões para emprego civil do mundo.

Na produção aeronáutica se destacaram os esforços no desenvolvimento de projetos e produção de aviões leves pela Companhia Área Paulista (CAP) e também pela Neiva, que foram organizadas, respectivamente, em 1942 e 1954. No início dos anos 60 foram organizadas, por engenheiros formados pelo ITA, algumas das empresas mais importantes para a indústria aeroespacial e, também, para o complexo industrial de defesa no Brasil, como a Avibrás, em 1961 e Aerotec, em 1962.

A capacitação industrial entre 1970 e 1990

No contexto do regime militar, entre o final dos anos 60 e o início dos 70, ocorreram mudanças importantes na trajetória do desenvolvimento socioeconômico do Brasil, incluindo o setor aeroespacial (CRISTINA DOS SANTOS; AMATO NETO, 2005). Entre essas transformações se pode evidenciar a articulação da estratégia para o setor aeroespacial à política de desenvolvimento econômico; a participação do Estado na produção aeronáutica; e a nova arquitetura para as atividades espaciais.

A estratégia do regime militar de longo prazo, organizada pelo ideário conhecido como Brasil, grande potência, estabelecia como prioridade a criação de capacitações críticas para garantir as condições autônomas para o desenvolvimento econômico, tendo por base o modelo de substituição de importações. Com isso, as diretrizes para o desenvolvimento do setor aeroespacial, definidas na década de 40 a partir do conceito de poderio aéreo, foram articuladas à estratégia de desenvolvimento industrial, tendo em vista a importância relativa desse setor para a defesa e integração nacional.

Nesse contexto, a Embraer foi criada em 1969 como uma empresa pública com o objetivo de liderar o desenvolvimento da produção aeronáutica no Brasil, constituindo-se no elemento central da articulação da política industrial para o setor, representado pelos sistemas de incentivos fiscais criados no início da década de 70 e pelas compras governamentais, em particular as do Ministério da Aeronáutica ⁷⁷.

⁷⁷ Assim, foi superada a controvérsia em relação ao papel do Estado na produção aeronáutica, representada entre os militares do ITA/CTA pelos Brigadeiros Eduardo Gomes, favorável à participação do Estado na produção, e Casimiro Montenegro, favorável à produção civil (ALMEIDA, 2006).

Para liderar o desenvolvimento da indústria aeronáutica no País, a Embraer foi concebida como uma montadora situada na fase final da cadeia de produção, cujo objetivo era conquistar a autonomia no desenvolvimento de projetos aeronáuticos⁷⁸ (DAGNINO, 1993). Com base nessa diretriz, a empresa perseguiu o domínio de um conjunto de tecnologias críticas relacionadas à concepção e desenvolvimento do produto, em particular nas áreas de aerodinâmica, fuselagem e integração de sistemas. Para tanto, empregou como estratégia para capacitação os contratos de licenciamento e os acordos de cooperação com outras empresas⁷⁹ (BERNARDES, 2000).

O foco dos projetos eram os aviões de pequeno porte, voltados às necessidades locais e também, a exploração de oportunidades em segmentos específicos de mercado internacional, como meio de garantir escalas econômicas para produção e financiamento do desenvolvimento de novos projetos. No caso, as principais oportunidades de mercado para os novos projetos aeronáuticos estavam associados a reorganização do transporte aéreo norte-americano no final dos anos 70 (BERNARDES, 2000).

Na área espacial, as atividades foram organizadas em uma nova arquitetura institucional com a substituição da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), um órgão composto por civis e militares, pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), um órgão militar. Com isso, foi criado em 1971 o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que assumiu os projetos civis relacionados: a) experimentos científicos e tecnológicos; b) desenvolvimento de satélites para monitoramento e sensoriamento; e c) Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), criada em 1979. Já os projetos para os foguetes de sondagem e veículos lançadores foram assumidos pelo DCTA, em um núcleo a partir do qual foi organizado o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), em 1971 (COSTA FILHO, 2006).

⁷⁸ O objetivo da Embraer não era maximizar a participação dos componentes nacionais na produção aeronáutica, que era a lógica predominante do modelo de substituição das importações (DAGNINO, 1993).

⁷⁹ Entre os contratos de cooperação e licenciamento destacaram-se os projetos com *Aermacchi* (1970), *Northrup Grumman* (1971), *Piper* (1974) e *Aermacchi-Aeritalia* (1980) (BERNARDES, 2000)

Assim como segmento aeronáutico, o esforço para a capacitação tecnológica e industrial no segmento espacial teve como estratégia os contratos de licenciamento e os acordos de cooperação, a partir do qual foram perseguidas as condições de autonomia em relação ao desenvolvimento de produtos e serviços voltados às necessidades nacionais. No entanto, diferentemente do setor aeronáutico, a natureza dual da grande maioria das tecnologias espaciais associadas aos custos, complexidade e competências requeridas limitavam as possibilidades para o desenvolvimento e financiamento desses projetos.

Na área de monitoramento o INPE adquiriu, ainda com base em um convênio com a agência espacial norte-americana firmado nos anos 60, uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD) que foi instalada em Cuiabá em 1973, com a qual foram organizadas as operações de sensoriamento e monitoramento em 1979. As atividades de Monitoramento sistemático da Floresta Amazônica Brasileira, a partir das quais são produzidos os dados sobre a taxa do desflorestamento, foram constituídas em 1989.

Na área de satélites foi firmado, na segunda metade dos anos 70, um acordo de cooperação com a França por meio do *Centre Nationale d'Etude Spaciales* (CNES) para o desenvolvimento de Plataformas de Coletas de Dados, e foi inaugurado, em 1987, o laboratório de Integração e Testes (LIT) para produção de satélites. O acordo de co-desenvolvimento de satélites com a China, organizado como projeto CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) foi firmado em 1988 (COSTA FILHO, 2006).

Na área de foguetes e lançadores, o convênio entre o CTA e a NASA, que se estendeu até 1977, possibilitou o desenvolvimento dos projetos SONDA 3 e SONDA 4. No entanto, em razão das aplicações dessas tecnologias para o desenvolvimento de mísseis de longo alcance, os projetos foram embargados pelos países desenvolvidos, particularmente pelos EUA, a partir do final dos anos 70. Com o intuito de alcançar autonomia no desenvolvimento desses projetos em 1983, foi criada a Usina de Propelentes Coronel Abner (UCA), voltada para a produção de combustíveis sólidos para motores e também o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) (VASCONCELLOS, 2008)

Ainda tendo como referência os princípios do chamado poderio aéreo mencionado, o Ministério da Aeronáutica assumiu também: a) a gestão e o desenvolvimento da infraestrutura por meio da Infraero, empresa pública criada em 1972 que incorporou os principais aeroportos do país; b) a infraestrutura de apoio, dada pela Divisão de Proteção ao Voo (DEPV), criada em 1972; e c) os transportes aéreos regulares, de responsabilidade do Departamento de Aviação Civil (DAC), que passou a ser responsável pela concessão das rotas, definição dos preços dos serviços.

Reorganização institucional e orientação ao mercado dos anos 90

A década de 80 foi marcada pela crise do Estado e também pelo esgotamento dos efeitos dinâmicos sobre o crescimento econômico do modelo de substituição de importações, como sugere a literatura. Nesse contexto se processou o final do Regime Militar, em 1985, e a definição de uma nova base institucional com a Constituição de 1988, que limitou o papel empreendedor e coordenador do Estado, instituindo as bases para as privatizações e a desregulamentação dos mercados dos anos 90.

No plano internacional, o contexto do final da Guerra Fria, em 1989, além da redução dos gastos militares foi marcado pelo crescimento do comércio e internacionalização da produção, o que sugeria novas oportunidades e desafios para o desenvolvimento econômico. Com isso, a partir dos anos 90 a política econômica passou a ser orientada para integração à economia internacional em detrimento da autonomia perseguida, sobretudo, no Regime Militar.

No setor aeroespacial as transformações dos anos 90 representaram um aumento da importância do mercado, na medida em que o poderio aéreo que havia pautado a organização e o desenvolvimento do setor, desde os anos 40, perdia importância relativa, sobretudo pelas limitações do Estado em garantir as condições para o desenvolvimento autônomo. Destaca-se que essas transformações ocorreram em ambiente de crise interna, no final dos anos 80 e início dos anos 90, e de instabilidade externa e fortes restrições macroeconômicas a partir de meados dos anos 90, no contexto de Plano Real.

No setor aeronáutico, a crise do Estado representou uma redução dos investimentos e das encomendas públicas à Embraer⁸⁰ e limitações nas condições de financiamento, dadas as restrições à gestão financeira das empresas estatais e à extinção, em 1988, dos incentivos fiscais que haviam sido criados por ocasião da organização da empresa. Com isso, o endividamento da Embraer, que no final dos anos 80 havia registrado um crescimento expressivo praticamente levou a empresa à insolvência⁸¹ (BERNARDES, 2000).

⁸⁰,A redução das encomendas ocorreu, principalmente, no projeto AMX, um avião a substituto do Xavante. Desenvolvido entre 1980 e 1989, em parceria com as empresas italianas *Aeritalia* e *Aeronáutica Macchi*, o projeto foi um dos mais importantes para capacitação da Embraer em aviônicos, sistemas de armas e matérias compósitos (BERNARDES, 2000). A frota de aviões AMX da FAB, composta por 57 unidades, permanece como uma das bases do sistema de defesa do País.

⁸¹ Bernardes (2000) destacou que uma componente importante do aumento do endividamento da empresa foi o investimentos no projeto CBA 123, desenvolvido a partir de um convênio com a Argentina, que não logrou sucesso comercial.

Além disso, no final dos anos 80 o avanço na reorganização do transporte aéreo regular nos EUA e na Europa trouxe mudanças no perfil dos requisitos para aquisição de aviões regionais e na necessidade de desenvolvimento de novos projetos, o que levou a Embraer, a partir de 1989, ao projeto EMB-145 (FRISCHTAK, 1992)⁸².

Assim, após um processo de fortes ajustes empreendidos entre 1989 e 1993, que reduziu os funcionários da Embraer praticamente ao corpo técnico da área de projetos, a empresa foi privatizada em 1994 e assumida pelo grupo Bozano Simonsen, com o desafio de desenvolver o projeto EMB-145, chamado, desde então, ERJ 145. Para tanto, os novos controladores promoveram uma série de ajustes, descritos por Bernardes (2000), dentre os quais podem ser destacados / destacam-se: a orientação das ações ao mercado; a eficiência produtiva como meio para obtenção dos resultados econômicos; e a redefinição dos relacionamentos na cadeia de valor.

O direcionamento ao mercado, promovido pelos novos controladores da Embraer, representou uma mudança estrutural, haja vista que a empresa foi constituída com a finalidade de desenvolver a indústria aeronáutica a partir do domínio de variáveis críticas para elaboração de projetos, o que se desdobrou na busca pela excelência tecnológica dirigida pela engenharia (*engineering driven*). Entre as diversas ações empreendidas no sentido das novas diretrizes destacou-se a criação da área de Inteligência de mercado, voltado para novos projetos e para o relacionamento com os clientes (BERNADES, 2000).

⁸² No entanto, dada a situação financeira da empresa no período associado ao ambiente desfavorável do início dos anos 90, marcado pela recessão internacional, a Embraer não reunia condições para viabilizar o financiamento dos investimentos necessários ao desenvolvimento desse projeto, a partir do qual a empresa poderia se reposicionar para a retomada de uma trajetória sustentável (DAGNINO, 1993).

A busca de resultados econômicos pela Embraer, ainda que importantes para sustentabilidade do desenvolvimento dos projetos, não representava historicamente uma variável fundamental no sentido de condicionar o processo decisório e a elaboração das estratégias (FLEURY, 1989 *apud* BERNARDES, 2000). Com isso, a orientação para resultados a partir da eficiência produtiva, definida pelos novos controladores, promoveu uma reorganização da produção, tendo como base os princípios de manufatura enxuta que alinharam a empresa ao processo de reorganização da produção que a indústria aeroespacial vivenciava no plano internacional (OLIVEIRA, 2005).

Ainda no campo da busca de resultados, a partir da eficiência produtiva, destacou-se o emprego do conceito de família como diretriz para o desenvolvimento de novos projetos, a partir do ERJ 145. Esse modelo, empregado na indústria automobilística, privilegia a exploração das tecnologias e processos sob o domínio da empresa, com o desenvolvimento de novos produtos com base em uma plataforma comum, minimizando os custos, riscos, e o tempo para desenvolvimento e produção, pela utilização de partes e peças comuns entre os diferentes projetos (OLIVEIRA, 2005).

Já o relacionamento com a cadeia de suprimento passou a ser considerado crítico para viabilização e competitividade dos projetos, seguindo a tendência da reorganização da produção aeroespacial no mundo (FRISCHTAK, 1992). Nesse contexto, desde o ERJ 145 os fornecedores foram organizados em parceiros, formados por empresas que compartilhavam riscos, custos e resultados; fornecedores, responsáveis pela entrega de produtos e serviços; e subcontratados para execução de processos específicos⁸³.

⁸³ Para o projeto ERJ 145 foram selecionados como parceiros as empresas Gamesa (Espanha), C&D Interiors (EUA), Enaer (Chile), e Sonaca (Bélgica).

A seleção de empresas internacionais como parceiras de risco no projeto ERJ 145 foi uma inovação fundamental, na medida em que viabilizou os investimentos necessários ao desenvolvimento do projeto, além de promover a inserção da empresa no mercado global. Da mesma forma, o direcionamento ao mercado e a busca de resultados a partir da eficiência produtiva marcaram posicionamentos estratégicos críticos para a evolução da Embraer, desde a privatização. Contudo, foi a rearticulação com a política pública, pelo BNDES, que garantiu as condições para que a empresa explorasse o crescimento do mercado internacional a partir de meados dos anos 90, e a sua consolidação como a 4ª maior empresa do setor aeronáutico (GOLDSTEIN, 2002).

Para tanto, o BNDES estruturou, em 1996, uma linha de financiamento destinada à venda dos aviões da Embraer, que equalizou as taxas de juros e as condições de financiamento em relação ao mercado internacional, propiciando condições de igualdade, em termos de financiamento, na disputa pelo mercado com o seu principal competidor, a Bombardier. Esse modelo de financiamento, que originou a controvérsia com o Canadá na Organização Mundial do Comércio (OMC) no final dos anos 90, também serviu de referência para a elaboração da política de financiamento às exportações executada pelo Banco, ao longo dos anos 90.

No setor espacial, a Comissão Brasileira de Assuntos Espaciais (CBAE), uma instituição militar, foi substituída, em 1994, pela Agência Espacial Brasileira (AEB), uma instituição civil. Com isso, AEB assumiu a formulação da Política Nacional de Desenvolvimento Espacial (PNDAE); a coordenação dos programas do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE); e a responsabilidade pelos acordos internacionais para cooperação e transferência de tecnologia⁸⁴.

⁸⁴ Foram mantidas pela AEB as atribuições do INPE, em relação ao desenvolvimento de satélites, monitoramento e sensoriamento remotos e Missão Espacial Brasileira, e do IAE/CTA, quanto ao desenvolvimento dos lançadores, estabelecidas na década de 70.

Em 1997, o Brasil aderiu ao tratado de não-proliferação de armas nucleares e o PNDAE definiu como prioridades a capacitação para uso e desenvolvimento de tecnologia espacial, principalmente pelo setor produtivo, e a constituição da infraestrutura de solo, necessárias para desenvolvimento autônomo de projetos científicos e tecnológicos. Foram definidos como prioritários os programas de microgravidade, uniespaço e os veículos lançadores.

Também em 1997, o Brasil aderiu à Estação Internacional Espacial (*International Space Station*), um programa de cooperação para organização e manutenção de um laboratório de grande porte, que envolve os principais programas espaciais. O investimento em equipamentos, estimado em US\$ 150 milhões, possibilitou ao programa espacial brasileiro a realização de experimentos no ambiente de microgravidade, do treinamento de um astronauta e direito de enviá-lo em missão tripulada⁸⁵.

Os programas do setor aeroespacial nos anos 90, no entanto, sofreram o contingenciamento de recursos, que resultaram em atrasos e desorganização de atividades importantes. Entre os atrasos destacou-se o projeto para desenvolvimento dos lançadores, empreendido pelo IAE/DCTA, que implicou no descasamento em relação ao programa de satélites desenvolvido pelo INPE (VASCONCELLOS, 2008).

Ainda assim, de acordo com Costa Filho (2006), nos anos 90 foi superada uma etapa importante no desenvolvimento da engenharia espacial, pela transição das competências em utilização dos serviços para o desenvolvimento de aplicações, principalmente na área de monitoramento, que qualificaram o INPE no mercado internacional de imagens⁸⁶.

⁸⁵ Para mais detalhes da participação do Brasil na Estação Espacial Internacional ver Reis Pereira (2008) e Noronha e Kataoka Filho (1999).

⁸⁶ No programa de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) para produção de satélites de sensoriamento remoto e coleta de dados meteorológicos e climáticos – desenvolvido pelo INPE em parceria com CNES – foram lançados os Satélites Coletores de Dados SCD 1, em 1993, e o SCD 2, em 1998, e no convênio de co-desenvolvimento celebrado com a China, foi lançado em 1999 o CBERS 1, após atraso de 6 anos (COSTA FILHO, 2006).

Nesse contexto merece destaque o desenvolvimento a partir de 1994 do Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), voltado para infraestrutura de comunicações e controle do espaço aéreo, por meio de sistemas de radares para a região Amazônica, que abrange também os Estados de Mato Grosso e parte do Maranhão; e o Sistema de Proteção e de Vigilância da Amazônia (SIPAM), voltado para as aplicações civis na área de monitoramento e sensoramento da região. O Sistema SIVAM/SIPAM foi o mais importante projeto e infraestrutura de aplicações aeroespacial para área de defesa da década de 90, que envolveu investimento de US\$ 1,5 bilhão⁸⁷.

Internacionalização e construção de vantagens competitivas

Nos anos 90, a orientação ao mercado internacional e a nova arquitetura institucional promoveram uma reorganização do setor aeroespacial no Brasil, como mencionado. Essa reorganização, que envolveu o reposicionamento e a especialização com base no conceito de vantagens competitivas, constituiu um novo contexto para o desenvolvimento dessas atividades no País e também para os desafios das políticas para o setor, a partir dos anos 2000.

Assim, já no final dos anos 90, a necessidade da construção de vantagens competitivas em um contexto de internacionalização da produção e dos mercados promoveu a reorientação do foco das políticas públicas no País. Com isso, foram criados os Fundos Setoriais em 1999, que buscavam garantir às empresas o financiamento contínuo das atividades de pesquisa e desenvolvimento em setores cujas inovações tecnológicas constituíam a base da competitividade (PEREIRA, 2003).

⁸⁷ Desenvolvido pela empresa norte-americana Raytheon, o projeto tem como principal característica aplicações monitoramento, tradicionalmente desenvolvidas em plataformas espaciais, a partir do avião da Embraer ERJ 145. Além da infraestrutura em solo, constituída pelos centros de captação e processo de informações de imagens e dados, o programa envolveu o desenvolvimento das aeronaves de aviões de combates leves (ALX) para FAB.

Nesse contexto foi organizado, em 2001, o Fundo para o Setor Espacial (CT-Espacial), com as receitas obtidas pela AEB com os licenciamentos e receitas com serviços; e em 2002, o Fundo para o Setor Aeronáutico (CT-Aero), com recursos gerados por uma contribuição sobre as remessas efetuadas pelas empresas multinacionais a título de *royalties*.

Na área da defesa destacou-se o processo de reorganização das Forças Armadas, que envolveu a criação do Ministério da Defesa em 1999 e do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional (SisCTID), cujas ações passaram a ser articuladas ao sistema civil, sob responsabilidade do MCT. Entre as ações do MD, no início dos anos 2000, merecem destaque as diretrizes em relação à compensação comercial, industrial e tecnológica das aquisições militares (*offset*) e a focalização das ações de fomento industrial no âmbito das Forças Armadas.

A reorganização das atividades militares e a definição de diretrizes para o desenvolvimento das aplicações de interesse da defesa foram estabelecidas na Concepção Estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional, publicada em 2004; na revisão da política da Política de Defesa Nacional em 2005; na Política Nacional da Indústria de Defesa de 2005; e na Estratégia Nacional de Defesa de 2008.

No setor aeronáutico a Embraer, por meio do projeto do ERJ 145, havia conseguido, no final dos anos 90, apropriar-se de parte expressiva do crescimento do mercado internacional de jatos regionais, passando a disputar com a Bombardier a liderança no segmento de aeronaves de 30/60 lugares. Com isso, a empresa partiu para o desenvolvimento do projeto do ERJ 170, voltado para o segmento de 60/90 lugares, com o qual se consolidou como a quarta maior montadora aeronáutica, passando a disputar a liderança do segmento de aeronaves *commuters*.

O ERJ 170, cujo projeto foi apresentado em 2001, marcou o aprofundamento dos princípios estabelecidos pela Embraer em 1994, por ocasião do desenvolvimento do projeto ERJ 145, que redefiniu, por sua vez, os parâmetros para organização da produção aeronáutica no País⁸⁸. Entre esses princípios podem ser destacadas, com base do escopo do presente trabalho, as chamadas parcerias de riscos⁸⁹ e técnicas de manufatura avançada; organização operações a partir dos princípios de manufatura enxuta e produção em rede (AMATO NETO, 2005).

A partir de 2002, com o novo Governo Federal, o enfoque na competitividade a partir inovação de base tecnológica passou a ser priorizado pela ação da política pública. Nesse contexto foi organizada a Política Industrial, Tecnológica e de Comercio Exterior (PITCE), que vigorou entre 2004 e 2008, e tinha como objetivo a criação de vantagens competitivas em setores prioritários⁹⁰ e o desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação (LUNDVALL, 2007).

No contexto da PITCE foi implementada uma série de mudanças no sistema de incentivos e nas possibilidades de interação entre os agentes para dinamizar a estrutura de Ciência, Tecnologia e Inovação. Entre essas mudanças se destacaram a Lei de inovação de 2004, voltada para as Instituições Públicas de Ciência e Tecnologia (ICT's), e a Lei do Bem, de 2006, que reorganizou o sistema de incentivos relacionados às despesas com investimentos em atividades de P&D, realizadas por empresas privadas.

⁸⁸ Os critérios para seleção dos parceiros de risco do projeto ERJ 170 foram competência tecnológica, capacidade de integração de subsistemas e capacidade de investimento. Com isso, a Embraer definiu 11 parceiros com os quais compartilhou custos, riscos e resultados, restringindo sua participação a 45% do empreendimento. Entre esses parceiros, a GAMESA, da Espanha, a Sobraer, da Bélgica, e a C&D, dos EUA, também participavam do projeto ERJ 145. Em ambos os projetos não foram habilitados parceiros locais (OLIVEIRA, 2005).

⁸⁹ O aumento do número de parceiros internacionais da Embraer, de 4 para 11, entre os projetos ERJ 145 e ERJ 170, foi acompanhado por uma grande redução dos fornecedores locais. Assim, observou-se um aprofundamento da desverticalização, especialização e internacionalização da produção, como estratégia para competitividade, tal como verificado no setor aeronáutico (DUSSAUGE; GARRETTE, 1995) e nos produtos de classe mundial.

⁹⁰ Os setores prioritários para PITCE eram o de semicondutores, fármacos e medicamentos, bens de capital e softwares, em razão de suas oportunidades tecnológicas e efeitos sobre performance do sistema econômico.

No caso do setor aeronáutico, o objetivo das ações seria promover o chamado adensamento da cadeia produtiva, representado pela constituição de elos da cadeia de valor importantes para competitividade, ou ainda, a recomposição de elos desorganizados no contexto do modelo competitivo instituído nos anos 90. No caso do setor espacial, o foco voltou-se para o desenvolvimento das aplicações e serviços que envolveram a criação da empresa bi-nacional Alcântara Cyclone Space, em 2003, e a revisão programa espacial, em 2004,

Cumprir destacar, que a revisão das ações junto ao setor espacial foi impulsionada por um acidente de grandes proporções, envolvendo um teste do Veículo Lançador de Satélites (VLS), ocorrido no Centro de Lançamento de Alcântara (MA), em 2003. Nesse contexto os projetos associados ao veículo lançador de satélite, sob responsabilidade do DCTA foram reorganizados através do chamado programa cruzeiro do Cruzeiro do Sul.

Em 2008, a substituição da PITCE pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) marcou uma redefinição do escopo das ações de política industrial e da articulação entre as políticas econômicas – particularmente às Políticas Científica e Tecnológica⁹¹ e Macroeconômica⁹² – o que foi expresso pelo compartilhamento de metas. Com isso, a abordagem fundada em *setores prioritários* foi substituída pela idéia de *prioridades competitivas* definidas com base nos desafios dos setores.

Assim, a indústria aeronáutica foi agregada aos setores cuja prioridade era ampliação da capacidade de produção para consolidação e expansão da liderança no mercado internacional. A Indústria da Defesa foi inserida no grupo voltado para mobilização em áreas estratégicas, cujo principal desafio era o desenvolvimento de competitividade de base tecnológica. E a Indústria espacial foi classificada como campo prioritário da política Científica e Tecnológica.

⁹¹ Com o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação, o MCT passou a perseguir metas relacionadas ao desenvolvimento do sistema de ciência e tecnologia; objetivos de promoção da atividade inovativa; e o desenvolvimento de setores estratégicos (MCT, 2007).

⁹² Garantir as condições de sustentabilidade do crescimento econômico através do aumento da taxa de investimento agregado da economia com destaque para infraestrutura.

4.1.2 Considerações sobre a evolução do setor

O marco para o desenvolvimento do setor aeroespacial no Brasil foi a articulação da estratégia de defesa, baseada no princípio do poderio aéreo, à política de desenvolvimento econômico, nos anos 70. Essa articulação levou o Estado a atuar de forma direta na produção aeronáutica e a empreender as atividades espaciais, e foram essas decisões que se constituíram na escolha do País em relação ao desenvolvimento dessas atividades.

Entre 1970 e 1990, a política pública para o setor foi pautada, essencialmente, pelos objetivos em relação à autonomia no desenvolvimento das aplicações aeroespaciais e a integração nacional. Essas diretrizes foram fundamentais para constituição da infraestrutura, competências, estrutura da organização industrial e instituições que configuram as características distintivas do sistema de produção aeroespacial no País.

No entanto, a política para o desenvolvimento do setor aeroespacial, baseada no princípio do poderio aéreo, não reuniu condições suficientes para organização de um setor diversificado e dinâmico, ainda que tenham sido estabelecidas competências fundamentais no setor. Em parte, em razão dos próprios limites do Estado Brasileiro em manter, no longo prazo, as condições necessárias para o desenvolvimento dessas atividades.

A partir dos anos 90, a política para o desenvolvimento do setor aeroespacial passou, então, a ser orientado pela inserção internacional da produção, mais especificamente pela expansão e diversificação no mercado externo. Nesse movimento podem ser identificados dois grupos de políticas, sendo o primeiro empreendido na década de 90 e o segundo nos anos 2000.

Na década de 90, a política para o setor aeroespacial foi estruturada com base nos princípios gerais para competitividade e as ações públicas focalizaram a reorganização institucional, que promovessem a orientação do processo decisório às necessidades mais abrangentes, estabelecidas no mercado. Essas ações foram importantes para promover o reposicionamento da produção aeronáutica; articular os esforços para o desenvolvimento de tecnologia e engenharia espacial no contexto internacional com foco nas aplicações civis; e a constituição de uma nova arquitetura institucional.

Contudo, a reorganização da produção aeroespacial, no contexto do mercado internacional, conduziu a uma especialização das competências, estabelecendo um novo contexto para o desafio da expansão e diversificação da produção aeroespacial. Entre esses desafios podem ser destacados o desenvolvimento de vantagens competitivas para inserção nas cadeias internacionais de valor e a elaboração de políticas que estabelecem as condições necessárias para o desenvolvimento das atividades no longo prazo.

A partir dos anos 2000, com a retomada das políticas setoriais, as estratégias e as ações públicas passaram a ser formuladas com base no perfil das atividades estruturadas no País e as características gerais das indústrias. Nesse contexto foram organizadas as Políticas Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que vigoraram entre 2004 e 2008, e a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), que vem sendo implementada desde 2008.

As ações da política industrial, no contexto da PITCE, focalizavam a criação de competências tecnológicas para o desenvolvimento de vantagens competitivas, como estratégia para explorar as oportunidades de organização de novas atividades, e o adensamento das cadeias produtivas, pela substituição de importações. Nesse caso, a política foi organizada a partir de setores prioritários em relação ao potencial efeito dinâmico para o sistema econômico.

A PDP, instituída em 2008 e atualmente em vigor, passou a focalizar a expansão da produção como objetivo da política industrial, tendo como referência os diferentes desafios competitivos dos segmentos industriais. Mais especificamente, a ideia de setores prioritários inerentes à PTCE foi substituída por prioridades competitivas.

Em ambas as políticas, PTCE e PDP, observam-se o esforço de articulação das ações setoriais à estratégia de desenvolvimento econômico. Particularmente, no caso da PDP, foram desenvolvidos instrumentos de articulação mais abrangentes, envolvendo a indústria da defesa, cujas diretrizes foram estipuladas em 2008 pela Estratégia Nacional de Defesa (END) e pelo programa de investimentos em Ciência e Tecnologia (2007).

Quadro 28 - Evolução das políticas para o setor aeroespacial no Brasil

Autonomia para o desenvolvimento das aplicações aeroespaciais (entre 1970 e 1990)	Inserção da produção aeroespacial nas cadeias internacionais de valor (a partir de 1990)		
	Princípios gerais para competitividade (década de 90)	Princípios específicos para competitividade (a partir dos anos 2000)	
Formação de Competências Básicas	Competitividade internacional	Adensamento produtivo (de 2004 a 2008)	Aumento da produção (a partir de 2008)

Fonte: elaborado pelo autor a partir da literatura

4.2 Configuração do sistema de produção

Nos itens que seguem são abordadas os elementos básicos que constituem os sistemas setoriais de produção e inovação propostos por Malerba (2006). Com base nesses elementos, pretende-se descrever o setor aeroespacial brasileiro e elaborar considerações gerais para situar a análise comparada das políticas do Brasil em relação ao Canadá.

Para tanto, são apresentadas, a seguir, as competências constituídas no setor; as características das empresas; o perfil dos outros atores e instituições; as características da demanda; e a *performance* do sistema de produção.

4.2.1 Competências

Tendo como referência a amostra do cadastro de empresas da Associação Brasileira das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB)⁹³, para o ano de 2010, as atividades da indústria aeronáutica representam o maior segmento do setor aeroespacial brasileiro, com 48 empresas. As atividades da indústria espacial contam com 43 empresas e as aplicações da área de defesa com 33.

No segmento de aeronaves, que reúne metade das empresas do setor aeronáutico, a manufatura de partes estruturais, serviços de engenharia e outros serviços industriais concentram mais de 70% das atividades. Apenas 6 empresas nesse segmento são voltadas aos serviços de manutenção, reparo e revisão (MRO), e uma empresa, a Helibras, dedica-se a helicópteros.

⁹³ Não foi identificado, no Brasil, um diretório das empresas do setor aeroespacial com a sua descrição e competências mais importantes. A referência melhor estruturada referente à indústria é o levantamento realizado pelo Instituto de Fomento Industrial (IFI), vinculado ao DCTA, que reúne as empresas de interesse da área da defesa. O catálogo do IFI, conhecido como CASAER, no entanto, é estruturado para o atendimento das necessidades de informação das operações de *offset* e dos sistemas de incentivos fiscais, além da mobilização.

O segmento de sistemas e equipamentos do setor aeronáutico conta com 22 empresas das quais 7 são integradoras de sistemas e 4 dedicadas aos aviônicos. O segmento de controle de tráfego reúne 13 empresas, sendo 7 da área de equipamentos. As atividades ligadas aos sistemas de propulsão, por sua vez, agregam 9 empresas, das quais 6 operam os serviços de MRO e 2 são fornecedoras de partes e componentes.

Na indústria espacial, as principais atividades exploradas pelas empresas são sistemas e sensores, equipamentos de solo, integração de sistemas e serviços de engenharia. Não há empresas dedicadas à integração de satélites, de acordo com o cadastro da AIAB, e apenas 2 empresas exploram as aplicações espaciais, que são a Atech e a Imagem.

Na área da defesa, quase metade das firmas se dedicam ao fornecimento de partes e equipamentos. A integração de sistemas aeroespaciais e os Veículos Aéreos não-Tripulados (VANT's) são explorados por 4 empresas, e a área de mísseis apenas pela Avibrás e Helibras.

No Quadro 29, que segue, é apresentado o número de empresas dedicadas à exploração dos segmentos da indústria aeronáutica, da espacial e de aplicações para área da defesa do setor aeroespacial do Brasil. O número total de empresas que compõem essa amostra da AIAB é de 47, e representa cerca de 1/5 do total de empresas do setor. As principais firmas do setor aeroespacial no Brasil compõem essa relação.

Quadro 29 - Brasil: número de empresas por segmento de atuação no setor aeroespacial (em 2010)

Aeronáutica	88	Espacial	43
<u>Aeronaves</u>	44	Sistemas e sensores	7
Partes estruturais	11	Equipamentos de solo	7
Serviços de engenharia	9	Integração de sistemas	6
Conjuntos estruturais	7	Serviços de engenharia	6
Manutenção, Reparo e Revisão (MRO)	6	Estruturas	4
Aviões	5	Propulsão	4
Serviços industriais	5	Consultoria e serviços especiais	4
Helicópteros	1	Veículos	3
<u>Sistemas e equipamentos</u>	22	Aplicações	2
Integração de sistemas	7	Satélites	0
Manutenção, Reparo e Revisão (MRO)	6	Defesa	33
Equipamentos	5	Equipamentos e partes	15
Aviônicos	4	Munição e armamento	4
<u>Controle de tráfego (CNS/ATM)</u>	13	VANT'S	4
Equipamentos	7	Integração de sistemas	4
Sistemas	4	Aviões	3
Integração de sistemas	2	Mísseis	3
<u>Propulsão</u>	9		
Manutenção, Reparo e Revisão (MRO)	6		
Partes e componentes	2		
Motores	1		

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de AIAB 2010

Considerações sobre base de conhecimento⁹⁴

Tendo como referência o estudo realizado por Salles Filho e Bonacelli *et al* (2009) junto a 155 grupos de pesquisa do setor aeroespacial, a partir de informações da Plataforma Lattes do CNPq para o ano 2004, verificou-se que os campos de conhecimento com mais atividades de pesquisa no Brasil eram as áreas de Engenharia e das Ciências Exatas e da Terra. Assim, apenas 4 grupos de pesquisa, entre 155, não compunham essas áreas do conhecimento.

⁹⁴ Em razão do pequeno número de depósitos de patentes do setor aeroespacial no Brasil, esses dados não constituem referências para elaboração de proposições sobre a base do conhecimento sob domínio no País. Em 2010, o número de depósitos por residentes nesses campos de conhecimento não alcançava uma centena. No Canadá, apenas na área de sensoriamento e monitoramento havia 1,5 mil depósitos no mesmo ano.

Na área de Engenharia, que reunia quase 80% dos grupos, os principais campos eram mecânica, materiais e metalurgia, aplicações espaciais, produção e elétrica. As Engenharias Química, Nuclear, de Transportes e Civil, em conjunto, representavam quase 10% dos grupos; e o total de grupos relacionados à Ciência da Terra e Ciências Exatas, incluindo as áreas de física e geociências, era de 30, como indica o Quadro 30, que segue.

Quadro 30 - Brasil: número de grupos de pesquisa com atuação no setor aeroespacial (em 2004)

Área do conhecimento	n° grupos de pesquisa
Engenharias	121
eng mecânica	42
eng materiais e metalurgia	25
eng espacial	24
eng produção	10
eng elétrica	9
eng química	4
eng nuclear	3
eng transportes	3
eng civil	1
Ciências Exatas e da Terra	30
Ciências Sociais Aplicadas	2
Ciências Agrárias	1
Ciências da Saúde	1
<i>Total de grupos de pesquisa</i>	155

Fonte: Elaborado a partir de Salles Filho, Bonacelli *et al* (2009)

Em relação à natureza das tecnologias, as maiores incidências apuradas pelo levantamento realizado por Salles Filho e Bonacelli *et al* (2009), junto à amostra dos grupos de pesquisa mencionada, eram os sistemas de engenharia, matérias-primas, materiais compósitos, *Structural Health Monitoring and Diagnostics* e sistema de propulsão. Em conjunto, essas tecnologias estavam presentes em quase metade dos grupos de pesquisa.

Outras tecnologias de destaque, apontadas no Quadro 31, são *Active Structures with Embedded Sensors*, *Corrosion Protection*, Sistema de Controle e Comandos de voo, produção e projeto de ferramental, *Advanced Jointing Technologies*, *Computational Fluid Dynamics* (CFD) e Fabricação de Peças. Todas essas tecnologias contavam com ao menos 10 grupos de pesquisa.

Salles Filho e Bonacelli *et al* (2009) destacam, no entanto, uma baixa incidência de grupos de pesquisa em tecnologias críticas para o desenvolvimento de novas aplicações destinadas ao setor aeroespacial. Mais especificamente, apenas 20% dos grupos se dedicavam às tecnologias consideradas, pelo estudo, como de média e alta relevância em relação às oportunidades tecnológicas.

Quadro 31 - Brasil: incidências das tecnologias nos grupos de pesquisa no setor aeroespacial (em 2004)

Tecnologias	n° de grupos de pesquisas
Sistema de Engenharia	92
Matéria-Prima	48
Material compósitos	23
<i>Structural Health Monitoring and Diagnostics</i>	17
Sistema Propulsão	17
<i>Active Structures with Embedded Sensors</i>	14
Proteção contra corrosão	14
Sistema de Controle (Comandos de Voo)	12
Produção e Projeto de Ferramental	12
<i>Advanced Jointing Technologies</i>	10
<i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	10
Fabricação de Peças	10
Aeroacústica	9
Aviônicos	9
<i>Safety Critical Applications Software</i>	8
Tratamento de superfície	8
Rastreabilidade/Controle de Configuração	8
Computer-Aided Software Engineering (Case)	6
<i>Nano-Structured Materials</i>	6
Metal-Cerâmica	6
Grandes estruturas em material compósitos	6
Robotic Production	5
Sistema de Combustível	5

Fonte: Elaborado a partir de Salles Filho, Bonacelli *et al* (2009)

4.2.2 Condições gerais de oferta

Firmas

Número de estabelecimentos

O número de estabelecimentos cuja atividade principal relacionava-se ao setor aeroespacial no Brasil, nos termos definidos pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), era, em 2007, 239, conforme levantamento realizado por Lemos e Domingues *et al.* (2009). Destaca-se que esse número abrange todas as firmas classificadas na classe 304 da CNAE 2.0, incluindo as empresas com pessoal contratado em regime temporário e, também, empresas sem funcionários⁹⁵.

Entre 1996 e 2003 o número de estabelecimentos registrados na classe 304 apresentou uma variação pouco significativa, como pode ser observado no Gráfico 12, que segue, situando-se em torno de 130. No entanto, a partir de 2004 observa-se um aumento expressivo, de mais de 50% do total de estabelecimentos, tendo como base o número de 2003.

Não foram identificadas informações organizadas mais detalhadas referentes às características da expansão do número de empresas do setor aeroespacial a partir de 2004, nem, particularmente, a possibilidade de concentração de empresas estabelecidas nas atividades desse setor, ou mudanças nas taxas de natalidade ou mortalidade das firmas.

Lemos e Domingues *et al.* (2009) sugerem como características principais desses novos entrantes no setor, a pequena escala das operações, representada, sobretudo, pelo número de funcionários contratados.

⁹⁵ A título de referência, o Cadastro de Empresas do Setor Aeroespacial (CASAER), elaborado pelo IFI/CTA em 2009, era composto por 235 empresas. Esse grupo, no entanto, reunia também empresas cuja atividade principal não era o setor aeroespacial.

Gráfico 12 – Brasil: número de estabelecimentos do setor aeroespacial *
(1996-2007)

* Atividade principal CNAE 2.0 classe 304

Fonte: Lemos, Domingues *et al.* (2009, p.43)

Distribuição geográfica

No Brasil, as empresas do setor aeroespacial estão fortemente concentradas no Estado de São Paulo, particularmente na região do Vale do Paraíba, envolvendo os municípios de São José dos Campos, de Caçapava, Igaratá, Pindamonhangaba, Santa Branca, Taubaté e Tremembé.

No Estado de São Paulo também são importantes, na produção aeroespacial, principalmente para a indústria aeronáutica, a planta da Embraer do município de Botucatu (SP), que se dedica à fabricação das aeronaves agrícolas e componentes diversos, e a da região de Araraquara, voltada para aeronaves executivas e militares.

De acordo com estudo realizado por Ferreira (2008), com base em dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, para o ano de 2005, São Paulo respondia por 85% dos salários pagos no setor; 82% do valor da produção e do valor adicionado; e 73% do pessoal ocupado em atividades do setor aeroespacial. Entre o pessoal ocupado no setor com nível superior, 92% eram contratados no Estado, como indica a Tabela 16, que segue.

Além de São Paulo, também são importantes os estados de Minas Gerais, onde se localiza a Helibras, dedicada à montagem de helicópteros, e os centros de Manutenção da Gol e da TAM; do Rio de Janeiro, que reúne a GE-Celma, voltada para o segmentos de motores, e a Aeroeletrônica, dedicada ao segmento de aviônicos, entre outras empresas; e do Rio Grande do Sul, onde estão situadas empresas como a Aeromot e Digicon.

Tabela 16 – Brasil: participação do Estado de São Paulo no setor aeroespacial (em 2005)

Indicadores	Partição do Estado de São Paulo
Pessoal com nível superior	92%
Salários	85%
Valor da Produção	82%
Valor Adicionado	82%
Pessoal Ocupado	73%

Fonte: Elaborada a partir de Ferreira (2008, p.86)

Porte dos estabelecimentos

Uma característica importante do setor aeroespacial no Brasil é o pequeno número de médias e grandes empresas associado à elevada concentração da produção; daí a configuração do tecido produtivo ser marcada por um número relativamente grande de pequenas empresas com escalas de operação bastante limitadas.

A partir dos dados organizados por Barbieri e Araujo *et al* (2008), com base em informações do sistema RAIS para o ano de 2005, 46% dos estabelecimentos do setor aeroespacial no Brasil possuíam até 4 empregados⁹⁶. O segmento entre 5 e 49 empregados respondia por 43% e apenas 11% dos estabelecimentos contavam com mais de 50 funcionários.

Em 2005 havia no setor aeroespacial brasileiro 16 empresas com mais de 100 funcionários. Entre essas empresas 7 possuíam 500 ou mais funcionários contratados, como indica a Tabela 17.

A intensidade da concentração pode ser avaliada, por sua vez, pela participação das maiores empresas no total de empregados pelo setor. De acordo com cálculos de Barbieri e Araujo *et al* (2008, p.10) em 2005 as 4 maiores empresas concentravam 80,1% dos empregos; as 8 maiores eram responsáveis por 85,4%; e as 12 maiores empresas por 88,5%.

Tabela 17 – Brasil: tamanho dos estabelecimentos do setor aeroespacial (em 2005)

Empresas do setor aeroespacial (CNAE 353)	Nº de estabelecimentos	Part. no total de estabelecimento	Part. Acumulada
sem empregados	14	7%	7%
Até 4 empregados	75	39%	46%
De 5 a 9 empregados	34	18%	64%
De 10 a 19 empregados	28	15%	78%
De 20 a 49 empregados	21	11%	89%
De 50 a 99 empregados	5	3%	92%
De 100 a 249 empregados	8	4%	96%
De 250 a 499 empregados	1	1%	96%
De 500 a 999 empregados	2	1%	97%
1000 ou mais empregados	5	3%	100%
Total	193	100%	-

Fonte: Barbieri *et.al.* (2008, p.11), com dados da RAIS/MTE

⁹⁶ Para mais detalhes sobre o conceito de estabelecimento ver a nota 64.

Pelo critério de empresas líderes, utilizado pelo IBGE nas pesquisas brasileiras de inovação tecnológica (PINTEC), 3 empresas do setor aeroespacial foram classificadas como inovadoras e exportadoras, com vantagens de custos ou produtos diferenciadas, de acordo com Lemos e Domingues *et al* (2009).

Em 2005, de acordo com dados do IBGE dessa data, elaborados por Lemos e Domingues *et al* (2009), as 3 empresas líderes do setor aeroespacial no Brasil foram responsáveis por 96,4% das exportações; 89% dos salários pagos; 82,4% das receitas; 79,9% dos investimentos; e 73% dos lucros. O restante das exportações, 3,6%; salários, 11%; receitas, 19,1% e lucros; 27% foram gerados por 28 empresas.

Gráfico 13 – Brasil: participação das empresas líderes do setor aeroespacial (em 2005)

Fonte: Lemos e Domingues *et al* (2009) a partir da PINTEC e PIA/IBGE

Principais empresas do setor

Em 2010 operam no Brasil, como *prime contractors*, a Embraer, no segmento de aviões comerciais e aviões militares; a Helibras, no segmento de helicópteros civis e helicópteros militares de transporte; e a Avibras, nas aplicações de engenharia aeroespacial para área da defesa. Não há no País um *prime contractor* que se dedique especificamente às aplicações de engenharia e tecnologia espaciais.

Em comum, todas essas empresas são privadas e contam com a participação do Estado em seu capital. No caso, a Embraer possui participação do BNDES; a Helibras, do Estado de Minas Gerais; e a Avibras, da União. A Helibras é controlada pela Eurocopter, ligada ao grupo europeu EADS; a Embraer tem seu capital pulverizado desde 2006, mas com controle nacional; e a Avibras é uma empresa familiar.

A Embraer e a Avibras têm a demanda internacional como o segmento mais importante do mercado, desde o final dos anos 80. A Helibras, por sua vez, é historicamente voltada para a exploração do mercado interno, ainda que seja exportadora de produtos e serviços, principalmente para os países da América do Sul. Entre essas empresas, no entanto, apenas a Embraer é de grande porte e pode ser considerada de classe mundial.

A Embraer, considerada a 3ª maior integradora desde 2006, é a mais importante empresa do setor aeroespacial no Brasil, e também uma das principais exportadoras nacionais. Especificamente na indústria aeronáutica, a empresa foi responsável por 88% da mão de obra contratada, conforme Ferreira (2008); daí sua evolução confundir-se com a própria indústria aeroespacial no Brasil.

A Avibras é uma empresa de médio porte, especializada no desenvolvimento e produção de foguetes e sistemas de artilharia, que contava com 600 funcionários em 2007. Reconhecida pelas exportações de sistemas de armas para o Oriente Médio, a empresa está em recuperação econômica desde 2008 e conta com a participação da União em seu capital desde 2009.

A Helibras, especializada na montagem e prestação de serviços para helicópteros de pequeno porte no Brasil, contava em 2008 com cerca de 250 funcionários e receitas anuais de US\$ 112 milhões. A expectativa em 2010 é que empresa diversifique suas operações, expandindo suas atividades na América do Sul, no contexto do programa de aparelhamento da Força Aérea, e na França, com o acordo de cooperação, como indica o item 4.3.3.

Na área de subsistemas o maior destaque é a ELEB, empresa controlada pela Embraer, que conta com a participação da empresa alemã Liebherr. Dedicada ao desenvolvimento e produção de trens de pousos e serviços, a empresa contava 600 funcionários e faturamento de US\$ 120 milhões em 2009.

Outras desenvolvedoras e integradoras de subsistemas, que se destacam pelo domínio de competências em sistemas eletrônicos e atividades ligadas ao sensoriamento e monitoramento, empregados principalmente nos projetos para área da defesa e programa espacial, são a Atech, OrbiSat, Opto Eletrônica, AEL-Aeroeletrônica, Omnisys e Mectron.

Em comum, essas empresas que se dedicam aos subsistemas complexos são fortemente dependentes dos projetos militares e do programa espacial brasileiro; possuem de 200 e 300 funcionários e receitas entre US\$ 15 milhões e US\$ 30 milhões. A exceção desse perfil é a Atech, uma fundação organizada com o pessoal remanescente do projeto SIVAM, que diversificou suas atividades para as aplicações em outros setores de atividades.

Na área de estruturas para aeronaves merece destaque a empresa Akaer, responsável pela *holding* denominada T1, criada para tornar-se uma fornecedora mundial de estruturas. A T1 foi criada com base na Friuli, da área de usinagem Winnstal, voltada aos serviços de montagem; na Minoica, especializada em suprimentos e logística; e na Imbra Aerospace, que atua na área de peças em material composto. Em 2010 a empresa firmou uma parceria com a francesa Altran para produzir estruturas de aeronaves.

Na área de serviços de engenharia e fornecimento de partes e componentes o destaque é *High Technology Aeronautics* (HTA), um consórcio organizado por fornecedores da Embraer para expansão no mercado internacional e redução da dependência das encomendas da Embraer. Em 2009, o consórcio contava com 15 empresas e faturamento de US\$ 208,5 milhões, sendo 7% gerado no mercado internacional.

Na área de serviços de manutenção (MRO), a empresa mais importante é a GE-Celma, que contava com uma receita de US\$ 850 milhões e 850 funcionários em 2008. A empresa também produz componentes para turbinas, é parceira de risco no projeto EMB-170/190, e uma das maiores exportadoras de serviços do país.

Ainda na área de MRO, operam no Brasil uma divisão a Rolls-Royce em São Bernardo do Campo (SP), como apoio às operações Rolls-Royce, responsável pelas turbinas da família de aeronaves ERJ-145 da Embraer; e uma divisão da Pratt&Whitney Canadá (PW&C), em Sorocaba (SP), dedicada ao apoio nas operações dos motores que equipavam os jatos Phenom da Embraer.

No quadro 32 é apresentada a relação das empresas do setor aeroespacial, obtida em levantamento realizado junto às empresas e imprensa especializada, cujo faturamento era superior a US\$ 10 milhões em 2009.

Quadro 32 – Brasil: seleção de maiores empresas do setor aeroespacial (em 2009)

Empresas	Localização	Ano	Atividade	Emprego	Controlador	Receitas anuais	Observações
Embraer	São José dos Campos (SP)	1969	Desenvolvimento e produção de aviões civis e militares	16.853 (2009)	Controle Brasileiro	US\$ 5,47 bilhões (2009)	Aviação regional (62%), executiva (16%), defesa (9%) e serviços (13%) em 2009
GE-Celma	Petropolis (RJ)	1957	Serviços de manutenção e produção de componentes para turbinas	850 (2008)	GE (EUA)	US\$ 850 milhões (2008)	Parceira de risco no projeto EMB-170/190. Empresa adquirida pela GE em 1996
High Technology Aeronautics (HTA)	São José dos Campos (SP)	2003	Produção de componentes e serviços de engenharia	3.400 (2009)	Empresa brasileira	US\$ 208,5 milhões (2009)	Consórcio constituído por 15 empresas. exportações em 2009 de US 14,9 milhões
ELEB	São José dos Campos (SP)	1999	Desenvolvimento e produção de trens de pouso e serviços	600 (2009)	Embraer	US\$ 120 milhões (2009)	Consórcio com a empresa alemã Liebherr, que detinha 40% do seu capital em 2009
Helibras	Itajubá (MG)	1978	Produção, montagem, venda e manutenção de helicópteros	248 (2008)	Eurocopter (França)	US\$ 112,1 milhões (2008)	Responsável mais 50% da frota brasileira de helicópteros a turbina
Atech	São Paulo (SP)	1997	Desenvolvimento e integração de sistemas, simuladores e radares	500 (2008)	Empresa brasileira	US\$ 80 milhões (2008)	Fundação criada com pessoal remanescente do Projeto SIVAM.
OrbiSat	São José dos Campos (SP)	1984	Radares portáteis, serviços de sensoriamento remoto	300 (2009)	Empresa brasileira	US\$ 32,1 milhões (2009)	Manaus (prod.), São José dos Campos (eng. e adm.) e Campinas (eng.)
Avibras	São José dos Campos (SP)	1961	Desenvolvimento e produção de Foguetes e sistemas de artilharia	600 (2007)	Empresa brasileira	US\$ 28,1 milhões (2007)	Em recuperação desde 2008, conta com part. da união em seu capital de 15% desde 2009
Opto Eletrônica	São Carlos (SP)	1994	Prod. e desenvolvimento de Sensores a laser para sistemas de defesa	368 (2008)	Empresa brasileira	US\$ 27,6 milhões (em 2008)	
AEL-Aeroeletrônica	Porto Alegre (RS)	1983	Fabricação e manutenção de sistemas eletrônicos embarcados	não disponível	Elbit (Israel)	US\$ 20 milhões (2009)	Previsão de transfência de tecnologia para VANTS e participação no programa FX2
Omnisys	São Caetano do Sul (SP)	1997	Radares de longo alcance, antenas, transmissores e transponders	250 (2008)	grupoThales (França)	US\$ 20 milhões (em 2007)	
Mectron	São José dos Campos (SP)	1991	Desenvolvimento e produção de mísseis, sensores e telemetria	200 (2007)	Empresa brasileira	US\$ 15 milhões (em 2007)	Conta com participação do BNDESPar de 27% em seu capital
Akaer Engenharia	São José dos Campos (SP)	1992	Projeto e desenvolvimento de aeroestruturas	120 (2008)	Empresa brasileira	US\$ 13 milhões (2008)	
Grupo Aeromot	Porto Alegre (RS)	1967	Fabricante de aviões leves e serviços de manutenção	95 (em 2009)	Empresa brasileira	US\$ 10 milhões (em 2009)	Fabricante de aviões ximango. Pareceria para produzir na China em 2009

Fonte: Elaborado pelo Autor

Outros atores

No Brasil, o apoio às atividades do setor aeroespacial, representado por institutos de pesquisa, laboratórios e infraestrutura para prestação de serviços técnicos especializados, é tradicionalmente oferecido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelos institutos ligados ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), anteriormente chamado de Comando de Tecnologia Aeroespacial (CTA). Ambas as instituições estão localizadas no município de São José dos Campos (SP).

A infraestrutura oferecida pelo DCTA está disposta no Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), especializado em aerodinâmica, sistemas, propulsão, materiais, integração e ensaios, e no Instituto de Estudos Avançados (IEAv), voltado para aerotermodinâmica, hipersônica, energia nuclear e outras aplicações. O DCTA também é responsável pelo Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) para foguetes de grande porte, situado no Maranhão; e pelo Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), para foguetes de pequeno porte, situado no Rio Grande do Norte.

A infraestrutura oferecida pelo INPE, por sua vez, é dada pelo Laboratório de Integração e Testes (LIT), especializado em aplicações para plataformas espaciais; pelos laboratórios que compõem a área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE), voltados para eletrônica aeroespacial, Mecânica Espacial e Controle e Sistemas de solo; e serviços de apoio ligados ao Centro Observação da Terra (OBT), na área de Sensoriamento Remoto, Processamento e geração de Imagem.

Além da infraestrutura associada ao DCTA e ao INPE merecem destaque o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT), ligado à Universidade Federal de Uberlândia (MG), que é especializado em Engenharia de Estruturas Inteligentes; e o Laboratório de Pesquisas de Estruturas Leves (LEL), organizado pela Embraer e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT). Inaugurado em 2010, o LEL também está situado em São José dos Campos (SP) e se dedica às aplicações de compósitos e ligas metálicas.

Na área de ciência básica, relacionada às aplicações em tecnologia aeroespacial, também atuam o INPE, em Ciências atmosféricas, astrofísica, geofísica; e o DCTA, por meio do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), especializado em engenharia aeronáutica, eletrônica, mecânica e aeroespacial.

Outras instituições de destaque na área de ciência básica são o Centro de Estudos Aeronáuticos Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), nas áreas de ensaios em voo, calibração de sensores e protótipos; e a Escola de Engenharia de São Carlos (SP), da Universidade de São Paulo (USP), nas áreas de aerodinâmica, aeroelasticidade, dinâmica de voo e controle.

Na área de serviços de apoio destacam-se o Instituto de Fomento Industrial (IFI), também ligado ao DCTA, especializado em Metrologia, normalização, qualificação industrial e também pela operação dos acordos de compensação comercial (*offset*) para o setor aeroespacial; e a Agência Nacional de Aviação civil (ANAC), especializada na homologação e certificação produtos e serviços para o setor aeronáutico,

O setor conta, também, com serviços organizados por instituições de apoio e fomento, como FAPESP, FINEP, BNDE, SEBRAE e APEX e ABDI. A descrição das atividades dessas instituições é apresentada no contexto dos programas para o setor aeroespacial no Brasil, que constam no item 4.3.3.

Na área das ações cooperativas, o principal destaque são as iniciativas promovidas pelo Centro para Competitividade do Cone Leste Paulista (CECOMPI), uma Organização Social Civil de Interesse Público (OSCIP) apoiada, principalmente, pelo poder público local. O foco das ações da CECOMPI é o desenvolvimento do arranjo produtivo, do setor aeroespacial da região de São José dos Campos (SP).

No Quadro 33, a seguir, são apresentados os principais serviços de apoio para o setor aeroespacial no Brasil.

Quadro 33 – Brasil: infraestrutura e serviços de apoio

Institutos de pesquisa, laboratórios e infraestrutura			
Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE)	São José dos Campos (SP)	Depto Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	Aerodinâmica, sistemas, propulsão, materiais, integração e ensaios
Instituto de Estudos Avançados (IEAv)	São José dos Campos (SP)	Depto Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	Aerotermodinâmica, hipersônica, energia nuclear, fotônica e geointeligência
Centro de Lançamento de Alcântara (CLA)	Alcântara (MA)	Depto Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	base de lançamentos de foguetes de grande porte
Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI)	Natal (RN)	Depto Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	Base de lançamentos de foguetes de pequeno e médio porte
Laboratório de Integração e Testes (LIT)	São José dos Campos (SP)	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Integração e testes de plataformas espaciais
Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)	São José dos Campos (SP)	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Eletrônica Aeroespacial, Mecânica Espacial e Controle e Sistemas de Solo
Centro de Observação da Terra (OBT)	São José dos Campos (SP)	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagem e Geração de Imagem
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT)	Uberlândia (MG)	Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Estruturas Inteligentes e Engenharia
Laboratório de Pesquisas de Estruturas Leves (LEL)	São José dos Campos (SP)	Inst. Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Embraer	Compósitos e ligas metálicas para produção de estruturas leves
Ciência básica			
Instituto Tecnológico Aeronáutico (ITA)	São José dos Campos (SP)	Depto Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	Engenharias aeronáutica, eletrônica, mecânica e aeroespacial
Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE)	São José dos Campos (SP)	Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)	Ciências espaciais, atmosféricas, astrofísica, geofísica e eng espaciais
Centro de Estudos Aeronáuticos	B. Horizonte (MG)	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Ensaio em voo, calibração de sensores e protótipos
Escola de Engenharia de São Carlos	São Carlos (SP)	Universidade de São Paulo (USP)	Aerodinâmica, Aeroelasticidade, Dinâmica de Voo e Controle, Magneto-HidroDinâmica
Serviços de Apoio			
Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec)	Brasília (DF)	Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)	Redes de Centros de Inovação, Serviços Tecnológicos e Extensão Tecnológica
Agência Bras. de Des. Industrial (ABDI)	Brasília (DF)	Min. Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)	Estratégia setorial
Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)	Brasília (DF)	Ministério da Defesa (MD)	Homologação e certificação de produtos e serviços
Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI)	São José dos Campos (SP)	Depto Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)	Metrologia, normalização, qualificação industrial e operação do <i>offset</i>
Banco Nac. de Des. Econômico e Social (BNDES)	Brasília (DF)	Empresa Pública Federal	Financiamento de P&D, produção, comercialização e participações
Agência de Promoção de Exportações (APEX)	Brasília (DF)	Min. Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)	Promoção comercial
Fund. Amp. à Pes. Estado de S.Paulo (FAPESP)	São Paulo (SP)	Sec. de Ensino Superior do Estado de S.Paulo	Ciência básica, ciência aplicada e inovação
Serviço Bras Apoio às Micro e Pequenas Emp (SEBRAE)	Brasília (DF) e Estados	Serviço social autônomo	Capacitação empresarial e apoio aos arranjos produtivos
Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP)	Rio de Janeiro (RJ)	Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)	Financiamento das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação
Ações cooperadas			
Centro para Comp. Cone Leste Paulista (CECOMPI)	São José dos Campos (SP)	Organização Social Civil de Interesse Público (OSCIP)	Arranjo produtivo do setor aeroespacial de São José dos Campos (SP)

Fonte: elaborado pelo autor

Mão de obra

Emprego

O setor aeroespacial no Brasil empregava em 2008, de acordo com as estimativas da Associação das Indústrias Aeroespaciais Brasileiras (AIAB), 27,1 mil pessoas, e o crescimento médio anual dos ocupados por essas atividades, entre 2001 e 2008, foi de 8,8%.

Dados organizados por Ferreira (2008) com base nas informações do Ministério do Trabalho, referentes exclusivamente às empresas cuja atividade é produção e reparo de aeronaves – classe 340 da CNAE 2.0 – indicam que o número de empregados no setor era de 22,7 mil em 2008; e o crescimento médio dos empregos foi de 7,1% entre 2001 e 2007.

Os dados relativos à *performance* do setor aeroespacial no ano de 2009, quando foram realizadas demissões em massa pela Embraer⁹⁷ e pelas empresas de sua cadeia de valor, em razão das reduções nas encomendas por conta da crise nos mercados internacionais, não haviam sido apresentados pela AIAB por ocasião da organização deste trabalho. Dados preliminares apresentados pelo Relatório de Acompanhamento da PDP (2010), no entanto, indicam uma queda de cerca de 20% no número de ocupados.

O Gráfico 14 apresenta a evolução dos empregados na produção e reparo de aeronaves para o período de 2002 a 2008, e também as informações preliminares para 2009. A observação da evolução do emprego sugere que o último ciclo recessivo no setor, entre 2001 e 2004, motivado pelos atentados aos Estados Unidos em 2001, não foi acompanhado por uma expressiva queda do emprego no Brasil, no caso, em razão do desenvolvimento do Embraer 190.

⁹⁷ Entre 2007 e 2009, o número de empregados contratados pela Embraer caiu de 23,7 mil para 16,8 mil, o que corresponde a uma queda de quase 30%. De acordo com as informações do relatório anual da empresa, o número de pedidos em carteiras entre o terceiro trimestre de 2008 e o primeiro trimestre de 2010, foi reduzido em ¼. Em termos de receitas líquidas, a diminuição foi de cerca de 8% entre 2008 e 2009 (Embraer, 2010).

Gráfico 14 – Brasil: total de empregos no setor de produção e reparo de aeronaves (2002-2009)

Fonte: elaborado a partir de PDP (2010)

Em relação aos aspectos qualitativos da mão de obra no setor aeroespacial no Brasil, as informações disponíveis quanto ao nível de escolaridade indicam as condições diferenciadas das ocupações geradas frente à indústria de transformação no país. Essas diferenças são apresentadas na Tabela 18

De acordo com os dados de 2005, relativos à atividade de montagem e reparo de aeronaves, 60% da mão de obra possuía nível médio completo ou superior incompleto, o que representava quase o dobro da indústria de transformação no País. Já a participação dos trabalhadores com ensino superior completo era de 26%, proporção 4 vezes maior que na indústria de transformação.

Contudo, cumpre observar que a heterogeneidade no setor aeroespacial é bastante expressiva, sobretudo pela diferenciação quanto à complexidade das atividades desenvolvidas pela empresa; às condições gerais de capacitação; e ao grau de concentração das atividades industriais, já mencionado.

A título de referência, o relatório anual de 2010 da Embraer indicava que 65% da mão de obra empregada pela empresa possuíam ensino médio e 35%, ensino superior. Entre o pessoal com ensino superior, a participação de mestres ou doutores era de 6%. A proporção do número de engenheiros em relação ao total de ocupados era de 20,5%.

Estudo realizado por Quadros e Fleury *et al* (2009), junto a uma mostra de fornecedores da Embraer, indica que em dezembro de 2004 a participação do número de engenheiros no total da mão de obra era de 1,48% para as empresas dedicadas a processos industriais; 2,44% para as empresas da área de ferramentaria; 3,24% para os produtores de bens industriais; e 17,76% para os serviços de engenharia.

Tabela 18 – Brasil: nível de escolaridade da mão de obra empregada no setor aeroespacial (em 2005)

	Embraer*	Setor aeroespacial (CNAE 353)	Indústria de transformação
Ensino superior completo	35%	26%	6%
Ensino médio completo	65%	60%	35%
Ensino médio incompleto	-	14%	60%

*em 2009

Fonte: elaborada a partir de Ferreira (2008) e Embraer (2010)

Formação

As instituições dedicadas à formação de pessoal especializado para as atividades do setor aeroespacial estiveram, historicamente, concentradas no Estado de São Paulo, particularmente na região de São José dos Campos, onde estão localizados os principais agentes do setor, como mencionado. Outros estados importantes para a formação de recursos humanos são Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande de Sul.

A partir dos anos 2000, Salles Filho e Bonacelli *et al* (2009) constataram uma significativa expansão e diversificação das instituições e cursos dedicados à formação de mão de obra para o setor, com base em levantamento realizado para cursos de engenharia aeronáutica e ciências aeronáuticas. De acordo com os autores, entre os 24 cursos existentes em 2005, 20 haviam sido organizados a partir de 1999.

No Quadro 34, que segue, são apresentadas as instituições que ofereciam cursos de engenharia aeronáutica e ciências aeronáuticas em 2005, e o ano da organização do primeiro curso. Observa-se que até 1999 apenas o ITA/DCTA e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS) ofereciam esses cursos.

Na área de formação de técnicos para o setor aeroespacial destacam-se as iniciativas recentes de organização do curso de formação em tecnologia de manufatura de aeronaves, organizado em São José dos Campos pelo Centro Paulo Souza; e a criação do Centro de Capacitação Aeroespacial de Minas Gerais, voltado para a formação de pilotos, mecânicos e técnicos.

Quadro 34 – Brasil: cursos de graduação em engenharia aeronáutica e ciências aeronáuticas (em 2005)

Instituto Tecnológico de Aeronáutica	SP	1950
Pont. Univ. Católica do Rio Grande do Sul	RS	1994
Universidade de Braz Cubas	SP	1999
Universidade de Uberaba	MG	1999
Universidade Tuiuti do Paraná	PR	1999
Universidade Católica de Goiás	GO	2000
Universidade do Vale do Paraíba	SP	2000
Universidade Estácio de Sá	RJ	2000
Universidade Norte do Paraná	PR	2000
Universidade Veiga de Almeida	RJ	2001
Universidade de São Paulo (São Carlos)	SP	2002
Universidade Fumec	MG	2002
Universidade Luterana do Brasil	RS	2003
Faculdade de Ciências Econômicas de Bauru	SP	2004
Universidade Estadual de Campinas	SP	2004
Universidade Presidente Antônio Carlos	MG	2004
Faculdade de Tecnologia e Ciências	BA	2005
Universidade de Taubaté	SP	2005
Universidade Paulista	SP	2005

Fonte: Salles Filho e Bonacelli *et al* (2009, p.290)

4.2.3 Performance do sistema de produção

Os subitens que seguem são dedicados à descrição do desempenho da atividade aeroespacial brasileira, tendo como referência a evolução recente das receitas, valor adicionado e atividade inovativa. Assim, a partir desses dados e informações pretende-se apresentar o contexto das políticas públicas para setor, descritas no item seguinte.

Receita

As receitas no setor aeroespacial no Brasil são fortemente concentradas na indústria aeronáutica, e os produtos e serviços da Embraer compõem, tradicionalmente, a maior parte dos negócios. Entre 1998 e 2005, a participação conjunta de outras empresas nas receitas líquidas do setor aeroespacial variou entre 9% e 18% (FERREIRA, 2008).

Entre 2004 e 2008, a participação da indústria aeronáutica no setor aeroespacial variou em torno de 90%. As aplicações para a área da defesa oscilaram entre 6% e 9%; e a indústria espacial representa menos de 1% das receitas, ainda que sua participação seja crescente, como indicam os dados organizados pela AIAB, apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Brasil: composição das receitas para o setor aeroespacial (2004 -2008)

Setor aeroespacial	2004	2005	2006	2007	2008
Indústria aeronáutico	89,60%	87,30%	90,80%	91,30%	89,13%
indústria da defesa	9,23%	9,29%	5,78%	6,60%	8,79%
Indústria espacial	0,14%	0,24%	0,41%	0,40%	0,57%
Outros atividades	1,03%	3,17%	3,01%	1,70%	1,51%

Fonte: Elaborada a partir de AIAB (2010)

O mercado externo é o principal destino da produção aeroespacial brasileira, em razão do perfil da demanda doméstica e das pequenas escalas do mercado interno. Com isso, cerca de 90% da produção é voltada para exportação e 10% para o mercado doméstico, segundo as referências da AIAB.

Os principais mercados dos produtos aeroespaciais brasileiros, especialmente do produto aeronáutico, são os países desenvolvidos que representam grande parte da demanda, sendo os Estados Unidos o maior mercado individual. Já no caso das aplicações para área da defesa, os mercados mais tradicionais estão nos países do Oriente Médio.

No Tabela 20 são apresentadas as informações organizadas por Ferreira (2009) a partir de dados do SECEX de 2006, referentes às regiões das exportações brasileiras. Nesse ano, os países que compunham o Tratado Norte-Americano de Livre Comércio (NAFTA) e a União Européia representavam mais de 70% do valor dos negócios.

A Tabela 20 apresenta, também, o valor das exportações, em 2006, para os principais destinos, a partir de dados elaborados por Marques (2009). Nesse ano, os Estados Unidos foram responsáveis por 44% do valor das vendas externas; o Canadá, por 14%; e a Arábia Saudita, por 11%.

Tabela 20 – Brasil: regiões e destinos das exportações do setor aeroespacial (em 2006)

Regiões		Destinos	
Participação (em %)		Valores (em US\$ milhão)	
NAFTA	49,40%	Estados Unidos	1.262,3
União Europeia (27)	22,30%	Canadá	415,6
Resto do Mundo	21,70%	Arábia Saudita	320,5
ALADI	4,90%	Finlândia	176,0
Ásia	1,40%	Irlanda	122,8
Mercosul	0,30%	França	118,4

Fonte: Elaborada a partir de Marques (2009) e Ferreira (2008.)

A receita total do setor aeroespacial em 2008, estimada pela AIAB, foi US\$ 7,55 bilhões, valor 80% maior que em 2004. Para o ano 2009, as estimativas das receitas totais do setor não haviam sido publicadas até a elaboração deste trabalho, no entanto a redução das exportações apuradas pelo MDIC, com base nos dados da SECEX, indicava uma queda de 25%.

O Gráfico 15 apresenta a evolução das receitas do setor aeroespacial apuradas pela AIAB, disponíveis para o período de 2004 a 2008. O Gráfico também mostra a evolução das exportações de produtos e serviços apurada pelo MDIC, referente ao período de 1996 a 2009.

A expansão das receitas do setor aeroespacial de 1996 a 2001, observada com base nas exportações, é associada à expansão dos negócios da indústria aeronáutica, impulsionada pelas vendas da Embraer. Já a redução dos negócios, entre 2001 e 2003, decorre da queda na demanda provocada pelos atentados terroristas nos Estados Unidos.

A retomada do crescimento das receitas a partir de 2003, por sua vez, está ligada ao esforço de diversificação das atividades da Embraer junto ao segmento de aviões executivos; ao lançamento do Embraer 175/190; e ao restabelecimento do mercado internacional.

Gráfico 15 – Brasil: evolução das receitas totais e das exportações do setor aeroespacial (1996-2009)

Fonte: Elaborado a partir de AIAB (2010) e MDIC (2010)

Valor adicionado

O valor adicionado⁹⁸ para operações de montagem e reparo de aeronaves no Brasil aumentou de cerca R\$ 1 bilhão, em 1996, para R\$ 7 bilhões em 2002. O período também foi marcado pelo crescimento contínuo da produtividade no setor que alcançou R\$ 446,3 mil em 2002, valor 4 vezes maior que o registrado em 1996. Esse período é associado à expansão e consolidação da Embraer nos mercados internacionais⁹⁹.

⁹⁸ O conceito de valor adicionado é associado ao valor da produção realizada a partir dos recursos mobilizados pelas empresas, excluindo, assim, o valor correspondente aos insumos agregados ao processo de produção, no caso, o valor das importações. Nesse contexto, o valor adicionado é considerado um indicador da atividade econômica em um setor.

⁹⁹ Em 1996, a Embraer fechou o contrato de fornecimento de 200 aviões ERJ-145 com a Empresa norte-americana *Continental Express*, com o apoio do BNDES no financiamento. Esse contrato marcou o processo de crescimento e consolidação da empresa no mercado internacional e promoveu a expansão da atividade da indústria aeronáutica. Para mais detalhes dessa evolução ver Bernardes (2000) e Oliveira (2005).

A partir de 2001, no entanto, o valor adicionado pelas atividades caiu para a metade, voltando a registrar crescimento somente a partir de 2006, como indica a Tabela 21. A participação do valor adicionado no valor bruto da produção¹⁰⁰ diminuiu, em média, 10 pontos percentuais no período de 2002 a 2007, frente ao período de 1996 a 2002. A produtividade também diminuiu cerca de 40%.

O período a partir de 2001 foi marcado pelos efeitos da crise dos atentados terroristas nos Estados Unidos, pela expansão dos negócios da Embraer com a família 175/190, e também pelo esforço de diversificação dos mercados com os projetos para o segmento executivo¹⁰¹. Esses projetos, por sua vez, têm como característica o aprofundamento dos princípios do modelo de parcerias de risco, como apontado pela literatura.

Lemos e Domingues *et al.* (2009) e Barbieri e Araujo *et al.* (2008) sugerem, contudo, que apesar da transferência de etapas importantes da cadeia de valor para o exterior, associada ao modelo de parceria de riscos organizado pela Embraer, a participação do valor adicionado do produto e a produtividade do setor não são inferiores à média da indústria de transformação do Brasil. Isso por que são reunidos no país atividades de alto valor agregado.

Quadros e Fleury *et al.* (2009) apontam, por sua vez, que o modelo de parceria de riscos limita as possibilidades para o desenvolvimento da indústria aeronáutica tendo como base a cadeia de valor da Embraer. Essa proposição é derivada da tendência dos parceiros de riscos internacionais concentrarem suas competências estratégicas em suas matrizes, conjugada à inexistência de uma base de fornecedores nacionais com capacidade técnica e econômica necessárias ao modelo de negócio.

¹⁰⁰ A relação entre valor adicionado e valor da produção representa a importância relativa dos insumos para produto, sendo também considerado um indicador de integração do tecido produtivo, em uma cadeia de valor.

¹⁰¹ No segmento de jatos executivos foram lançados, em 2002, o Legacy-600, derivado do ERJ-135; em 2006, o Lineage-1000, desenvolvido a partir do ERJ-190; e em 2008 os modelos Phenom-100 e 300.

Tabela 21 – Brasil: evolução do valor adicionado (1996-2007)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Valor adicionado (em R\$ bilhões)	0,96	1,63	2,1	4,28	5,03	7,24	6,94	4,65	5,46	3,54	3,69	3,89
Valor adicionado/valor da produção	53%	51%	39%	42%	47%	47%	55%	47%	44%	34%	39%	33%
Produtividade (em mil R\$)	106,9	158,2	161,2	284,7	315,3	423,0	446,3	236,4	239,9	149,7	139,7	132,3

Fonte: Lemos e Domingues *et al* (2009) e PIA/IBGE (2009).

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

O setor de montagem e reparo de aeronaves, indicado pela CNAE 353, contava com 31 empresas inovadoras, segundo PINTEC/IBGE de 2005. Entre essas empresas, 3 foram classificadas como líderes; 19 como seguidoras; 3 como emergentes; e 9 como frágeis (LEMOS E DOMINGUES *et al*, 2009).

As empresas líderes são exportadoras e contam com produtos ou processos diferenciados; as seguidoras possuem níveis de produtividades pelo menos iguais às líderes; as emergentes investem em P&D, mas não são exportadoras; e as frágeis envolvem as demais empresas (RUIZ, NEGRI *et al*, 2010).

As empresas seguidoras, frágeis e emergentes, são basicamente fornecedoras das empresas líderes no Brasil, como sugere a combinação de dados da PINTEC/IBGE e da PIA/IBGE, elaborada por Lemos e Domingues *et al* (2009). Em 2005, as líderes eram responsáveis por 96,4% do valor das exportações e a participação das exportações no faturamento das seguidoras era de 5,8%.

Ainda em 2005, apenas as empresas líderes e emergentes contavam com investimentos em atividades de P&D, de 7,3% e 4,5% respectivamente, como indica a Tabela 22. A participação de outros investimentos nas receitas, por sua vez, era de 8,7% para as emergentes; 1,7% para as seguidoras; 1,5% para as emergentes; 1% para as frágeis.

Tabela 22 – Brasil: despesas com P&D e investimentos das empresas inovadoras do setor aeroespacial no Brasil (em 2005)

Empresas inovadoras	Número de empresas	Despesas com P&D (% das receitas)	Investimentos (% das receitas)
Líderes	3	7,30%	1,50%
Emergentes	3	4,50%	8,70%
Seguidoras	16		1,70%
Frágeis	9		1,00%
Total	31		

Fonte: Lemos e Domingues *et al* (2009)

A proporção de empresas inovadoras nas atividades relacionadas à CNAE 353 foi de cerca de 30% entre 2003 e 2005. A participação das inovadoras em produtos e processos aumentou de 12% para 17% entre 2003 e 2005. As empresas inovadoras em processos representavam cerca de 1/5 da amostra para o período.

Em relação às fontes de informação externas, para as empresas inovadoras, destaca-se a baixa importância relativa das Universidades e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT's) atribuída pela maioria das empresas. Os fornecedores e clientes, por sua vez, foram apontados como fontes relevantes para as atividades inovativas, como indica a Tabela 23.

Os impactos mais evidentes associados às inovações foram: a) a ampliação da participação no mercado; b) melhoria da qualidade dos produtos; c) aumento da capacidade produtiva; e d) manutenção da participação do mercado. Esses elementos foram apontados na pesquisa de 2003 e 2005 pela maioria das empresas inovadoras como de importância média ou alta.

Os impactos menos evidentes foram relacionados à redução dos custos de produção e de trabalho; do consumo de matéria-prima; e ao atendimento ao regulamento do mercado interno ou externo. Esses elementos foram apontados, na pesquisa de 2003 e 2005, por mais de 60% das empresas inovadoras como de importância baixa ou irrelevante.

Tabela 23 – Brasil: atividade inovativa do setor aeroespacial (2001-2005)

Setor Aeroespacial							
	2001-2003			2003-2005			
Empresas inovadoras	32,1%			31,2%			
Produtos e processos	12,6%			17,1%			
Exclusivamente em processos	22,6%			25,6%			
Exclusivamente em produtos	22,1%			22,7%			
Fontes de informação externas							
	alta	média	baixa	alta	média	baixa	
	Universidades ICT's	5,5%	15,7%	78,8%	0,0%	3,0%	87,0%
	Fornecedores	23,8%	28,5%	47,7%	57,6%	15,8%	25,7%
	Clientes	54,7%	22,3%	23,0%	31,1%	23,5%	44,5%
Impacto causado pela inovação							
Melhoria da qualidade dos produtos	33,7%	24,7%	41,6%	44,2%	8,4%	46,5%	
Ampliação da gama de produtos ofertados	26,8%	17,4%	55,8%	29,9%	38,2%	31,0%	
Manutenção da part.no mercado	23,5%	28,0%	48,5%	43,8%	20,3%	35,0%	
Ampliação da part.no mercado	26,8%	36,5%	36,8%	51,7%	21,2%	26,2%	
Abertura de novos mercados	15,6%	11,9%	72,5%	29,0%	26,8%	43,4%	
Aumento da capacidade produtiva	33,2%	23,7%	43,1%	31,7%	25,1%	42,3%	
Aumento da flexibilidade da produção	29,4%	22,7%	47,9%	26,6%	20,8%	51,7%	
Redução dos custos de produção	6,4%	33,5%	60,0%	13,7%	24,3%	61,1%	
Redução dos custos do trabalho	6,4%	22,0%	71,6%	4,7%	29,7%	64,8%	
Redução do consumo de matéria-prima	0,0%	10,0%	90,0%	4,7%	7,4%	87,0%	
Regulações para o mercado interno	24,1%	15,5%	60,4%	25,5%	12,6%	61,1%	
Regulações para o mercado externo	23,3%	4,2%	72,5%	15,8%	3,7%	79,6%	

Elaborada pelo autor a partir da PINTEC.

4.2.4 Condições sobre o sistema de produção

Nos subitens que seguem são apresentadas considerações gerais referentes à base produtiva e à *performance* do setor aeroespacial no Brasil. Assim, são abordadas as competências e a base constituídas do conhecimento; o perfil das empresas, outros atores e recursos humanos; e a evolução das receitas e da atividade inovativa, com base no estudo de caso realizado.

A partir dessas variáveis são apresentadas as características dos sistemas de produção e inovação do Brasil, com a finalidade de contextualizar a análise comparativa das políticas para o setor aeroespacial com o Canadá, que consta do item 5.

Configuração da base produtiva

O perfil das competências constituídas no setor aeroespacial no Brasil é marcado pela ênfase na capacidade de integração de sistemas, observada nas indústrias aeronáutica, espacial e de defesa. O desenvolvimento de competências em subsistemas, partes e componentes constitui um desafio por conta da capacitação técnica requerida; das escalas de operação; das restrições ao acesso às tecnologias duais; e das barreiras ao acesso às cadeias de valor.

Na indústria aeronáutica, por exemplo, há poucas atividades junto a aviônicos, motores e serviços de manutenção. Na indústria espacial não há empresas dedicadas ao desenvolvimento de satélites, e as operações mais estruturadas estão nos campos de aplicação de serviços. Na área da defesa há poucos fornecedores de subsistemas e as capacidades técnicas são restritas.

A base de conhecimento, sugerida a partir da análise dos grupos de pesquisa ligados ao setor aeroespacial no Brasil, está concentrada em campos tecnológicos tradicionais. Ou seja, apenas 20% dos grupos se dedicam a tecnologias consideradas de média e alta relevância em relação às oportunidades tecnológicas sugeridas pelos estudos prospectivos.

Em relação à base de empresas, o número de estabelecidos dedicados principalmente às atividades de montagem e reparo de aeronaves era 239, em 2007. Esse conjunto, no entanto, é formado, principalmente, por empresas que operam com pequenas escalas de produção e executam atividades de baixo conteúdo tecnológico, voltadas ao atendimento das empresas líderes.

Em 2005, quase metade desses estabelecimentos possuía até 4 empregados, e cerca de 10% contavam com mais de 100 empregados. As 4 maiores empresas respondiam por cerca de 80% do número de empregados e as 3 empresas líderes concentravam 95% das exportações. O Estado de São Paulo empregava 70% da mão de obra do setor.

As principais empresas do setor são a Embraer, no segmento de aviões; Helibras, no segmento de helicópteros; Avibras, na área da defesa; Eleb, em subsistemas; consórcio HTA, em serviços de engenharia e fornecimento de partes; e a GE-Celma, em manutenção, reparo e revisão (MRO). Não há no País um *prime contractor* que se dedique especificamente às aplicações de engenharia e tecnologia espacial e também à produção de motores.

Entre essas empresas, apenas a Embraer e a Eleb, que também é subsidiária da Embraer, podem ser consideradas com atuação global. A Avibras e a GE-Celma são empresas de médio porte, que atuam em segmentos específicos do mercado internacional, e tem no mercado nacional a base de suas receitas. A HTA e a Helibras possuem, por sua vez, uma atuação no mercado internacional bastante limitada.

A formação de consórcios entre empresas do setor aeroespacial, como o T1, liderado pela empresa Akaer, além da própria HTA, pode ser considerada uma das alternativas às limitações da configuração estrutural do setor aeroespacial, marcada pelas pequenas escalas de operação.

Já em relação aos outros agentes que compõem a setor, observa-se um processo de diversificação da infraestrutura e serviços de apoio às operações, principalmente a partir dos anos 2000. No entanto, os Institutos que compõem o DCTA e o INPE, localizados em São José (SP), permanecem como as Instituições Científicas e Tecnológicas mais importantes.

Entre as iniciativas de orientação civil merecem destaque a organização do Laboratório de Estruturas Leves (LEL), uma parceria entre a Embraer e o Poder Público; e a atuação do CECOMPI na organização e desenvolvimento das empresas do setor aeroespacial na região de São José dos Campos (SP). Uma das características da estrutura do setor no Brasil é a concentração das atividades de P&D aeroespacial em instituições de orientação militar.

Ainda na área de apoio às atividades do setor aeroespacial, o BNDES e a FINEP são os principais agentes por concentrarem os recursos para o financiamento dos investimentos e das atividades de pesquisas. No entanto, não há Instituições dedicadas, voltadas para a articulação das iniciativas envolvendo as indústrias aeronáutica, espacial e de aplicações para defesa.

Na área de recursos humanos, o crescimento acelerado do nível de ocupação no setor aeroespacial nos anos 2000 foi acompanhado pelo desenvolvimento de novos centros de formação, sobretudo no campo das Ciências e Engenharia Aeronáutica. Com isso, as condições necessárias para o crescimento e diversificação das atividades vêm sendo constituídas, ainda que não existam informações detalhadas dos aspectos qualitativos da formação de mão de obra.

Assim, a disponibilidade de mão de obra não representa uma limitação ao setor aeroespacial. Contudo, o desenvolvimento de competências especializadas em área críticas, em termos de oportunidades tecnológicas sugeridas pelos estudos prospectivos do setor aeroespacial, compreende um desafio.

Performance do sistema de produção e inovação

A evolução do setor aeroespacial no Brasil é condicionada pela dinâmica da indústria aeronáutica, haja vista que a área da defesa representa menos que 10% dos negócios e as atividades do setor aeroespacial, ainda que crescentes, não alcançam 1%. Esse contexto, associado à ausência de um grupo representativo de firmas de médio e grande porte inseridas nas cadeias internacionais de valor, implica que a *performance* do setor seja fortemente condicionada pela Embraer, a maior e mais importante empresa do setor.

O mercado externo é responsável por 90% das vendas do setor aeroespacial brasileiro. Os países desenvolvidos, particularmente os Estados Unidos, são os principais mercados; e os aviões para as operações de transportes regionais e aviação executiva constituem-se os principais produtos. Os negócios eram da ordem de US\$ 7,5 bilhões até 2008, quando ocorreu a crise no mercado internacional.

Quanto à evolução do valor agregado do produto aeroespacial no Brasil, o aprofundamento do modelo de negócios da Embraer, baseado nas parcerias de risco, e as características dos novos produtos desenvolvidos pela empresa vêm estabelecendo novos padrões para a relação entre o valor da produção e o valor adicionado. Nesse contexto, observa-se uma redução do valor adicionado da produção no Brasil, assim como da produtividade.

Ainda assim, a participação média do valor adicionado no valor bruto da produção do setor aeroespacial não é inferior à indústria de transformação no Brasil, em razão do alto valor das atividades de integração realizadas no País. Porém, a transferência de etapas importantes da cadeia de valor para o exterior, no contexto das parcerias de risco, restringe as possibilidades das políticas públicas e impõem desafios específicos para a promoção do setor.

Entre esses desafios pode-se destacar a organização de uma base de fornecedores nacionais com capacidade técnica e econômica e o desenvolvimento das operações de produção no Brasil.

Em relação à atividade inovativa, a proporção de empresas inovadoras é pequena e segue o padrão da indústria de transformação brasileira. Assim, considerando os dados disponíveis, referentes ao período de 2003 a 2005 e organizados pela PINTEC/IBGE, cerca de 1/3 das empresas do setor de montagem e reparo de aeronaves implantou alterações em produtos e processos.

As atividades sistemáticas de pesquisas e desenvolvimento eram efetuadas basicamente pelas empresas líderes do setor e por um grupo de empresas consideradas emergentes, que, em conjunto, representavam cerca de 1/5 das empresas inovadoras. A participação das despesas com P&D era de 7,3% para as empresas líderes e 4,5% para as empresas emergentes.

Para as demais empresas inovadoras do setor aeroespacial os gastos com inovações se processam principalmente pelo desenvolvimento de projetos industriais e aquisição de equipamentos. As principais fontes de informação, para as inovações, são os clientes e fornecedores, e os impactos mais evidentes do processo de inovação são a ampliação da participação no mercado; a melhoria da qualidade dos produtos; e o aumento da capacidade produtiva.

4.3 Políticas para o setor aeroespacial no Brasil

Nos itens que seguem são descritas as políticas e programas para o setor aeroespacial no Brasil, a partir dos quais são elaboradas as considerações gerais apresentadas no final do item. Com base nessas considerações é realizada, no próximo capítulo, a análise comparativa com o Canadá.

Para especificação das diretrizes partiu-se da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) para a indústria aeronáutica e da defesa, publicada em 2008 e revisada em 2009, e também do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), para o período de 2005 a 2014, atualmente em vigor. O item que segue apresenta os principais antecedentes dessas políticas.

As medidas e ações de políticas públicas para setor aeroespacial, por sua vez, são organizadas com base na área predominante de atuação dos programas, quais sejam: atividades de pesquisa, desenvolvimento, produção e comercialização de produtos e serviços associados ao setor aeroespacial.

4.3.1 Antecedentes

A Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que vigorou entre 2004 e 2008, focalizava a criação de competências tecnológicas para o desenvolvimento de vantagens competitivas, como estratégia para explorar as oportunidades para organização de novas atividades e o adensamento das cadeias produtivas. Para tanto, a política procurou estruturar suas ações a partir de setores prioritários.

A PITCE também propunha o desenvolvimento dos elementos institucionais, em particular, as estruturas de governança, como meio de articular as ações para consecução dos objetivos da política industrial. Havia também uma orientação importante em relação à promoção das chamadas eficiências coletivas, ancorada nos princípios de competitividade sistêmica.

No caso o setor aeroespacial foi agregado ao grupo dos segmentos prioritários para estruturação das ações da política industrial. No entanto, durante a PITCE foram elaboradas ações com o objetivo de promover o adensamento da cadeia produtiva, representado pela constituição de elos da cadeia de valor importantes para competitividade, ou ainda, a recomposição de elos desorganizados nos anos 90.

Entre as ações desenvolvidas no contexto da PITCE se destacaram os programas do BNDES voltados para indústria aeronáutica; a reorganização da política para alocação de recursos dos fundos setoriais e recursos da FINEP; e a organização do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional (SisCTID). Parte desses elementos serviu de base organização da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) para o setor aeronáutico e de defesa, que são apresentados adiante.

Na área espacial, o destaque foi a revisão do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) para o período de 2005-2014, que sucedeu o PNAE 1998-2005, que havia sido elaborado, por sua vez, no contexto do reposicionamento político em relação às tecnologias sensíveis, que são objeto dos acordos internacionais. Isto é, o Regime de Controle da Tecnologia de Mísseis (MTCR) e o Tratado de não-proliferação de armas atômicas, aos quais o Brasil aderiu em 1995 e 1998, respectivamente.

O PNAE 1998-2005 focalizava a busca pela autonomia e domínio de tecnologias estratégicas, seguindo os objetivos históricos do programa espacial brasileiro, a partir da estratégia de desenvolvimento de projetos em regime de cooperação internacional. O foco das atividades, no entanto, era a capacitação em tecnologias críticas, princípio orientou a extensão do programa de cooperação com a China, no projeto CBERS, e o acordo de cooperação com a França, para o desenvolvimento de aplicação para plataformas multimissões.

O foco no desenvolvimento das aplicações civis e a cooperação para o desenvolvimento e capacitação em tecnologias básicas estabelecidos pelo PNAE 1998-2005 foram incorporados ao programa para 2005-2014, ainda que a revisão do PNAE em 2004 tenha priorizado o desenvolvimento dos serviços, como é indicado adiante.

4.3.2 Diretrizes para setor aeroespacial

Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)

A PDP, implantada em 2008, tem como principal característica o esforço de articulação das ações da política industrial em programas formulados a partir das prioridades estratégicas definidas com referência na natureza dos desafios setoriais¹⁰². Para tanto foram definidos como programas básicos a consolidação e a expansão da liderança no mercado internacional; a mobilização em áreas estratégicas; e o fortalecimento da competitividade. Em 2009, a política abrangia programas para 27 segmentos industriais (MACEDO; 2009).

No setor aeroespacial, a indústria aeronáutica foi agregada aos setores cuja prioridade era ampliação da capacidade de produção para consolidação e expansão da liderança no mercado internacional. A indústria da Defesa foi inserida no grupo voltado para mobilização em áreas estratégicas, que reunia as indústrias cujo principal desafio era o desenvolvimento de competitividade de base científica e tecnológica. E a indústria espacial, por sua vez, foi classificada como campo prioritário da política Científica e Tecnológica.

¹⁰² A PDP também procura conciliar e articular à política industrial aos objetivos de outras políticas econômicas – particularmente à política macroeconômica e política científica e tecnológica – pelo compartilhamento de metas. No caso, os objetivos sistêmicos das ações é a ampliação da capacidade oferta; o aumento da capacidade inovativa das empresas; e o fortalecimento das pequenas e médias empresas. (MACEDO; 2009).

Do ponto de vista operacional, os programas são estruturados a partir da definição da situação dos setores industriais; especificação de objetivos e estratégias básicas; indicação de metas e responsável pela condução da política; indicação dos instrumentos disponíveis e ações básicas para consecução de objetivos; e diretrizes para formulação de novas medidas. As medidas definidas também são passíveis de reformulação e ajustes ao longo do desenvolvimento das ações setoriais.

A PDP para a indústria aeronáutica

A PDP para a indústria aeronáutica, formulada em 2008, partiu da consideração que o Brasil era o 3º maior fabricante de aviões comerciais, no entanto a participação no mercado e na cadeia de valor das empresas nacionais era muito restrita. Também foi destacada a limitação do mercado doméstico para defesa; a orientação da produção ao mercado externo; e o ambiente de concorrência internacional pelo *outsourcing* de produção e pela atração de investimentos. Em 2009, foi acrescentado ao contexto, o acirramento da concorrência entre as empresas globais e a redução da demanda e do crédito internacional para o financiamento da produção.

Objetivos e metas

Os objetivos da política para o setor aeronáutico são a ampliação da participação de aviões civis e aeropeças no mercado interno e externo e o aumento da participação no mercado latino-americano de helicópteros. Nesse sentido, as metas estipuladas em 2008 eram sustentar a 3ª posição no mercado internacional de aeronaves; dobrar a participação no mercado de aviões executivos até 2012 e o volume de exportações de helicópteros para América do Sul; e aumentar a produtividade anual por empregado no setor de aeropeças para R\$ 200 mil.

Em 2009, as metas foram ajustadas em relação ao prazo para dobrar a participação no segmento de aviões executivos, de 2012 para 2015; o objetivo para o segmento de helicópteros na América do Sul foi substituído pela consolidação do país como centro de produção e manutenção; e a meta para setor de aeropeças, passou a ser o desenvolvimento de fornecedores de atuação global e incremento das exportações de peças, estruturas e sistemas.

Desafios para a indústria aeronáutica

Os desafios originalmente da indústria aeronáutica estabelecidos pela PDP eram o aumento dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I); a modernização industrial; a ampliação do mercado internacional; e a inserção no mercado doméstico. Com a revisão da política em 2009 foram incluídos a modernização da infraestrutura tecnológica; o desenvolvimento de sistemas de garantias para exportação; a diversificação dos mercados internacionais; a ampliação da participação das aeronaves civis no mercado interno; e a ampliação da escala e inserção internacional das empresas nacionais.

Para o desafio do aumento de investimentos em PD&I foram apontados como instrumentos as linhas de financiamento do BNDES e FINEP e também o sistema de incentivos oferecidos pela Lei do Bem e Lei de Inovação. Em relação à operação das atividades de pesquisa foram indicados como instrumentos o DCTA e os institutos de pesquisa sob responsabilidade do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), incluindo o Programa Espacial Brasileiro.

Também foram apontados como agentes envolvidos com o aumento investimentos em PD&I o ITA/DCTA e o SENAI, na área de recursos humanos; instituições de apoio, como o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), e o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); além do programa de aparelhamento das Forças Armadas.

Para o desafio do aumento da participação e diversificação no mercado internacional, os instrumentos identificados foram os financiamentos às exportações e os seguros, operados, respectivamente, pelo BNDES e Instituto de Resseguros do Brasil (IRB). Para os aspectos institucionais relacionados ao processo foram apontados o Ministério das Relações Exteriores (MRE), para as negociais internacionais; a Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX), para promoção comercial e centros de negócio; e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) para elaboração de estratégias específicas. Ao DCTA e ao INMETRO foi atribuída a responsabilidade pelo apoio para as certificações.

Para o desafio da inserção no mercado doméstico dos produtos e serviços da indústria aeronáutica nacional os instrumentos definidos foram os financiamentos operados pelo BNDES e a estrutura tributária, sob responsabilidade do Ministério da Fazenda (MF). Também foram apontados como agentes de destaque o DCTA e o INMETRO para certificação e homologação; e a Empresa de Infraestrutura Aeronáutica (INFRAERO), para a operação dos aeroportos.

No caso do aumento da participação das fornecedoras nacionais no mercado local os instrumentos identificados foram os financiamentos, sob responsabilidade do BNDES; os aspectos tributários específicos operados pelo MF; as certificações técnicas, associadas ao DCTA e ao INMETRO; e os programas de capacitação, operadas pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e pelo Centro de Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (CECOMPI).

Também foram apontados como instrumentos para o desenvolvimento dos fornecedores locais as articulações relacionadas ao Arranjo Produtivo Local do setor aeroespacial em São José dos Campos, promovida pela Federação das Indústria do Estado de São Paulo (FIESP), Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC) e SEBRAE; as ações de fortalecimentos, do Instituto de Fomento Industrial (IFI) do DCTA; e o programa de aparelhamento das Forças Armadas.

Ações para indústria aeronáutica

O escopo das ações previstas pela PDP em 2008 para a indústria aeronáutica abrangia o adensamento da cadeia produtiva, a capacitação tecnológica e as atividades de CT&I. E as diretrizes para novas ações privilegiam a expansão e adequação do apoio financeiro; a ampliação no mercado externo e interno; a modernização dos procedimentos tributários; o aumento das compras nacionais; o desenvolvimento da infraestrutura; e a promoção às exportações. Em 2009, as ações foram revistas e as medidas detalhadas, levando o programa a contar com um total de 5 ações e 30 medidas (SCHMIDT; 2010).

A ação para o adensamento da cadeia produtiva passou a evoluir, além da adequação dos instrumentos de apoio para as pequenas e médias empresas, que já havia sido prevista em 2008, o incentivo para instalação de distribuidores de matérias primas no país; a elaboração de planos de atração para novos investimentos; estímulo para associação entre empresas locais e internacionais; desenvolvimento de novos fornecedores; e a participação de fundos públicos e privados no capital das empresas.

A ação para modernização dos procedimentos tributários e aduaneiros, por sua vez, propõe medidas para igualar o regime tributário frente aos competidores internacionais; facilitar a operação aduaneira para promover a inserção das empresas nas cadeias globais de valor; e racionalizar os processos de controle, verificação e fiscalização aduaneiros. A política também previa medidas em relação à incidência tributária com máquinas e equipamentos para o setor e taxas de armazenagem nos aeroportos.

A ação de fortalecimento da base de PD&I abrange incentivos para a implantação de laboratórios especializados; atração de atividades e centros PD&I de empresas multinacionais; ampliação dos orçamentos e utilização de compras públicas; e proteção da propriedade intelectual.

As ações para expansão da participação nos mercados internos e externos passaram reunir medidas para homologação e certificação para gestão da qualidade no setor; apoio à inserção do produto nacional; inclusão do setor nas cláusulas dos acordos internacionais bilaterais e multilaterais; ações para o fortalecimentos dos pequenos fabricantes; e sistemas de garantia de crédito para vendas internas.

A revisão da política em 2009 também incluiu a qualificação profissional como um campo de ação da PDP, sendo apontado como medidas o fomento para formação de mão de obra técnica especializada e também a profissionalização das pequenas e médias empresas.

Quadro 35 – PDP para a indústria aeronáutica

Situação setorial em 2009
<p>3ª posição mundial no mercado de aeronaves comerciais</p> <p>Contração do crédito e retração da demanda mundial</p> <p>Grande parte da prod. de aviões para o mercado civil é exportada e o mercado nacional de defesa é pequeno</p> <p>Baixa part. de empresas brasileiras no fornecimento para a cadeia produtiva e para o mercado aéreo nacional</p> <p>Concorrência entre grandes empresas de atuação global</p> <p><i>Outsourcing</i> da produção e disputa por investimentos</p>
Objetivos setoriais
<p>Ampliar a participação de aeronaves civis e de aerorepções no mercado (interno/mundial)</p> <p>Ampliar participação na América do Sul de helicópteros</p>
Metas setoriais em 2009
<p>Sustentar a 3ª posição em aeronaves comerciais</p> <p>Dobrar a participação mundial em aeronaves executivas até 2015</p> <p>Consolidar o Brasil como centro de produção e manutenção de helicópteros para América do Sul</p> <p>Desenvolver fornecedores nacionais com atuação global</p> <p>Incrementar as exportações de aerorepções, aerorepções e sistemas aeronáuticos</p>
Campo de ações, medidas e instrumentos
<p><u>Adensamento da cadeia produtiva</u></p> <p><i>Adequar financiamentos para o setor, em especial para PMEs (BNDES)</i></p> <p><i>Incentivar a instalação de distribuidores de matéria-prima no país (MDIC, BNDES, APEX)</i></p> <p><i>Promover a atração de novos investimentos (MDIC, BNDES e APEX)</i></p> <p><i>Incentivar a associação de empresas internacionais com fornecedores locais (BNDES)</i></p> <p><i>Desenvolver novos fornecedores nacionais (MDIC)</i></p> <p><i>Fomentar Fundos de Invest. públicos e privados p/participação em empresas (BNDES, FINEP e APEX)</i></p> <p><u>Modernização dos procedimentos tributários</u></p> <p><i>Compor grupo de trabalho para modernização dos incentivos fiscais (MDIC, MF e Entidades Setoriais)</i></p> <p><i>Promover tratamento tributário adequado p/cadeia produtiva (MDIC, MF e Entidades Setoriais)</i></p> <p><i>Dar eficiência a regulamentação aduaneira p/facilitar a inserção em cadeias globais (MDIC, MF, CAMEX, MRE)</i></p> <p><i>Equalizar o regime tributário frente aos competidores internacionais (MF, MDIC e CAMEX)</i></p> <p><i>Racionalizar procedimentos de controle e verificação da fiscalização do comércio exterior (MF)</i></p> <p><i>Estudar a incidência tributária sobre operações c/máquinas e bens a serem incorporados ao ativo fixo (MDIC)</i></p> <p><i>Rever taxas de armazenagem nos aeroportos (ANAC)</i></p> <p><u>Fortalecimento da base de C,T & I</u></p> <p><i>Ampliar os recursos para PD&I (MCT e FINEP)</i></p> <p><i>Atrair atividades e centros em PD&I de empresas transnacionais para o Brasil (MCT e FINEP)</i></p> <p><i>Disponibilizar e executar o total dos recursos orçados no âmbito Fundo Setorial Aeronáutico (MCT e FINEP)</i></p> <p><i>Disseminar os instrumentos existentes para aplicação em PD&I (MCT e FINEP)</i></p> <p><i>Estruturar a rede Sibratec-Aeronáutica (MCT e FINEP)</i></p> <p><i>Implantar laboratórios especializados em atividades estratégicas (MCT, FINEP, BNDES, FAPESP, IPT, Embraer)</i></p> <p><i>Utilizar o poder de compra do governo (MDIC e ABDI)</i></p> <p><i>Incentivar a proteção da propriedade intelectual no setor aeronáutico (MDIC e INPI)</i></p> <p><u>Expansão da participação nos mercados internos e externos</u></p> <p><i>Homologação/certificação nacional em gestão de qualidade (ANAC, MDIC, ABDI, APEX, SEBRAE, BNDES)</i></p> <p><i>Apoiar a inserção de produtos brasileiros no exterior (MF, MDIC, BNDES, APEX, Entidades Setoriais)</i></p> <p><i>Incentivar a inclusão da Indústria em acordos bilaterais ou multilaterais (MRE)</i></p> <p><i>Incentivar pequenos fabricantes nacionais de aeronaves, fortalecendo a cadeia (BNDES)</i></p> <p><i>Estudar mecanismos de garantia de crédito para venda interna (MF)</i></p> <p><u>Qualificação profissional</u></p> <p><i>Fomentar e profissionalizar a gestão das PMEs (MDIC, ABDI, APEX, SEBRAE)</i></p> <p><i>Fomentar a formação de mão de obra técnica especializada (MF, MCT, FINEP, MDIC, ABDI)</i></p>
Desafios setoriais
<p>Aumentar os investimentos em PD&I e modernizar a infraestrutura tecnológica</p> <p>Ampliar a participação e a diversificação no mercado internacional</p> <p>Ampliar a inserção no mercado interno de aeronaves civis</p> <p>Ampliar a escala e a inserção de empresas nacionais fornecedoras nas cadeias globais de valor</p> <p>Fornecer créditos e garantias para as exportações e vendas no mercado interno</p>

Fonte: Elaborado a partir de MDIC (2008 e 2009)

Áreas estratégicas para PD&I na indústria aeronáutica

As áreas prioritárias para atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) definidas pela PDP em 2008 são sistemas embarcados; simulação e modelagem virtuais; integração de tecnologias CNS/ATM; impacto ambiental da produção; manufatura avançada; estruturas leves e eficientes; e combustíveis eficientes e combustíveis alternativos para aviação. Essas áreas prioritárias foram selecionadas com base em um estudo elaborado pela ABDI (2009), em que foi apresentada uma agenda para as atividades de pesquisa elaborada a partir objetivos competitivos para produção.

Os objetivos das atividades de pesquisa considerados no estudo são a redução dos custos de viagem e operação das aeronaves; o desenvolvimento das tecnologias para otimização dos projetos aeronáuticos e gestão do ciclo de vida do produto; o aumento da atratividade dos serviços pelo incremento no conforto das viagens; diminuição dos riscos de acidentes e de ações terroristas bem como o aumento da probabilidade de sobrevivência em caso de acidentes; redução dos impactos ambientais com a diminuições das emissões de gases poluentes, níveis de ruído e qualidade da manufatura de descarte.

Particularmente, os sistemas embarcados envolvem a avaliação das condições das aeronaves, a integração dos subsistemas e *softwares* embarcados; sistemas de combustíveis; tecnologias de ambiente de cabine e sistemas de segurança. A área de combustíveis abarca as tecnologias e os procedimentos operacionais do voo; sensores e sistemas de avaliação e análise para segurança; e na área de integração das tecnologias CNS/ATM, sistemas colaborativos de gestão e operação de voo que permitam a redução da separação entre as aeronaves (Quadro 36).

Á área de estruturas leves e eficientes abrange materiais e processo; as técnicas de manufatura avançada; os projetos para proteção dos ocupantes; e também os processos de menor impacto ambiental. A modelagem e simulação virtuais, por sua vez, envolvem as atividades relacionadas aos projeto, engenharia de processos e sistemas; aeroacústica e aerodinâmica (ABDI, 2009)

Quadro 36 – Indústria aeronáutica: agenda tecnológica

Sistemas embarcados

Sensoriamento e Saúde da Aeronave

- Prognóstico e diagnóstico da saúde de sistemas;
- Monitoramento de saúde estrutural;
- Redes de sensores, incluindo aplicações de nanotecnologia

Integração de Sistemas e Software Embarcado

- Fly-By-Wire (sistemas de controle de voo por computador);
- Controle adaptativo;
- Comunicação de dados sem fio;
- Fusão de dados;
- Software embarcado;
- Tecnologias para Aeronave mais Elétrica;
- Células a Combustível;
- IMA (Integrated Modular Avionics) e IME (Integrated Modular Electronics);
- Métodos e processos para projeto e certificação de sistemas complexos e integrados

Combustíveis Alternativos para a Aviação

- Proc.s de operações para baixo nível de emissões atmosféricas;
- Tecnologias de sensores para combustíveis alternativos;
- Métodos, técnicas e processos de engenharia, e análises de segurança para permitir o uso de combustíveis alternativos.

Tecnologias para um Ambiente de Cabine Diferenciado

- Tecnologias para a redução de altitude de cabine;
- Conceitos de Office-in-the-sky e Home-in-the-sky;
- Tecnologias inovadoras para interiores de aeronaves
- Design de interiores.

Tecnologias para Prevenir e Evitar Acidentes

- Métodos e processos para análise integrada de segurança de sistemas aeronáuticos (Integrated Safety Assessment);
- Tecnologias embarcadas (sensores, sistemas, etc.) para a detecção de ameaças atmosféricas
- Automatização das rotinas de pouso. Verificação automática de segurança;
- Rotinas e sistemas de correção de erros humanos na pilotagem;
- Tecnologias de suporte a uma melhor integração homem máquina no cockpit

Integração de Tecnologias Embarcadas para CNS/ATM

- Sistemas para suportar, com segurança, decisões colaborativas piloto-controlador de voo;
- Sistemas que permitam trafegar em ambientes de gestão de trajetórias, planejamento colaborativo de rotas, e redução de

Modelagem virtual

Eficiência Aerodinâmica e Baixo Consumo

- Métodos e ferramentas para predição de gelo (icing), e voo em condições atmosféricas adversas;
- Aeroelasticidade (modelamento das interações entre forças inerciais, elásticas e aerodinâmicas);
- Proj. aerodinâmico com novos dispositivos hipersustentadores.

Aeroacústica

- Conceitos e tecnologias para redução de ruído na fonte (soluções estruturais e aerodinâmicas de baixo ruído externo);
- Procedimentos de operações geradores de baixo ruído externo (Noise abatement);
- Estudos de configurações acusticamente ótimas para a instalação dos motores;
- Simulações aeroacústicas para ruído externo, considerando projeto integrado de aerodinâmica-estrutura para minimização
- Simulações aeroacústicas para ruído interno.

Avançadas Ferramentas de Engenharia e Simulação

- Realidade virtual;
- Simulações para engenharia em sistemas aeronáuticos

Otimização do Projeto Aeronáutico

- Ferramentas de Engenharia Baseada no Conhecimento (automação de processos de engenharia);
- Otimização multidisciplinar.

Métodos, Ferramentas e Processos em Engenharia de Sistemas

- Modelagem de sistemas aeronáuticos utilizando Engenharia de Sistema (Systems Engineering);
- Processos de V&V (Validação e Verificação);
- Métodos e técnicas para a integração de sistemas

Estruturas Leves e Eficientes

Materiais e Processos

- Novos materiais metálicos;
- Novos conceitos estruturais; e
- Processos de fabricação em materiais compósitos

Manufatura avançada

- Novos métodos de junção de componentes e segmentos;
- Ferramental flexível e reconfigurável;
- Processos automatizados de montagem.

Técnicas e processos para reduzir o impacto ambiental da produção e descarte de aeronaves

- Processos produtivos menos agressivos ao meio-ambiente

Fonte: ABDI (2009)

A PDP para a indústria da defesa

A PDP para a indústria da defesa, que abrange as aplicações aeroespaciais de uso militar, foi organizada em 2008, tendo como pressupostos as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Defesa de 2005; o contexto de baixos investimentos nas Forças Armadas e a necessidade modernização das forças; a produção para o mercado externo das empresas remanescentes da indústria da defesa; e a importância da indústria para difusão de novas tecnologias.

Em 2009, a política para indústria da defesa incorporou as diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa (END), publicada em 2008, que estabeleceu como prioridades a organização do sistema de defesa baseado nos princípios da mobilidade, monitoramento e controle que envolvem o emprego direto de sistemas aeroespaciais.

Destaca-se também, o acordo de cooperação militar celebrado com a França em 2009, que envolve o fornecimento de equipamentos e sistemas de defesas para Forças Armadas e a transferência de tecnologia para o desenvolvimento da indústria da defesa no Brasil. Com base nesse acordo vem sendo executado o programa de aparelhamento das Forças Armadas, apresentado no subitem 4.3.3.

Objetivos e metas

O objetivo definido para a indústria da defesa é recuperar e promover o desenvolvimento da base industrial instalada, ampliando o fornecimento para as Forças Armadas no Brasil e as exportações, tendo como estratégica básica a focalização das atividades (PDP, 2008). Com isso, foram definidos como metas o investimento R\$ 1,4 bilhão em modernização e PD&I; elevação em 50% o fornecimento nacional nas compras de defesa em 2010 e, em 80%, para 2020.

Desafios da indústria da defesa

Os desafios associados à consecução dos objetivos indicados pela PDP em 2008 são o aumento dos investimentos em P&D; as ampliações das participações no mercado interno e externo; o investimento em modernização tecnológica; a desoneração para isonomia tributária da produção nacional; o fortalecimento cadeia produtiva no País; e a formação de recursos humanos.

Os instrumentos identificados para aumento dos investimentos em P&D são os sistemas de incentivos estabelecidos pela Lei do Bem e lei da inovação; as linhas de financiamento e subvenção operadas pela FINEP e BNDES; o programa espacial desenvolvido pelo MCT; e as atividades de P&D executadas pelas Forças Armadas. As certificações e homologações sob responsabilidade do MD e a gestão da propriedade intelectual, atribuída ao INPI foram considerados instrumentos de apoio.

Para formação de recursos humanos, os instrumentos selecionados foram as ICT's militares e os programas desenvolvidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no âmbito do MTC; os programas profissionalizantes desenvolvidos pelo Ministério da Educação (MEC) e SENAI; e também as ações de capacitação do SEBRAE.

Para ampliação da participação no mercado internacional da defesa, a APEX e CAMEX foram indicadas para promoção das exportações e o MRE e o MD, pelos aspectos institucionais, particularmente os acordos internacionais e ações junto aos adidos militares. No mercado interno, os principais agentes eram o Ministério da Justiça e Ministério da Defesa, responsáveis pelas aquisições de materiais da Política Federal e Força Nacional, Forças Armadas.

Já os instrumentos para modernização tecnológica abrangem as linhas de financiamento do BNDES e FINEP; as certificações específicas e o apoio na metrologia pelo INMETRO e gestão da propriedade intelectual, pelo INPI; além das ICT's militares.

Para o desafio da desoneração para isonomia tributária, os instrumentos são de responsabilidade do Ministério da Fazenda e Ministério da Defesa. Para o fortalecimento da cadeia produtiva, o foco são as linhas de financiamento do BNDES e FINEP; o apoio a metrologia pelo INMETRO; e o programa de aparelhamento e manutenção, também vinculado ao vinculado ao MD.

Ações da política para indústria da defesa

A PDP para defesa, revisada em 2009, aponta 4 grupos de ações para consecução dos objetivos da política, quais sejam: ampliação de compras nacionais; expansão e adequação do financiamento; promoção das vendas e capacitação de empresas brasileiras; e fortalecimento da base de PD&I. Para cada campo de ação foram estruturadas medidas.

Para ação de ampliação das compras nacionais foram definidas como medidas, além dos programas para modernização das Forças Armadas e dos órgãos de segurança – Polícia Federal e Força Nacional - a regulamentação das compras governamentais para estimular a subcontratação de micro e pequenas empresas locais. Ambas as ações sob responsabilidade do MD.

Para ação de expansão e adequação do financiamento para o setor, as medidas especificadas são a ampliação de recursos reembolsáveis e não-reembolsáveis para PD&I; formação de Recursos Humanos; e oferta de contrapartidas e garantias para exportação. A responsabilidade dessas ações foi atribuída ao MD, BNDES, FINEP e MCT.

A ação para promoção das vendas e capacitação de empresas brasileiras prevê o financiamento da participação de empresas nacionais para formação de parcerias internacionais e a criação de programa para gestão de canais de distribuição e manutenção para fortalecer marcas brasileiras no exterior. Ambas sob responsabilidade MD, MRE, SEBRAE, APEX, INPI.

Também compunha as ações de promoção das vendas e capacitação de empresas brasileiras, o apoio para adequação das certificações nacionais ao padrão internacional, atribuído ao MD e INMETRO; e o fortalecimento da participação em feiras e conferências nacionais e internacionais, sob responsabilidade MD, MRE, APEX.

Por fim, a ação de fortalecimento da base de PD&I tem como medida a ampliação da capacitação nacional nas áreas estratégicas de interesse da defesa, operadas MD, MEC e MCT.

Quadro 37 – PDP para a indústria defesa

Situação setorial em 2009
Necessidade de modernização produtiva e organizacional, capacitação tecnológica e recursos humanos Baixos nível de investimentos e pequeno volume de compras governamentais para as Forças Armadas Mercado das empresas brasileiras remanescentes é, principalmente, o externo. Setor difusor de novas tecnologias para a indústria civil Lançamento da Estratégia Nacional de Defesa (END) em 2008
Objetivo setorial
Recuperar e incentivar o crescimento da base industrial instalada, ampliando o fornecimento para as Forças Armadas brasileiras e exportações.
Metas setoriais em 2009
Investir R\$ 1,4 bilhão em modernização e PD&I Elevar para 50% o fornecimento nacional nas compras de defesa em 2010 Elevar para 80% o fornecimento nacional nas compras de defesa em 2020
Campo de ações, medidas e instrumentos
Ampliação de compras nacionais Ampliar as compras para o aparelhamento e modernização das Forças Armadas e órgãos de Segurança (MD) Regulamentar compras governamentais estimulando subcontratação de MPME's locais (MD) <u>Expansão e adequação do financiamento</u> Ampliar recursos não-reembolsáveis para inovação, P&D e formação de RH (MD, BNDES, FINEP e MCT) Apoiar o setor no oferecimento de contrapartidas e garantias nas exportações (MD, BNDES, FINEP e MCT) <u>Promoção das vendas e capacitação de Empresas Brasileiras</u> Financiamento para participação em parcerias internacionais (MD, MRE, SEBRAE, APEX e INPI) Criar Programa para gestão de canais de distribuição e manutenção para fortalecer marcas brasileiras no exterior (MD, MRE, SEBRAE, APEX e INPI) Apoiar as certificações e homologações nacionais e internacionais (MD e INMETRO) Fortalecer a participação em feiras e conferências nacionais e internacionais (MD, MRE e APEX) <u>Fortalecimento da base de PD&I</u> Ampliar a capacitação nacional nas áreas estratégicas de interesse da defesa (MD, MEC e MCT)
Desafios setoriais
Aumentar os investimentos em PD&I Formar recursos humanos especializados Ampliar a participação nos mercados internos e externos Investir em modernização tecnológica de produtos e processos Desoneração para isonomia tributária Fortalecer a cadeia produtiva no Brasil

Fonte: Elaborado a partir de MDIC (2010)

Áreas estratégicas de PD&I para aplicações na defesa

O Plano Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento (PEPD) é o documento de referência do Departamento de Ciência e Tecnológico Aeroespacial (DCTA), para as atividades relacionadas à PD&I. Elaborado em 2007, em substituição ao Plano Diretor de 2005-2006, o PEPD definiu as diretrizes para as ações do DCTA, entre 2008 e 2018, tendo como referência as diretrizes definidas pelo MD para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional (SisCTID).

O plano também considera as atribuições do DCTA em relação ao Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) quanto à coordenação e a execução do Sistema de Transporte Espacial e as ações de implantação, operação e manutenção da infraestrutura associada. Em particular, a responsabilidade pelo desenvolvimento comercial do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA).

Entre as especificidades apontadas pelo PEPD destaca-se o cenário de aumento das restrições comerciais para o acesso das tecnologias no mercado para área da defesa, em razão do aumento do controle das exportações e transferência de tecnologia. O documento também aponta a importância das certificações no setor aeroespacial para a cooperação com o sistema CT&I civil; e o desenvolvimento de novos centros de excelência em tecnologia aeroespacial.

Em relação ao escopo das atividades, foram estabelecidos os campos e tecnologias prioritárias para área da defesa definidos pelo documento “Concepção Estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional” de 2004, indicadas no Quadro 38. Entre os campos com o maior número de aplicações tecnológicas destaca-se os sistemas de armas; e entre as tecnologias, com o envolvimento do maior número de campos, está a microeletrônica e as aplicações de engenharia espacial.

Quadro 38 – Defesa do Brasil: áreas e tecnologias de interesse

	Ambiental	Biomédica	Sistemas de Armas	Energia	Espacial	Materiais	Micro e Nanotecnologias	Tecnologia de Informação	Telecomunicações
Fusão de Dados	x		x		x		x	x	x
Microeletrônica		x	x		x	x	x	x	x
Sistemas de Informação			x					x	
Radares de Alta Sensibilidade	x		x						x
Ambiente de Sistemas de Armas	x		x						x
Materiais de Alta Densidade Energética			x	x	x	x	x		
Hipervelocidade			x		x				
Potência Pulsada			x	x					
Navegação Automática de Precisão			x						x
Materiais Compostos			x		x	x			
Dinâmica dos Fluidos Computacional - CFD			x		x				
Sensores Ativos e Passivos	x		x			x	x	x	
Fotônica	x	x		x			x		x
Inteligência em Máquinas e Robótica		x	x					x	
Controle de Assinaturas	x		x					x	x
Reatores Nucleares				x					
Sistemas Espaciais			x		x	x	x	x	x
Propulsão com Ar Aspirado			x	x		x			
Materiais e Processos em Biotecnologia		x				x	x		
Defesa Química, Biológica e Nuclear (QBN)			x						
Integração de Sistemas	x		x		x			x	x
Supercondutividade						x			
Fontes Renováveis de Energia				x			x	x	

Fonte: MD e MCT (2003)

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) 2005-2014

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) para o período de 2005-2014, formulado pela AEB em 2004, caracteriza-se pela ênfase no desenvolvimento das aplicações para os usuários finais, incluindo ICT's, interessadas no uso do ambiente espacial para a realização de experimentos. O Programa também destaca a importância da participação de outros atores nos projetos, como forma de garantir a sustentabilidade das atividades, no longo prazo (RIBEIRO, 2007).

Cumprir observar, que PNAE 2005-2014 foi elaborado no contexto dos esforços para recompor os orçamentos anuais para a retomada dos programas que haviam sofrido contingenciamentos sistemáticos nos anos 90, tendo como referência o valor dos investimentos realizados nos anos 80, que eram da ordem de US\$ 200 milhões ao ano¹⁰³. A AEB também passou a centralizar a execução financeira dos programas a partir de 2005, como forma promover a coordenação e articulação das atividades.

Com a organização do Plano de Ação de Ciência Tecnologia e Inovação do MCT para o período 2007-2010, as atividades do PNAE foram integradas como um dos eixos estratégico do Plano, com previsão de investimento no período de R\$ 2,36 bilhões. Entre os projetos DO PNAE incorporados ao Plano do MCT estavam os satélites sinos-brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS); os Veículos Lançadores de Satélites (VLS); os satélites espaciais para multimagens (PMM); e também o Centro de lançamento de Alcântara (CEA), apresentados adiante.

A revisão da PNAE

¹⁰³ O orçamento da PNAE foi de R\$ 98,3 milhões em 2003; R\$ 258 milhões, em 2006; R\$ 182 milhões em 2008; R\$ 282,3 milhões em 2009; e previsão de R\$ 200 milhões para 2010. Os investimentos estimados para recuperação dos atrasos nos programas, em razão dos contingenciamentos nos anos 90 foi, estimado em R\$ 500 milhões anuais pela AEB.

A AEB também iniciou em 2009 os trabalhos para revisão da PNAE em razão dos desafios ambientais, da publicação da Estratégia de Defesa Nacional em 2008 e da necessidade de maior clareza nos objetivos, mobilização e articulação do programa espacial necessária para consecução desses objetivos (CARVALHO; 2009). A expectativa é que a revisão envolva mudanças nas prioridades no desenvolvimento dos projetos e o aumento dos recursos no desenvolvimento das aplicações.

Particularmente, em relação aos desafios ambientais, o foco são o desenvolvimento de aplicações em meteorologia e monitoramento ambiental e na área de defesa, as aplicações em telecomunicações e sensoriamento, com destaque para o projeto satélite geoestacionário (SGB).

Os projetos em desenvolvimento do setor espacial

Os principais projetos em desenvolvimento pelo programa espacial brasileiro são os satélites sino-brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS); os Veículos Lançadores de Satélites (VLS); os satélites espaciais para multimissões (PMM); e também o Centro de lançamento de Alcântara (CLA).

O projeto CBERS, voltado para desenvolvimento de competências em integração e testes, capacitação em produção e promoção da cooperação internacional absorvia quase metade dos orçamentos do programa espacial brasileiro em 2010. E o programa para o desenvolvimento dos veículos lançadores, que persegue o domínio de tecnologias de acesso ao espaço, respondia por cerca de 20%, como é indicado na Tabela 24.

O desenvolvimento de novas aplicações na área de comunicação, meteorologia e observação, através das plataformas ou satélites multimissões (PMM), respondiam por 16,1% da previsão de investimentos; e o desenvolvimento do centro de Lançamento de Alcântara, que visa a exploração comercial dos lançamentos de satélites representavam 16,9%, incluindo os investimentos na empresa bi-nacional Alcântara Cyclone Space.

Em 2008, a programa contava com 26 ações financiadas pelo AEB (75%), MCT (21,8%), Fundo Setorial Espacial (1,8%) e o MD (1,4%) com investimento previsto de R\$ 200 milhões, em 2010 (AEB, 2009). Em 2009 foram realizados os estudos de viabilidade para a construção de um satélite geoestacionário para comunicações e meteorologia, através de parceria público-privada, que depende de um investimento de R\$ 600 milhões.

Tabela 24 - Brasil: atividades do programa espacial (2007 e 2010)

Projetos	Descrição dos Projetos	Investimentos previstos entre 2007-2010		Instituições executoras
		Valor (em milhões)	Part. (em %)	
Centro Espacial de Alcântara (CLA)	Implantação de um espaçoporto na região de Alcântara para exploração das vantagens geográficas para realização de lançamentos comerciais de satélites e participação de um mercado mundial estimado em US\$ 12 bilhões entre 2007 e 2027. O projeto envolve infraestrutura básica e estrutura de apoio para as operações, serviços para as atividades científicas, tecnológicas e empresariais. Estão previstos 4 sítios de lançamento, sendo o primeiro para atender às necessidades dos lançadores nacionais e os demais, para a Alcântara Cyclone Space.	R\$ 303,01	12,8%	MCT e DNIT
Veículo Lançador de Satélites (VLS)	Capacitação para projetar, desenvolver e fabricar veículos lançadores para conquistar autonomia no acesso ao espaço. No caso do VLS-1B o objetivo é desenvolver capacidade para o lançamento de até 600 kg, em órbitas de até 800 km, voltados para satélites baseados na Plataforma Multi-Missão (PMM). As metas específicas eram estratégia de industrialização; concluir a construção da Torre Móvel de Integração (TMI); implementação do Laboratório de Propulsão para desenvolvimento de propelente líquido; e realização dos ensaios	R\$ 533,67	22,6%	FINEP, DCTA, MCT e AEB
Plataformas espaciais Multi-Missão (PMM)	As Plataformas Multi-Missão (PMM) são um satélites espaciais que podem ser empregados para diferentes objetivos como observação, meteorologia, pesquisa científica sensoriamento remoto. No caso, o objetivo do projeto é desenvolvimento de aplicações para o monitoramento da região amazônica e equatorial (satélite Amazônia-1); estudos científicos de interferências sobre comunicação (Satélite Lattes); sensoriamento remoto com radar em parceria com Agência Espacial Alemã (Satélite MAPSAR); monitoramento pluviométricos na zona equatorial com base em uma constelação de satélites liderado pelas Agências espaciais do EUA e Japão (Satélite Global Precipitation Measurement - GPM). Os principais desafios são o desenvolvimento de sistemas de controle de órbita e altitude; câmera óptica; sistemas e sensores inerciais; sensores ópticos e imageadores de alta resolução	R\$ 379,96	16,1%	INPE, MCT e AEB
Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS)	O projeto CBERS compõe as ações para o desenvolvimento de competências em integração e testes; desenvolvimento da capacidade de produção, experiência em cooperação internacional para o desenvolvimento do programa espacial; e visibilidade do programa espacial brasileiro. O projeto de cooperação com a China envolve o desenvolvimento das plataformas; controle, rastreo e operação dos satélites; e recepção, processamento e distribuição das imagens de média resolução (20-40 m), com política de dados aberta e com garantia de fornecimento dedados até 2015. O principal desafio do programa é implementar uma rede internacional de distribuição de imagens do CBERS.	R\$ 1.044,90	44,3%	INPE, MCT e AEB
Empresa Bi-Nacional Alcântara Cyclone Space (ACS)	A Alcântara Cyclone Space (ACS) é uma empresa bi-nacional, criada em 2003 a partir de um tratado entre o Brasil e a Ucrânia, que compõe o projeto de desenvolvimento e exploração da espaçoporto na região de Alcântara (MA). No caso, a empresa é voltada para exploração dos serviços de lançamento em bases comerciais do foguete ucraniano Cyclone-4, que oferece o acesso aos espaço para satélites de médio porte. As principais desafios do projeto é concluir a implementação do sítio específico para lançamentos	R\$ 95,74	4,1%	FINEP, MCT AEB
Capacitação e Formação de RH	Os programas de capacitação têm como finalidade garantir a oferta de recursos humanos qualificados para garantir as condições de expansão e sustentabilidade do setor aeroespacial. No caso, os programas de capacitação e formação procuram desenvolver as parcerias entre Escola-Centro de Pesquisa-Empresa para promover a pesquisa as atividades de pesquisa e metrologia através de bolsas de estudo no Brasil e no Exterior.	R\$ 1,43	0,1%	INPE e MCT
Total		R\$ 2.358,71	100%	

Fonte: Elaborada a partir de MCT (2010)

4.3.3 Programas para o setor aeroespacial

Estrutura dos programas

Existem no Brasil ações junto a todas as etapas do processo de produção, que podem ser aplicadas às atividades setor aeroespacial. Ou seja, existem ações e agentes responsáveis pelas áreas de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento, produção e comercialização. Porém, parte dessas ações compunha iniciativas de caráter geral, sendo aplicadas a todos os setores de atividades.

A organização de ações específicas e a formatação de programas a partir das particularidades e das metas de política industrial para o setor aeroespacial encontravam-se em curso, quando da elaboração do presente trabalho. Entre esses, podemos mencionar a reformulação do Programa Nacional de atividades Espaciais (PNAE) e as medidas da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) para a indústria aeronáutica e da defesa, como mencionado.

Uma característica importante dessas ações no Brasil é a fragmentação das estruturas de governança, representados por instituições especializadas ligadas ao Ministério da Defesa (MD), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC). Nesse contexto, a política industrial consiste essencialmente em um esforço de articulação e coordenação das ações para consecução de objetivos, como mencionado.

Nos subitens que seguem são apresentados os programas e iniciativas para o setor aeroespacial no Brasil, conforme orientação predominante junto às etapas de P&D, produção e comercialização. As ações mais importantes são detalhadas nos subitens que seguem.

Pesquisa Básica

A etapa de pesquisa básica envolve as atividades científicas nos campos aeronáutico e espacial, e o desenvolvimento tecnológico (ADTF, 2003). Esta etapa também é associada à formação dos recursos humanos, em particular nas áreas de engenharia.

No Brasil, a pesquisa básica nos campos aeronáutico e espacial são empreendidas principalmente pelos institutos de pesquisa que compõem o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), vinculado ao Ministério da Defesa (MD), e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ambos situados em São José dos Campos (SP). No DCTA o foco são as aplicações de interesse da defesa e no INPE, as aplicações espaciais para uso civil.

Entre as instituições dedicadas à pesquisa básica e formação de recursos humanos o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), vinculado ao DCTA destaca-se como um centro de excelências nas áreas de engenharia aeronáutica, engenharia eletrônica, engenharia mecânica, infraestrutura aeronáutica e engenharia da computação no Brasil¹⁰⁴.

Em 2010, o ITA contava com 180 professores e 50 laboratórios e um total de 2,1 mil alunos nas atividades de graduação e pós-graduação. O número de ingressantes nos cursos de engenharia era de 120 ao ano, tendo sido formado entre 1950 e 2007, um total de 5,1 mil engenheiros, dos quais cerca de 1/5 são militares¹⁰⁵. O orçamento do instituto em 2009 foi de cerca de R\$ 35 milhões.

¹⁰⁴ Na área de engenharia aeronáutica, os campos mais importantes são aerodinâmica, propulsão e energia; mecânica dos sólidos e estruturas; física e química dos materiais aeroespaciais; produção; sistemas aeroespaciais e mecatrônica. Na área de engenharia eletrônica e computação, os principais campos são dispositivos e sistemas eletrônicos; microondas e optoeletrônica; sistemas e controle. O Instituto também reúne competências em física atômica e nuclear e física de plasmas (GOMES, 2008)

¹⁰⁵ Em 2011 há previsão para elevação para 250 ingressante, e também o desenvolvimento do curso de engenharia aeroespacial, em atendimento à solicitação da Agência Espacial Brasileira (AEB) (SILVEIRA, 2009)

O INPE, por sua vez, desenvolve atividades de formação de recursos humanos, pesquisa básica e aplicações em ciências espaciais, astrofísica, geofísica espacial e ciências atmosféricas, engenharia e tecnologia espaciais. Entre 1970 e 2005, o instituto formou 1,6 mil pesquisadores, em níveis de mestrado e doutorado, em suas áreas de especialização.

Entre os programas gerais, voltados para formação de mão de obra e pesquisa científica e tecnológica básicas, desenvolvidas pelas ICT's estão os programas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Também são importantes o apoio à pesquisa oferecidos pelas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP's), em particular, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), onde se concentra o sistema de produção e inovação aeroespacial no Brasil.

O desenvolvimento e domínio de tecnologias básicas conta também com recursos específicos para área aeroespacial oferecidos pelos fundos setoriais aeronáutico e espacial, que são apresentados com mais detalhes adiante. Há também os recursos para pesquisa básica no campo espacial, que são administrados pela Agência Espacial Brasileira (AEB).

Pesquisa aplicada

A pesquisa aplicada envolve a validação e a demonstração de tecnologias e o desenvolvimento de conceito de produtos (ADTF, 2003). Essas atividades também são chamadas de pesquisas pré-competitivas em como principal característica a buscas de soluções gerais para os problemas de produção, isto é, não são associados à produtos e processos específicos.

Na área de pesquisa aplicada, o DCTA conta com o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e o Instituto de Estudos Avançados (IEAv), que são voltados para o domínio das tecnologias de interesse da defesa e também as aplicações sob responsabilidade do DCTA no programa espacial brasileiro.

Na área aeronáutica, o IAE/DCTA dedica-se à pesquisa em aerodinâmica, sistemas aeronáuticos, propulsão aeronáutica e materiais; e na área espacial, à pesquisa em química, mecânica, eletrônica, ciências atmosféricas, integração e ensaios, propulsão espacial, sistemas espaciais. O IEAv/DCTA, por sua vez, desenvolve atividades em aerotermodinâmica hipersônica, energia nuclear, física aplicada, fotônica e geointeligência.

A pesquisa aplicada no campo das aplicações civis espaciais, incluindo as atividades do programa espacial, são efetuadas pelo INPE, por meio do Laboratório de Integração e Testes (LIT), Área de Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE) e Observação da Terra (OBT). Em 2008, o instituto reunia cerca de 700 pesquisadores, incluindo bolsistas financiados pela agências de fomento (INPE, 2009).

Em 2010, a OBT/INPE contava com as divisões de Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagem e Geração de Imagem. A ETE/INPE abrigava as divisões de Eletrônica Aeroespacial, Mecânica Espacial e Controle e Sistemas de Solo. E no CPTEC/INPE estavam inseridas as divisões de Modelagem e Desenvolvimento, Operações; Satélites e Sistemas Ambientais; Serviço de Supercomputação; e Suporte ao Usuário.

O financiamento das pesquisas aplicadas no setor aeroespacial é realizado pelos sistemas públicos de fomento, como o CNPQ e FAPs, e pelos programas de investimentos específicos, como o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), os orçamentos de P&D para área da defesa e pelos fundos setoriais aeronáutico e espacial.

As empresas, por sua vez, contam com linhas de financiamento para as atividades de desenvolvimento oferecidas pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Também há os sistemas de incentivos fiscais para as atividades privadas de P&D oferecidos pela Lei 11.196/2005, conhecida como a Lei do Bem, que são detalhadas nos subitens que seguem.

Desenvolvimento

A etapa de desenvolvimento compreende as especificações detalhadas dos projetos do setor aeroespacial, que permitem a elaboração dos protótipos e a definição da arquitetura dos produtos a partir das quais são realizadas as qualificações e certificações básicas. Essa etapa antecede a produção e se caracteriza pela busca de soluções de problemas específicos, relacionados aos projetos (ADTF, 2003).

Os institutos do DCTA e do INPE atuam nas atividades de desenvolvimento, em razão das suas atribuições junto ao programa espacial e aplicações militares. Essas instituições também cooperaram e prestam serviços de assistência técnica especializados para as empresas do setor aeroespacial, em seus esforços P&D, em ações organizadas no contexto da Lei de Inovação e do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional (SisCTID).

A etapa do desenvolvimento conta com programas próprios de financiamento para as empresas, que são oferecidos pela FINEP e pela FAPESP; apoio às operações, como o oferecido pelo CNPq, em recursos humanos; além dos incentivos fiscais associados à Lei do Bem, já mencionados. Nessa etapa também estão concentrados os programas de fomento para organização de novas empresas, principalmente através das incubadoras de empresas, em que se destaca a atuação do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também oferece linhas de financiamento e participa do capital de empresas que contavam com produtos ou estratégias inovadoras. Esses programas que também eram extensivos a todos os setores de atividades, são descritos adiante.

Produção

Na etapa de produção, as instituições do setor aeroespacial, como o DCTA e o INPE, atuam na prestação de serviços técnicos, principalmente metrologia; certificação de produtos e processos; e transferência de tecnologia para capacitação da base industrial nacional. Nesse segmento destaca-se a atuação do Instituto de Fomento Industrial (IFI), ligado ao DCTA.

Essas ICT's, particularmente o IFI/DCTA, também operam os acordos de compensação industrial e comercial (*offset*) atribuídas ao Ministério da Defesa (MD). Entre esses acordos, o programa de aparelhamento da Força Aérea Brasileira, abordado adiante, representa uma oportunidade importante para capacitação tecnológica e desenvolvimento da produção e compõe o escopo da política industrial para o setor.

As atividades de produção do setor contam com programas especiais, que envolvem a desoneração tributária e a simplificação das operações alfandegárias, sob responsabilidade da Secretaria de Receita Federal (SRF) do Ministério da Fazenda (MF). Essas ações, que também compõem o escopo da política industrial, são detalhadas adiante.

Na área de financiamento existem linhas da FINEP para investimentos em desenvolvimento da produção, e as linhas tradicionais do BNDES, voltadas para expansão e modernização da produção. O setor conta ainda com um programa específico para reorganização e inserção das pequenas e médias empresas do setor aeronáutico no mercado internacional, chamado de Pró-Aeronáutica.

O SEBRAE também está presente nessa etapa, com os programas gerais de capacitação e com os serviços de apoio à produção, principalmente nas atividades ligadas à certificação da produção.

Comercialização

A etapa da comercialização envolve, além dos aspectos relacionados ao financiamento das vendas, a promoção dos produtos e serviços e também os elementos institucionais que possibilitam o acesso ao mercado de produtos e insumos. Vale destacar, que esses elementos são relevantes tanto para aplicações civis quanto para as aplicações militares do setor aeroespacial.

O BNDES é o principal agente de financiamento da produção para exportação e também para as vendas no mercado externo e interno, principalmente no segmento aeronáutico, como é detalhado adiante. Cumpre observar, que o desenvolvimento do mercado interno para produção dos aviões da Embraer constitui-se em um objetivo da política industrial para o setor, havendo para tanto condições diferenciadas de tributos para esses equipamentos.

A Agência de Promoção das Exportações (APEX), por sua vez, opera ações comerciais para ampliação do posicionamento no mercado externo e os aspectos institucionais, relacionados ao acesso ao mercado externo, são operados pela AEB, MD, MDIC e MCT, com o apoio do Ministério das Relações Exteriores (MRE).

Ilustração 9 - Brasil: estrutura das ações junto ao setor aeroespacial

Fonte: Elaborada pelo autor

Fundos setoriais

Os fundos setoriais são os principais instrumentos de financiamento de atividades de pesquisas realizadas por Universidades e Instituições Científicas e Tecnológicas em áreas estratégicas, incluindo o setor espacial e o aeronáutico no Brasil. Organizados no final dos 90, os fundos tinham como objetivo garantir recursos de longo prazo para o desenvolvimento de conhecimentos em áreas críticas; promover a interação entre empresas e instituições de pesquisa; estimular os gastos privados com P&D; e também combater as desigualdades regionais.

Para tanto, os fundos contavam com recursos vinculados; comitês gestores responsáveis pela elaboração de estratégias, definição de prioridades e acompanhamento das ações; e a possibilidade de desenvolver projetos nas áreas da ciência básica, aplicações e desenvolvimento tecnológico, incluindo estudos de necessidades e prognósticos de oportunidades, capacitação de recursos humanos e infraestrutura.

A operação dos projetos ligados aos fundos é realizada pelas agências executoras do Ministério da Ciência e Tecnologia, CNPq e FINEP, com o apoio das Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais (FAP's). Os projetos com participação de empresas, consideradas prioritárias para avaliação, têm como requisito a elaboração de convênios com universidades e centros de pesquisa, além da apresentação de contrapartidas.

As formas de contratação previstas são a) os editais públicos, com apresentação de propostas nas áreas do interesse dos fundos; b) carta convite, em que as instituições convidadas apresentam propostas de P&D; e c) encomendas, que envolvem a contratação do desenvolvimento junto a instituições de pesquisa de reconhecida competência.

Em 2010 havia 16 fundos setoriais em operação, a saber: aeronáutico, agronegócio, Amazônia, aquaviário, biotecnologia, energia, espacial, recursos hídricos, tecnologia da informação, infraestrutura, mineral, petróleo, saúde, transporte, verde amarelo e telecomunicações. O orçamento total desses fundos era de R\$ 1,13 bilhão em 2009, e a participação dos fundos aeronáutico e espacial de cerca de 3%.

Os Fundos para o setor aeronáutico e para o setor espacial

O fundo para o setor aeronáutico (CT Aero) foi criado em 2001 com a missão de desenvolver a capacitação científica e tecnológica na área de engenharia aeronáutica, eletrônica e mecânica e promover a difusão de novas tecnologias. Dessa forma se pretendia garantir a competitividade da indústria e promover a atratividade do setor para os investimentos internacionais.

O fundo para o setor espacial (CT Espacial), criado em 2000, tem como objetivo promover a pesquisa científica e o desenvolvimento de capacitações nas aplicações de engenharia e tecnologia espacial. O foco são as áreas de comunicação, sensoriamento remoto, meteorologia, agricultura, oceanografia e navegação.

Os recursos para o fundo do setor aeronáutico são constituídos pela participação de 7,5% na Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), que incide sobre o valor das remessas efetuadas pelas empresas multinacionais, a título de *royalties* e pagamentos sobre serviços e assistência técnica, no montante de 10%. Com isso, o montante dos recursos é condicionado à *performance* das empresas multinacionais e, em particular, às operações de transferência de tecnologia.

No caso do fundo para o setor espacial, os recursos são originados das receitas obtidas pela Agência Espacial Brasileira (AEB) com os licenciamentos e por ¼ das receitas com a comercialização dos serviços, incluindo à utilização de posições orbitais. Dessa forma, o volume de recursos destinado ao fundo é determinado pela própria *performance* do programa espacial brasileiro.

O total de recursos aplicados pelo fundo aeronáutico e espacial entre 2002 e 2009 foi de R\$ 168,91 milhões. O valor médio do orçamento do fundo aeronáutico foi de R\$ 30 milhões ou 94% do total, considerando o período 2006 e 2009, e o do fundo Espacial, R\$ 1 milhão, ou 6%.

, o equivalente a cerca de US\$ 80 milhões, e 94% desse valor era referente ao fundo aeronáutico e 6% referente ao fundo espacial, conforme Tabela 16

Tabela 25 – Brasil: recursos do fundo aeronáutico e espacial (2002-2009)

Fundos	Acumulado	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002
Fundo Aeronáutico (em R\$) milhões	159,42	33,83	31,40	25,70	28,22	16,44	11,58	12,06	0,20
Fundo Espacial (em R\$, milhões)	9,49	1,43	1,03	-	1,49	1,79	1,04	-	2,71
Total (em R\$ milhões)	168,91	35,25	32,43	25,70	29,71	18,23	12,62	12,06	2,90
Total (em US\$ milhões)	78,89	17,68	17,65	13,19	13,65	7,49	4,31	3,93	0,99

Fonte: elaborada pelo autor a partir de MCT (2010) e BCB (2010)

O número de projetos financiados pelo fundo aeronáutico foi de 92 para o período de 2002 a 2008, dos quais 79 relacionados às atividades de PD&I, e 13 projetos restantes voltados para infraestrutura, formação de recursos humanos e eventos técnicos e científicos. Em valor, os projetos de P&D absorveram 95% dos recursos, e os demais projetos 5%.

No fundo espacial, os recursos foram alocados em 6 projetos no período de 2002 a 2008, dos quais 5 relacionados às atividades de PD&I e 1 na área de evento científico ou tecnológico. Com isso, 99,6% do orçamento do fundo foi destinado às atividades de P&D.

As formas de contratação empregadas nos projetos financiados pelo fundo aeronáutico se dividiram em chamadas públicas (45,7%) e encomendas (43,5%). As encomendas, no entanto, absorveram 97,6% dos recursos. No fundo espacial todos os projetos foram contratados junto a instituições científicas e tecnológicas especializadas, por meio da modalidade encomenda.

Tabela 26 – Brasil: natureza dos projetos financiados e formas de contratação dos fundos aeronáutico e espacial (2002-2008)

	Fundo aeronáutico			Fundo espacial		
	Projetos (número)	Projetos (em %)	Valor (em %)	Projetos (número)	Projetos (em %)	Valor (em %)
Natureza dos projetos						
Eventos	10	10,9%	0,2%	1	16,7%	0,4%
Formação de RH	1	1,1%	4,4%	-	-	-
Infraestrutura	2	2,2%	0,8%	0	0,00%	0,00%
P&D	79	85,9%	94,6%	5	83,3%	99,6%
Forma de contratação						
Chamada Pública	42	45,7%	2,2%	-	-	-
Encomenda	40	43,5%	97,6%	5	83,3%	99,6%
Eventos	10	10,9%	0,2%	1	16,7%	0,4%
Total de projetos	92	100%	100%	6	100%	100%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de MCT (2009)

Em relação às instituições executoras, o sistema de informações dos fundos para o setor aeronáutico e espacial não apresentava identificação para cerca de 40% dos projetos financiados por ocasião da realização do trabalho, como mostra a Tabela 27, que segue. Entre os projetos identificados 39, quase 70%, eram desenvolvidos pelos institutos ligados ao DCTA; 10, ou quase 20%, eram executados pelo INPE; e 7, cerca de 10%, por outras instituições, incluindo institutos de pesquisa militares.

Em relação aos campos do conhecimento, quase 80% dos projetos foram classificados nas áreas de engenharia aeroespacial e engenharia mecânica, e cerca de 20% em outras áreas, como engenharia mecânica, elétrica, química e outros campos. Quanto às áreas de aplicação, 10 projetos foram identificados como ciência e tecnologias básicas; 9 projetos como aplicações militares; 9 como aplicações de engenharia espacial; 7 em construção e montagens de aeronaves; e 6 projetos para operação de transporte aéreo¹⁰⁶.

Tabela 27 – Brasil: instituições executoras e áreas dos projetos financiados pelos fundos aeronáutico e espacial (2002-2008)

Instituições executoras	n° de projetos	Áreas do conhecimento	n° de projetos
DCTA	39	Engenharia aeroespacial	45
INPE	10	Engenharia mecânica	32
Universidades	3	Engenharia elétrica	5
Instituições militares	2	Engenharia química	2
Outras instituições	2	Outros campos	9
Não identificadas	42	Não definidos	5
<i>Total de projetos</i>	98	<i>Total de projetos</i>	98

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de MCT (2009)

¹⁰⁶ A maior parte dos projetos - 67 entre os 98 projetos identificados pelo sistema de informações sobre fundos do MCT - não indicavam a área de aplicação dos projetos financiados pelo fundo aeronáutico e espacial, em janeiro de 2010.

FINEP

Financiamento dos gastos com pesquisa e desenvolvimento

Os gastos com as atividades de pesquisa e desenvolvimento no Brasil contavam com linhas especiais de financiamento, que ofereciam encargos reduzidos para captação em relação às linhas convencionais oferecidas pelo sistema financeiro. No caso, essa redução se dava pela diferença entre a taxa de captação, que é dada pelo somatório de juros de longo prazo, remuneração da instituição financeira, risco e o custo de financiamento para o tomador.

Em 2010 essas linhas especiais eram oferecidas, no Brasil, pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), uma empresa pública vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), e pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), uma empresa dedicada ao financiamento e investimentos de longo prazo. Havia também recursos oferecidos pelas agências de fomento dos Estados, como em São Paulo, e agências regionais, como o Banco do Nordeste.

As operações de financiamento da FINEP eram organizadas em dois programas em 2010, quais sejam: o Inova Brasil, que oferecia créditos de R\$ 1 milhão a R\$ 100 milhões para empresas com faturamento superior a R\$ 10,5 milhões; e o Programa Juro Zero, destinado a microempresas, que oferecia créditos de R\$ 100 mil a R\$ 900 mil, até o limite de 30% do faturamento da empresa. Em ambos os programas, o prazo para pagamento era de 100 meses, havendo carência de até 20 meses para o Inova Brasil (ANPEI; 2009).

O Inova Brasil, organizado em 2008 a partir do programa pró-inovação, financiava até 90% dos gastos com P&D, mediante apresentação de garantias. Os encargos eram estipulados com base nas prioridades definidas pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), sendo de 4,25% para os programas mobilizadores em áreas estratégicas, entre os quais a indústria da defesa; 4,75% para o programa de consolidação e expansão da liderança, onde se inseria a indústria aeronáutica; e 5,25% para os setores cuja prioridade era o fortalecimento da competitividade.

O Programa Juro Zero, organizado em 2006, se caracterizava por procedimentos operacionais simplificados, em que as garantias eram constituídas por fiança pessoal dos sócios, de ao menos por 20% do valor do financiamento; por um fundo de reserva do programa; e por um fundo garantidor de crédito, constituído por parceiros regionais. Esse programa era operado com intermediação de representantes locais.

Em 2008, o programa Inova Brasil desembolsou R\$ 493,9 milhões em 15 operações, o que representou um valor médio de R\$ 31 milhões. O programa Juro Zero, por sua vez, havia efetivado 14 operações, no valor total de R\$ 8 milhões, que representava um valor médio por operação de R\$ 570 mil. Os orçamentos da FINEP para redução dos custos financeiros para esses programas foram de R\$ 90 milhões em 2008 e R\$ 173 milhões em 2009.

No BNDES, os programas para o financiamento das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação eram o capital inovador, organizado em 2008, a partir dos programas Inovação Produção e Inovação Tecnológica, constituído também em 2008 a partir do Programa de Desenvolvimento Industrial (PDI). Ambos eram contratados diretamente com o Banco; envolviam recursos mínimos de R\$ 1 milhão; e poderiam financiar até 100% das atividades, sendo facultada a apresentação de garantias, a critério do Banco.

O programa Inovação Tecnológica era destinado a projetos inovadores de alto risco e grandes oportunidades de mercado, podendo envolver a participação do banco no projeto na forma de valores mobiliários, no caso de empresa de capital aberto, ou participação no capital da empresa inovadora, limitado a 40%. Os financiamentos, que poderiam envolver edificações e aquisições de insumos no exterior, operavam com taxa de juros de 4,5%; não era cobrada taxa de risco e remuneração; e o prazo era de 168 meses para o pagamento.

O programa capital inovador, por sua vez, se destinava ao financiamento de empresas cujas estratégias envolviam planos de inovação significativos, podendo ser empregados, por exemplo, para o financiamento de empresas em parques tecnológicos ou em incubadoras. Os valores máximos eram limitados a R\$ 200 milhões por empresa, no período de 12 meses; o custo do financiamento era dado pela taxa de juros de longo prazo mais o risco da empresa; e o prazo para o pagamento era de 144 meses.

Em 2008, os programas do BNDES Capital Inovador, Inovação Produção e Inovação Tecnológica haviam financiado 13 projetos no valor total de R\$ 44,1 milhões em créditos ou R\$ 3,4 milhões, em média, por operação. O Capital Inovador havia fechado uma operação em 2008; o programa Inovação Tecnológica; e o Inovação Produção 9 operações (ANPEI, 2009).

Subvenções

As atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil também contavam com programas de subvenção, que ofereciam aportes diretos de recursos pelas chamadas linhas de financiamento não-reembolsáveis, com o intuito de partilhar custos e riscos dos projetos ou reduzir as despesas com essas operações. Em 2010, ofereciam programas de subvenção a FINEP, o BNDES e o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por meio do CNPq.

O programa de subvenções da FINEP foi organizado em 2006, com um orçamento de R\$ 30 milhões para o período de 2006 a 2009, tendo como foco as prioridades da política industrial, incluindo o setor aeroespacial. Em 2008, as operações estavam sujeitas a contrapartidas das empresas, diferenciadas pelo porte; valor mínimo de R\$ 1 milhão para concessão dos benefícios; e exigência de que a atividade principal de P&D fosse realizada no Brasil, para o caso de empresas multinacionais.

Na área de defesa e segurança, onde foram enquadrados os projetos do setor aeroespacial, haviam sido concedidas subvenções para 34 projetos, em 2007, e 31 projetos, em 2008. A FINEP também operava, desde 2008, subvenções para P&D financiadas por Estados conveniados pelo programa Pappel Regional.

O BNDES também operava, desde 2006, um programa de subvenções, denominado Fundo Tecnológico (FUNTEC), voltado para o financiamento de instituições científicas e tecnológicas que desenvolviam projetos em parcerias com empresas, principalmente na área de saúde e tratamento de poluentes. Esse programa financiava até 90% das despesas com P&D e 30% dos gastos com a introdução dos bens no mercado. Em 2006 o programa havia financiado 6 projetos.

Havia também programas de subvenção destinados à contratação de pesquisadores, mestres e doutores, com a finalidade de promover o aumento da capacidade inovativa das empresas. Operava, em 2010, essa modalidade de subvenção o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com o Programa de Formação em Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (RHAEE), e também pela FINEP.

O programa de subvenções para contratação de pesquisadores FINEP, criado em 2006, com um orçamento de R\$ 60 milhões para o período de 2006 a 2009, financiava, pelo período de até 3 anos, de 40% a 60% da remuneração dos pesquisadores, limitada ao valor de R\$ 4 mil para mestres e R\$ 6 mil para doutores. Operando por meio de chamadas públicas, o programa contava, em 2007, com 37 projetos, no valor de R\$ 10 milhões.

O programa RHAIE, criado em 1987 para estimular a contratação de mestres e doutores pelas empresas, oferecia bolsas para o desenvolvimento de projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, mediante a apresentação de projetos, priorizando as áreas de interesse da política industrial. Em 2009, a bolsa para mestrado era de R\$ 2,2 mil e a de doutorado de R\$ 4,5 mil, oferecidas pelo prazo de 24 meses. O orçamento para o programa era de R\$ 20 milhões para o período de 2008 e 2009.

Projetos militares financiados pela FINEP

As operações conjuntas dos sistemas civis e militares de ciência, tecnologia e inovação nas áreas de interesse da defesa (SisCTID) foram iniciadas em 2005, por meio das operações de financiamento, com recursos dos Fundos Setoriais, operados pela Empresa Financiadora de Projetos (FINEP). Em 2006, as áreas priorizadas para subvenção foram especificadas pelo MD e o MCT e em 2007, passaram a compor a carteira de projetos.

Em 2008, com a implantação da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), foi criado o Grupo de Trabalho Interministerial para área de Defesa. Com isso, foram iniciados os estudos para definição de projetos e ações voltadas para produção, que poderiam contar como o financiamento do BNDES; desenvolvimento de modelos para uma política de utilização do poder de compra do Estado; e ampliação dos recursos para o financiamento dos projetos na área da defesa (KASZKUREWICZ 2009).

Entre os projetos do setor aeroespacial para área de defesa que contaram com o financiamento da FINEP destacam-se os mísseis A-DART (sistema de armas); o sistema de propulsão para os veículos não-tripulados (VANTS); e tecnologia de montagem estrutural para aeronaves. No setor espacial, contaram com financiamento os projetos de sistemas inerciais e navegação espacial, como indicados no Quadro 39.

Entre os projetos desenvolvidos em conjunto pelas Forças Armadas (Exército e Força Aérea), que contaram com o apoio da FINEP estão os projetos dos Radares SABER M60, voltado para o monitoramento e Defesa de baixa altura; e o projeto SABER M200 para defesa antiaérea de média altura.

Quadro 39 – Projetos Militares financiados pela FINEP

Projetos Financiados pela FINEP	Marinha Brasileira	Exército Brasileiro	Força Aérea Brasileira
2005	R\$ 45 Milhões		
Projeto míssil A-DARTER			
Radar Compacto 3D de Busca e vigilância Aérea			
Sistema de Monitoramento de Tráfego Aquaviário			
Sistemas Inerciais para Aplicação Aeroespacial			
2006	R\$ 64 Milhões		
Nacionalização de Plataforma de Giro Estabilizada para Câmeras de Vídeo			
Desenvolvimento de Tecnologia dos Monóculos de Imagem Térmica			
Turboreator de 3500 N de Empuxo para Veículo Aéreo não Tripulado			
Elementos, Materiais e Peças para Combustíveis Nucleares			
2007	R\$ 164 Milhões (64% em Subvenção)		
Viatura Blindada de Transporte de Pessoal–Média de Rodas (VBTP-MR)			
Automação da Montagem Estrutural de Aeronaves			
Sistema Integrado de Navegação Inercial para Veículos Submarinos			
2008	R\$ 267 Milhões (30% em Subvenção)		
Navio Polar de Apoio à Pesquisa – MB			
Equipamentos Interoperáveis – MB			
Sistemas Inerciais e Navegação (Acelerômetros)			
Complemento para a Unidade de Produção de UF6 – MB			

Fonte: elaborado a partir de Kaszkurewicz (2009)

BNDES

Pró-Aeronáutica

O Programa de Financiamento às Empresas da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira - Pró-Aeronáutica - do BNDES compõe o grupo das linhas especiais de financiamento oferecidas pelo banco, que eram chamadas de programas. Essas linhas têm como características principais o enquadramento setorial específico, a natureza transitória dos serviços e a dotação orçamentária especial, com valor definido (BNDES, 2010).

Nesse contexto, o Pró-Aeronáutico foi organizado em 2007 com uma dotação de R\$ 100 milhões pelo período de 3 anos, com o objetivo de fortalecer as empresas brasileiras que compunham a cadeia de valor da Embraer. Para tanto, o banco passou a oferecer condições e facilidades de crédito para o financiamento de investimentos, a partir de R\$ 1 milhão, às pequenas e médias empresas, observado o limite de R\$ 10 milhões por empresa.

Organizado a partir de um grupo de trabalho formado pela Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Embraer e BNDES, o objetivo do programa foi estabelecer condições para o financiamento da expansão das atividades dos fornecedores nacionais da Embraer. As justificativas eram que o perfil patrimonial dessas empresas limitava as possibilidades de captação de recursos necessários para expansão internacional, principalmente no segmento de serviços de engenharia, fornecimento de peças e componentes (MDIC, 2007).

Nesse contexto, o Pró-Aeronáutica oferecia a possibilidade de utilização de garantias pessoais para captação de recursos em substituição de garantias reais; financiamento total das despesas com atividades inovadoras; e a definição do prazo para o pagamento com base na capacidade financeira da empresa ou do grupo econômico. Havia também a possibilidade da participação do banco no capital das empresas com os fundos de investimento (MDIC, 2007).

Os recursos do programa poderiam ser aplicados na aquisição de máquinas e equipamentos nacionais; serviços de ensaios e consultorias; obras civis e montagem de instalações; *softwares* nacionais; despesas com certificações no Brasil e no exterior; e capital de giro. As operações poderiam ser contratadas diretamente com o BNDES ou de forma indireta, por meio de agentes financeiros, e o custo do financiamento era dado pelo custo financeiro, remuneração do BNDES e risco do tomador, limitado a 1,8% ao ano (BNDES, 2010).

Em dezembro de 2009, o programa havia sido complementado por linhas de financiamento, na fase pré-embarque, à produção de bens e serviços para a exportação (BNDES Exim Pré-embarque), no valor mínimo de US\$ 200 mil; e também, com o apoio à comercialização no exterior de bens e serviços pelo refinanciamento – isto é, desconto – de títulos de crédito ou a cessão de direitos creditórios relativos às exportações.

O conjunto de firmas passíveis de serem atendidas pelos programas do Pró-Aeronáutica era constituído por 77 empresas, que haviam sido responsáveis pelo fornecimento de partes, peças e serviços de engenharia para a Embraer no valor de R\$ 394 milhões, em 2008. Não havia dados publicados sobre os desembolso efetuados pelo programa de financiamento de investimentos, no entanto, segundo a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), o número de empresas atendidas era pequeno (GÓES; SANTOS; DURÃO, 2009).

Quadro 40 – Brasil: linhas de financiamento para pequenas e médias empresas do setor aeronáutico (em 2010)

	BNDES Pró-aeronáutica		
	Empresa	Exportação Pós-Embarque	Exportação Pré-Embarque
Valores	R\$ 1 milhão (valor mínimo)	Até 100% do valor de exportação (valor mínimo US\$ 200 mil e máximo de US\$ 2 milhões)	Financiamento mínimo de US\$ 200 mil com prazo de até 36 meses
Custo dos serviços	Custo Financeiro + Remuneração do BNDES + Taxa de Risco de Crédito (até 1,8% a.a.)	Taxa de desconto = Libor + Remuneração do BNDES (mínimo de de 0,5% a.a.)	Custo financeiro = TJLP ou Libor + variação cambial + Remuneração do BNDES de 1% a.a.
Observações	Constituição de garantias pessoais para operações de até R\$ 10 milhões	Empresa em operação há mais de 3 anos, que já tenha exportado (direta ou indiretamente) mais de US\$ 200 mil	Operações de até US\$ 2 milhões poderão ser firmadas com fiança ou aval dos controladores

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de BNDES (2010)

Comercialização

Linhas de financiamento do BNDES

O BNDES oferecia linhas de financiamento contínuas para investimentos em capital fixo, comercialização de máquinas, equipamentos e serviços, mercado de capitais e, também, produção e comercialização para exportação. Esses serviços estavam disponíveis para o setor aeroespacial, sendo particularmente importantes às linhas para o financiamento da produção e comercialização para exportação, em razão da importância do mercado externo para a indústria aeronáutica, no caso a Embraer.

O fluxo de desembolsos para o financiamento das exportações na modalidade pré-embarque, referente ao financiamento da produção, e pós-embarque, referente ao refinanciamento de direitos de crédito com as vendas no mercado externo para o setor aeronáutico, contratado principalmente pela Embraer, foi de US\$ 6,6 bilhões em 2008, conforme Gráfico 16. A taxa de crescimento desses desembolsos, entre 1999 e 2008, foi de 13,6%.

No entanto, a importância relativa do financiamento às exportações do BNDES, particularmente para o setor aeronáutico, era condicionada à situação geral do mercado financeiro, que determinava o posicionamento relativo desses produtos financeiros do banco. Entre 2002 e 2007, por exemplo, a participação do BNDES na venda de novas aeronaves havia caído de 71% para 0%, voltado a crescer a partir de 2008 em razão das condições gerais de crédito do mercado internacional, conforme Gráfico 16.

Gráfico 16 – Brasil: participação do BNDES no financiamento da venda de aeronaves e desembolsos para o financiamento das exportações (2001-2009)

Fonte: elaborado pelo autor a partir de BNDES (2009)

Em 2009, o total de aeronaves financiadas pelo BNDES era de 507, que representavam US\$ 8,5 bilhões, como indica o Quadro 41. As empresas áreas norte-americanas eram responsáveis por cerca de 90% do total de aeronaves financiadas e as empresas brasileiras por 4%. O restante dos financiamentos foram concedidos às empresas européias e latino-americanas.

Em relação às outras modalidades convencionais de financiamento, oferecidas pelo BNDES, destacava-se a linha FINEM, utilizada pela ELEB/Embraer para o financiamento do investimento de US\$ 17 milhões no desenvolvimento dos trens de pouso dos aviões PHENON 100 e 300. O Banco também participava do capital da Embraer com 5%, em 2009, com a integralização de debêntures no valor de US\$ 82 milhões, realizada desde 1999.

Quadro 41 – Brasil: número de aeronaves financiadas pelo BNDES e valor dos financiamentos (em 2009)

Empresas	País	aeronaves (número)
American Eagle	EUA	216
Continetal Express	EUA	139
Republic Airways	EUA	38
Mesa	EUA	36
Skywest	EUA	18
Rio Sul (Varig)	Brasil	15
Régional (Air France)	França	11
Jet Blue	EUA	9
Portugália	Portugal	6
British Regional	Reino Unido	5
Trans States	EUA	4
Azul Linhas Áreas	Brasil	3
Trip Linhas áreas	Brasil	3
Tame	Equador	3
Taca Airlines	El Salvador	1
Total de aeronaves financiada (número)		507
Total de aeronaves financiada (em US\$ bilhões)		8,5

Fonte: elaborado pelo autor a partir de BNDES (2009)

Linha de financiamento ‘concorrência internacional’ do BNDES

A linha de financiamento ‘concorrência internacional’ foi organizada em 2006 como um programa espacial, pelo BNDES, para estimular as vendas de aeronaves produzidos pela Embraer no mercado interno. A estratégia associada ao programa era oferecer a redução da exposição cambial das empresas áreas pela concessão de financiamento em moeda corrente.

Nesse sentido, o programa oferecia o financiamento de até 90% do valor das aeronaves, sendo 90% em reais e os 10% restantes em cesta de moedas internacionais. O custo do financiamento era dado pela Taxa de Juro de Longo Prazo (TJLP), mais 1% de administração do banco e taxa de risco do tomador. O prazo para o financiamento era de até 15 anos, a partir da entrega das aeronaves, e a amortização mensal.

Em 2009, o número provável de aeronaves financiadas pelo programa concorrência internacional do BNDES era 6, sendo 3 para a Empresa Azul Linhas Áreas e 3 para a Trip linhas áreas.

Sistema de incentivos

Lei do Bem

No Brasil, as atividades de pesquisa e desenvolvimento contavam com um sistema de incentivos fiscais automáticos, isto é, não dependiam da apresentação de projetos, que era extensivo a todos os setores econômicos, incluindo o setor aeroespacial. Esse sistema, definido pela Lei 11.196 de 2005, conhecida como Lei do Bem, estipulava procedimentos para apuração das despesas com as atividades de P&D para efeito de apuração fiscal, a título de pagamento do Imposto de Renda, e também condições tributárias especiais para equipamentos e aparelhos empregados nessas atividades.

Em relação à apuração fiscal, a Lei do Bem previa que as despesas operacionais com as atividades de P&D fossem deduzidas do lucro líquido, para o cálculo do imposto de renda (IRPJ), e da base de cálculo para contribuição social sobre o Lucro líquido (CSLL). Além disso, os valores passíveis de dedução na apuração dos tributos (IR e CSLL) seriam acrescidos em 60% a 80% para efeito de apuração, conforme a variação do número de pesquisadores contratados. Os gastos com a elaboração dos projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovações, amparadas por patentes, também poderiam ser deduzidos da base de cálculo desses tributos em até 20% (ANPEI, 2009).

Em relação às atividades de P&D realizadas no exterior haveria a possibilidade da conversão do Imposto de Renda retido na fonte, a título de *royalties* e pagamento de serviços técnicos no exterior, em créditos tributários, caso as empresas efetuassem gastos adicionais em P&D no valor corresponde ao dobro do benefício. As remessas para o exterior referentes a registros de marcas, patentes e cultivares também ficaram isentas do pagamento de imposto de renda na fonte.

Em relação aos equipamentos e máquinas e seus acessórios, que eram empregados para as atividades de P&D, a Lei previa uma redução de 50% na alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). Havia também a possibilidade de depreciação integral desses equipamentos no ano da sua aquisição e, ainda, amortizações aceleradas de despesas relacionadas à aquisição de bens intangíveis referentes às atividades de pesquisa e desenvolvimento (ANPEI, 2009).

De acordo com a Associação Nacional das Empresas Inovadoras (ANPEI), a estimativa em 2009 era que o benefício fosse utilizado por cerca de 10% das empresas inovadoras brasileiras, haja vista ser aplicado às empresas que operam no regime de apuração de lucro real. De acordo com o Ministério Ciência e Tecnologia (MCT), responsável pela apuração dos resultados do sistema de incentivos, 441 empresas haviam sido beneficiadas pelo programa em 2008, que envolveu uma renúncia fiscal de R\$ 1,54 bilhão para um investimento total em P&D de R\$ 8,91 bilhões.

Desoneração tributária

As operações de integração de sistemas aeronáuticos e os serviços de manutenção, reparo e revisão (MRO) contavam, desde 1990, com isenção do Imposto sobre Importações (II) de partes, peças e componentes; e desde 2004 com isenção das contribuições para os Programas de Integração Social (PIS) e Financiamento da Seguridade Social (COFINS). Em 2009, os valores desses tributos eram 1% do valor da folha de pagamento para o PIS e 7,6% da receita bruta para COFINS¹⁰⁷.

¹⁰⁷ Destaca-se que os benefícios das isenções tributárias das Leis 8.032/90 e 10.865/04 não eram extensivos a toda a cadeia de valor aeronáutica, como fornecedores de peças e partes. A desoneração da cadeia de valor ocorreu somente a partir de dezembro de 2009, com a implantação de um novo regime tributário para o setor (RATAERO)

O setor aeronáutico também contava, desde 2002, com um regime especial aduaneiro para produção e prestação de serviços para exportação, conhecido como RECOF - Regime de Entrepasto Industrial sob Controle Informatizado - que proporcionava a suspensão do pagamento dos Impostos de Importação (II) e Impostos sobre o Produto Industrializados (IPI) para matérias-primas e produtos intermediários adquiridos no mercado doméstico e internacional.

O RECOF Aeronáutico, que também oferecia facilidade no desembaraço aduaneiro, poderia ser implantado por empresas envolvidas em cadeias exportadoras que possuísem limites mínimos de exportação em seus negócios; patrimônio líquido superior a R\$ 2 milhões; e *software* especializado da Receita Federal. A redução de custos estimada pela implantação do sistema era de 2% a 6%, conforme a participação dos insumos importados (BRITO JUNIOR; YOSHISAKI, 2004).

Em 2008 o regime aduaneiro especial estendeu os benefícios da suspensão tributária para aquisição de matérias-primas e produtos intermediários às contribuições do PIS e CONFINS; e em dezembro de 2009 foi instituído um Regime Especial Tributário para indústria aeronáutica (RETAERO) com a isenção do IPI, Imposto de Importação e das contribuições do PIS e COFINS e sobre o Domínio Econômico (CIDE) para as remessas a título de contratação de serviços de regulação no exterior.

Assim, em 2010 a indústria aeronáutica contava com as desonerações tributárias estabelecidas pela RETAERO e com a possibilidade de utilização das operações do sistema especial RECOF, já mencionadas.

O programa de aparelhamento das Forças Armadas

O programa de aparelhamento da Força Aérea Brasileira (FAB), elaborado a partir das diretrizes estabelecidas pela Estratégia Nacional de Defesa (2008), tem como principais projetos, os programas dos aviões de combate F-X2; os helicópteros EC-725; e os aviões cargueiros KC-390. Também fazem parte desse programa os projetos de modernização da frota de aviões de combate e treinamento, contratada pelo Ministério da Defesa (MD) em 2009, e a aquisição dos helicópteros de combate Mi-35M, realizadas em 2008.

O programa F-X2 compreende a substituição da frota de aviões de combate da FAB e envolve a aquisição de 36 aeronaves que deverão ser entregue a partir de 2014. O custo total do projeto – que envolve a aquisição dos equipamentos, serviços de manutenção e transferência de tecnologia – é ordem de US\$ 10 bilhões. O provável fornecedor desse programa é a empresa francesa Dassault, responsável pelos caças Rafale, em razão das possibilidades em relação à transferência de tecnologia e execução desse programa no contexto do acordo de cooperação militar com a França¹⁰⁸.

Em 2010 a empresa Dassault, responsável pelo projeto Rafale havia formalizado acordos com 39 empresas para transferência de tecnologia, sendo a Embraer a principal receptora. A previsão era que 30 dos 36 aviões contratados fossem produzidos no Brasil, com uma expectativa de nacionalização de 50% ao final do processo de entrega dos equipamentos. As entregas dos primeiros equipamentos produzidos na França era 2014. O ciclo de vida desses equipamentos foi estimado em 30 anos.

¹⁰⁸ A seleção de fornecedor do projeto F-X2 foi bastante controverso porque o projeto apresentado pela empresa francesa Dassault foi o de maior custo em relação aos projetos pré-qualificados pela FAB, que eram o Gripen NG, da empresa sueca Saab e o Super Hornet, da norte-americana Boeing. As justificativas apresentadas pelo Ministério da Defesa (MD) quanto a preferência pelo projeto francês foi o potencial de transferência de tecnologia em comparação com os projetos norte-americano e sueco. No caso específico do projeto de Saab foi destacado os riscos associados à condição de protótipo do projeto.

O programa EC-725 compreende a compra de 51 helicópteros, de médio porte, para uso geral da Forças Armadas junto ao consórcio formado pela Helibras-Eurocopter, com custo de US\$ 2,6 bilhões, financiando por um banco francês, no contexto do acordo de cooperação entre o Brasil e a França. A Helibras é uma empresa de brasileira controlada pela Eurocopter que conta com a participação do Estado de Minas Gerais, entre outros acionistas. A Eurocopter, por sua vez, é uma empresa francesa controlada pelo European Aeronautic Defence and Space Company (EADS).

Também participavam do projeto como fornecedores a Turbomeca, para motores; Aeroeletrônica para aviônicos; e a Mectron Engenharia para manutenção de radares. O índice inicial de nacionalização dos helicópteros era estimado 5% e o objetivo é atingir índice de nacionalização de 50% ao longo do processo de transferência de tecnologia de 12 anos. O início da entrega dos equipamentos estava prevista para 2013.

A expectativa é o programa EC-725 seja uma alavanca para desenvolvimento da produção de helicópteros no Brasil e consecução dos objetivos da política industrial para o setor aeronáutico. Para tanto, o programa pretende atender também a demanda por helicópteros para o transporte nas plataformas marítimas da Petrobras e reposicionar a Helibras no mercado sul-americano. Em 2010, o Governo do Estado de Minas Gerais anunciou o investimento de US\$ 500 milhões em uma nova linha de montagem dedicada ao programa¹⁰⁹.

O programa KC-390 compreende um projeto entre a Embraer e a FAB para o desenvolvimento de um avião destinado às atividades de transporte tático e logístico e reabastecimento de aeronaves que devem substituir os aviões de transporte C-130 Hércules. O projeto também tem por objetivo desenvolver uma nova família de transportadores militares de médio porte, cujo mercado é estimado em US\$ 20 bilhões e cerca de 700 aeronaves.

¹⁰⁹ Há também a expectativa de a Helibras consolidar as competências no desenvolvimento de projeto de helicópteros ao longo da execução do programa EC-725. Com isso, espera-se que a empresa desenvolva, até o final da década, um novo projeto de helicóptero de pequeno porte, destinado à exploração do mercado nacional.

A previsão é que sejam produzidos entre 22 e 30 aviões KC-390 para FAB, no valor de US\$ 1,3 bilhão e entregas a partir de 2017. Em 2010 o MD anunciou investimento de US\$ 500 milhões no desenvolvimento e a Embraer negociava a participação Lockheed no projeto. Também havia possibilidade de participação de fornecedores franceses no programa com base no acordo de cooperação militar com a França e o estudo para aquisição de 19 aviões pelos Correios.

O programa de modernização da frota da FAB envolve revitalização de 57 aviões de combate F-5E; a atualização tecnológica de 53 aviões AMX; e também a construção de 100 Super Tucano para treinamento e apoio tático. Executado pela Embraer em parceria com a empresa israelense Elbit. Esse programa, cujo orçamento é de US\$ 1,4 bilhão também envolve equipamentos aeronáuticos da Marinha, tem como finalidade a organização de uma unidade de aviões de caça na Amazônia.

Também foi inserido no programa de aparelhamento da FAB a aquisição em 2008 de 12 helicópteros de ataque Mi-35M junto à empresa russa Rosoboronexport para as missões de repressão ao tráfico de drogas na região amazônica. O custo do projeto de US\$ 364 milhões, incluiu o fornecimento de peças, treinamento das tripulações; simulador e ferramental para manutenção básica. O programa envolveu transferência de tecnologia nas áreas de *software* de simulação e de manutenção de motores.

Quadro 42 – Brasil: Programa de aparelhamento das Força Área (em 2010)

Programa F-X2	EC-725	Mi-35M	Modernização da	KC-390
Compra de 36 aeronaves de combate para a Força Área Brasileira (FAB)	Compra de 51 helicópteros de médio porte para 11 toneladas para as Forças Armadas	Compra de 12 helicópteros de combate Mi-35M para a FAB	Aviões F-5E, AMX e aviões da marinha	Desenvolvimento e aquisição de avião para transporte tático, logístico e reabastecimento.
Organização de uma frota de aviões de combate padronizada multiusos.	Frota para uso geral das Forças Armadas. Possibilidade de atuação nas plataformas marítimas	Repressão ao tráfico de drogas na região amazônica.	Unidade de aviões de caça na Amazônia	Substituição do C-130 Hércules e criação de uma nova geração de transportadores médios.
Custo estimado em US\$ 10 bilhões sendo US\$ 6,2 bilhões para os equipamentos e US\$ 3,8 bilhões para manutenção.	Custo do projeto de US\$ 2,6 bilhões. Investimento do Governo do Estado de Minas Gerais, de US\$ 500 milhões.	Custo do projeto de US\$ 364 milhões, inclui fornecimento de peças, treinamento; simulador e ferramental.	Orçamento de US\$ 1,4 bilhão para produção e modernização de equipamentos	Custo de US\$ 1,3 bilhão para aquisição e participação no desenvolvimento de US\$ 450 milhões.
Caça Rafale - desenvolvido pela empresa francesa Dessault – provável vencedor	Consórcio formado pela Helibras e pela europeia Eurocopter	Projeto desenvolvido pela empresa russa Rosoboronexport.	Consórcio entre a Embraer e a empresa israelense Elbit	Consórcio liderado pela Embraer, com provável participação da Lockheed
A Dessault tem acordo com 39 empresas brasileiras para transferência de tecnologia. A Embraer é a principal receptora.	Fornecedores confirmados são Turbomeca, para motores; Aeroeletrônica para aviônicos; e a Mectron Engenharia para manutenção de radares	Transferência de tecnologia nas áreas de software do simulador e de manutenção dos itens críticos	Previsão de transferência de tecnologia em aviônicos	
Previsão de 30 dos 36 aviões construídos no Brasil, com índice de nacionalização de 50%.	Objetivo é atingir 50% de nacionalização ao longo do processo de transferência de tecnologia de 12 anos			
Previsão de entrega dos aviões é a partir de 2014	Entregas entre 2010 e 2016. entregas com fabricação no Brasil, a partir de 2013.	12 helicópteros entregues em 2009.		Previsão de entre 22 e 30 unidades para FAB a partir de 2017.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de informações divulgados pelo Ministério da Defesa junto à imprensa.

4.3.4 Considerações sobre as políticas para o setor aeroespacial no Brasil

Com base na descrição das políticas para o setor no Brasil e no referencial definido no item 1.3, nos subitens que seguem são apresentadas as considerações em relação aos objetivos para o setor quanto ao desenvolvimento da produção no mercado internacional; requisitos para consecução desses objetivos; seletividade das ações; e as variáveis empregadas pelas políticas públicas para o setor.

Objetivos das políticas para o setor aeroespacial no Brasil

O objetivo da PDP para indústria aeronáutica é o desenvolvimento da produção no mercado internacional pelo aumento da participação no segmento aviões civis; expansão da produção no mercado sul-americano de helicópteros; e desenvolvimento de fornecedores de classe mundial. Há também o objetivo do aumento da participação de aeronaves nacionais no mercado interno.

O aumento da participação no segmento das aeronaves civis está ligado a Embraer e se desdobra nas metas em relação ao posicionamento do país, como o 3º maior produtor, e pelo aumento da participação no segmento de aeronaves executivas. Com isso, o objetivo da política está relacionado à manutenção do posicionamento conquistado pela empresa e reforça o direcionamento estratégico da Embraer no sentido do desenvolvimento do mercado de aeronaves executivas, priorizado a partir de 2005.

O objetivo do aumento da participação das aeronaves nacionais no mercado interno, também associado à Embraer, refere-se, principalmente, à exploração de oportunidades junto às operações de rotas áreas de baixa e média densidade e ao desenvolvimento do transporte aéreo regional. Não foram estipulados objetivos em relação ao setor aeronáutico militar, ainda que o projeto de cargueiro militar KC-390, desenvolvido pela empresa em parceria com a FAB, focalize o mercado internacional.

Com isso, as metas da PDP ligadas à Embraer, quais sejam, posicionamento do país como o 3º maior produtor aeronáutico; aumento da participação no segmento de aeronaves executivas; e ampliação da participação de aeronaves nacionais no mercado interno, tem como foco o posicionamento do produto no mercado.

A expansão da produção de helicópteros no mercado sul-americano, por sua vez, é associada ao esforço para o desenvolvimento de novos sistemas de produção e diversificação das atividades a partir da Helibras, cujas atividades foram impulsionadas pelo programa de aparelhamento das Forças Armadas. Para tanto, foram definidos como metas a consolidação do país como um centro de manutenção e produção desses equipamentos¹¹⁰.

O desenvolvimento de fornecedores de classe mundial, indicado pela meta de ampliação das exportações peças, estruturas e sistemas corresponde ao objetivo de inserção nas cadeias internacionais de valor, pela participação nos projetos aeronáuticos. Esse objetivo envolve a formação de competência na produção de baixo custo ou de competência diferenciadas, além das ações para desenvolvimento do mercado.

Os objetivos gerais para área da defesa são a expansão das exportações de produtos e serviços, estabelecido no contexto da recuperação e crescimento da base industrial interna. Cumpre destacar, com base nas proposições da Estratégia Nacional de Defesa (EDN, 2008), o caráter complementar atribuído ao mercado internacional, como meio garantir as condições de viabilidade da produção nacional. As metas estabelecidas para o setor foram definidas com base no conteúdo nacional das aquisições para defesa.

¹¹⁰ As metas objetivas em relação ao segmento de helicópteros foram excluídas da revisão da PDP em 2009. Em 2008, a meta estipulada era dobrar as exportações de helicópteros para a América do Sul.

O setor espacial não é abordado de forma diretamente pela PDP e as atividades do programa brasileiro (PNAE) foram incorporadas às áreas estratégicas ao Plano de Ciência e Tecnologia de 2007. Os objetivos definidos se concentram no domínio das tecnologias de lançamento, para garantir autonomia para o acesso ao espaço e integração de subsistemas para o desenvolvimento das plataformas e aplicações. Não há estratégias específicas para o desenvolvimento e produção partes e subsistemas e participação nessas cadeias internacionais de valor

Contudo, o programa brasileiro tem como objetivos a participação no segmento de lançamentos de lançamento de satélites comerciais, através da base de Alcântara (MA); e o desenvolvimento de satélites, para exploração do mercado de telecomunicação e *broadcasting*. Em ambos, o objetivo é o desenvolvimento de novos sistemas de produção a partir da articulação com empresas e instituições internacionais.

Não foram atribuídos objetivos ou metas em relação a variáveis básicas representativas dos setores, como valor da produção industrial, valor adicionado da produção, taxa de crescimento do produto ou número de empregos. Apesar de a política focalizar a ampliação da capacidade de produção e inovação, não foram estipulas metas de investimentos ou recursos para alocação em projetos, com exceção da indústria da defesa¹¹¹.

Requisitos das políticas

Os requisitos para consecução dos objetivos das políticas para o setor aeroespacial no Brasil envolvem aspectos relacionados à capacidade produtiva e capacidade tecnológica, como sugerem os desafios e os campos de ação que orientaram as ações da PDP e PNAE. Também foram apontados requisitos sistêmicos como melhoria das condições de financiamento para o setor aeronáutico, e desoneração fiscal, para a área da defesa.

¹¹¹ A PDP para indústria da defesa previa um investimento de R\$ 1,4 bilhão em modernização e PD&I até 2020.

Entre os requisitos relacionados aos *inputs* do processo de produção, destaca-se, na indústria aeronáutica, o desenvolvimento de novos fornecedores nacionais; a atração de novos investimentos; e a instalação de distribuidores no país de matérias-primas, para redução da dependência das pequenas empresas junto à Embraer.

Na indústria espacial e indústria da defesa, os requisitos relacionados aos *inputs* do processo de produção, indicados pelas políticas, são a formação de recursos humanos e a ampliação dos orçamentos para constituição e modernização da infraestrutura. A política para essas indústrias também aponta o fortalecimento da cadeia produtiva como um desafio.

Quanto aos requisitos relacionados à escala de produção podemos identificar a inserção nas cadeias globais de valor e o aumento da participação e diversificação dos mercados da produção aeronáutica; e a ampliação da participação nos mercados externos e internos, para a indústria da defesa. Na política para indústria espacial, no entanto, não foram identificados requisitos específicos vinculados à escala para as operações.

Em relação aos requisitos para organização da produção, podemos destacar a homologação e a certificação dos produtos e processos na indústria aeronáutica e indústria da defesa. Cumpre observar que essas certificações são condições necessárias para adesão das empresas a maior parte dos projetos em execução e em desenvolvimento no setor aeroespacial.

As políticas para setor aeroespacial no Brasil não definiam requisitos em termos de diferenciação de produto. Também não havia menção a requisitos associados à produtividade para consecução dos objetivos estabelecidos.

Na área de capacitação tecnológica, os requisitos apontados pelas políticas concentravam-se no aumento das atividades de PD&I e na modernização da infraestrutura. No setor aeronáutico, o fortalecimento da base de ciência, tecnologia e inovação foi associado à atração de centros de pesquisa e atividades de P&D de empresas estrangeiras; e na indústria espacial e da defesa, a ênfase é a domínio e a autonomia em tecnologias fundamentais e acesso restrito.

As políticas não apresentam detalhamento da natureza das competências tecnológicas requeridas, aos quais podem ser relacionados os requisitos propostos pelos conceitos de capacidades tecnológicas intermediárias e capacidades tecnológicas avançadas, apontados pela literatura.

A seletividade da política

A seletividade das políticas para o setor aeroespacial no Brasil se concentra na origem do capital e no porte das empresas. A partir desses elementos são estruturadas outras ações seletivas envolvendo os relacionamentos e interação; aspectos institucionais; demanda; e base de conhecimento.

A seletividade em relação ao porte das empresas é observada no setor aeronáutico, onde se concentra o grupo de pequenas empresas que atendem principalmente à Embraer. Também há seletividade na política para a indústria aeronáutica em relação origem do capital, através dos planos de atração de empresas estrangeiras, que compõe as cadeias internacionais de valor.

Os relacionamentos entre os agentes e a interação entre as empresas que compõem as cadeias de valor também são objeto de proposta de ações seletivas. Na indústria da defesa, o foco dessas ações é o desenvolvimento dos mercados, por meio das exportações, e na área espacial, a prioridade é a formação de competências.

No setor aeronáutico as ações seletivas envolvendo os relacionamentos e as interações entre os agentes visam a inserção nas cadeias internacionais de valor, a formação de competências e também o acesso ao mercado. No caso da indústria aeronáutica há ainda ações para promover de associação das empresas locais com empresas estrangeiras.

As ações seletivas sobre a demanda, representadas principalmente pelas compras públicas, envolvem diretamente os objetivos da política para área da defesa, onde foram estipuladas metas em relação à participação das compras nacionais. Há também ações seletivas indiretas sobre a demanda representadas pelos acordos de compensação que são previstas pelas políticas para defesa e indústria aeronáutica.

Na área institucional, destaca-se a proposta de organização de fundos de investimentos e outros instrumentos para participação no capital de empresas. Havia também proposta de normas e procedimentos específicos para as compras da área de defesa, como forma de garantir as condições para política de desenvolvimento de fornecedores, e ações para criação de regime aduaneiro espacial para o setor aeronáutico.

Em relação à seletividade da base de conhecimento, no setor aeronáutico, as referências foram os desafios tecnológicos dos projetos civis, que nortearam a elaboração da agenda tecnológica elaborado pela ABDI (2009). No segmento da defesa, os critérios foram as restrições ao acesso, representadas pelos embargos, e as fronteiras tecnológicas que nortearam o desenvolvimento dos novos sistemas de armas.

Na área espacial as prioridades são as plataformas multimiissões para o desenvolvimento das aplicações em observação terrestre, experimentos científicos, monitoramento climático e telecomunicações. O programa espacial também busca o domínio das tecnologias que garantam a autonomia no desenvolvimento de veículos lançadores, como já mencionado.

Instrumentos das políticas

A política para o setor aeronáutico no Brasil se concentra em variáveis sistêmicas, relacionadas, principalmente, ao fomento da produção, em alinhamento aos objetivos gerais da PDP, quanto ao desenvolvimento da capacidade produtiva. Cerca de 2/3 das medidas publicadas para o setor em 2008 e 2009 estavam ligadas ao fomento da produção e ao comércio exterior, e 1/3, relacionadas às externalidades, na forma de infraestrutura, serviços técnicos de apoio e recursos humanos.

No campo do fomento à produção estão as medidas para o financiamento, tratamento tributário, regulação e procedimentos aduaneiros e promoção de novos investimentos. Na área de comércio exterior, o foco eram as ações comerciais para inserção de produtos e serviços no exterior; a inclusão do setor nos acordos internacionais e o desenvolvimento de instrumentos para garantia de crédito. Havia também ações para o incentivo da proteção à propriedade intelectual e para atração de atividades de P&D de empresas multinacionais¹¹².

No campo das externalidades, o foco era infraestrutura, com a implantação de laboratórios especializados; o desenvolvimento de serviços técnicos de apoio pelo SIBRATEC-Aeronáutico; e os programas de capacitação para mão de obras e pequenos e médios empresários. A execução dos orçamentos dos fundos setoriais aeronáutico e espacial, a ampliação dos orçamentos para PD&I das ICT's, a disseminação dos instrumentos existentes para os investimentos em PD&I, também foram apontadas como medidas da política.

¹¹² No caso, o escopo das ações para atração dos centros de pesquisa e das atividades de P&D seriam, essencialmente, os parceiros de risco da Embraer, cujo valor agregados das operações no País são limitadas.

Na defesa o foco das ações anunciadas também foi sistêmico, porém concentradas no comércio exterior, particularmente, na promoção e desenvolvimento dos canais internacionais de distribuição. No campo do fomento à produção, as medidas também visam a expansão e adequação do financiamento; e nas externalidades positivas, a ampliação de recursos não-reembolsáveis e formação de recursos humanos.

Programas para o setor aeroespacial no Brasil

Os principais programas para o setor aeroespacial no Brasil são o aparelhamento da Força Área Brasileira (FAB); o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE); os programas de financiamento e subvenção das atividades P&D operados pela FINEP; e o Fundo Setorial Aeronáutico (CT-Aeronáutico) e o Fundo Setorial Espacial (CT-Espacial).

O programa de aparelhamento FAB compreende uma das mais importantes oportunidades para expansão e diversificação das atividades para o setor aeroespacial Brasileiro, em razão dos acordos de compensação e possibilidade de participação das empresas nacionais nos projetos. Esse programa prevê investimentos de US\$ 15,6 bilhões entre 2008 e 2028 tem como principais projetos a compra dos aviões de combate do programa F-X e dos helicópteros de transporte EC-725 e também o desenvolvimento dos aviões cargueiros KC-390, em parceria com a Embraer.

Na área espacial, os principais programas desenvolvidos no Brasil são as plataformas multissmissões; os veículos Lançadores de Satélites; e a infraestrutura para exploração comercial da base de lançamentos de Alcântara (MA). Havia também o projeto de um satélite geoestacionário para exploração dos serviços de telecomunicações em parceria com a iniciativa privada. O orçamento do PNAE para o ano de 2010 é de R\$ 282,33 milhões.

Os programas de financiamento e subvenção das atividades P&D operados pela FINEP são as principais fontes de recursos para os investimentos das empresas no desenvolvimento de novos produtos e processos. Em 2008 os projetos financiados no setor aeroespacial, incluindo as aplicações na área da defesa foram de R\$ 267 milhões.

Já o fundo setorial aeronáutico e o fundo setorial espacial são importantes fontes de recursos para o desenvolvimento de tecnologias básicas e infraestrutura prestação de serviços tecnológicos para o setor. Em 2009, esses fundos contam, em conjunto, com um orçamento de R\$ 35,25 milhões.

Também merecem destaque o programa do BNDES Pró-Aeronáutica para o financiamento dos investimentos, que contava com uma dotação de R\$ 100 milhões para o período de 2007 a 2010, e as linhas de financiamento regulares do banco para as exportações, considerados instrumentos importantes para competitividade da produção aeronáutica no mercado internacional.

5 Comparação entre o Brasil e o Canadá

Nos subitens que seguem é apresentada a análise comparada entre o Brasil e o Canadá da evolução do setor aeroespacial, da configuração do sistema de produção e das principais políticas para o setor em vigor, com base nas considerações gerais dos estudos de caso, realizadas nos capítulos 3 e 4.

As proposições em relação à avaliação das políticas para o setor aeroespacial no Brasil, elaboradas a partir da experiência canadense, nos termos propostos na introdução do trabalho, são apresentadas no item final.

5.1 Evolução do setor aeroespacial

A análise comparada da evolução do setor aeroespacial no Brasil e no Canadá sugere como aspectos distintivos importantes às características da base científica e tecnológica e o contexto do processo de formação da capacidade produtiva e inovativa entre os países. Também merecem destaque o conceito de autonomia e as diretrizes históricas das políticas para o setor. Esses aspectos são abordados nos subitens que seguem.

A base científica e tecnológica para o setor aeroespacial

As bases científicas e tecnológicas compreendem uma condição necessária para o desenvolvimento da capacidade de produção e inovação no setor aeroespacial. Por essa razão, são importantes para a evolução do sistema de produção os esforços para mobilização de recursos e para organização dessas operações assim como as características e a orientação das atividades.

No Brasil, as atividades científicas e tecnológicas no setor aeronáutico foram inicialmente organizadas pelo Instituto de Pesquisa Tecnológico (IPT) de São Paulo, uma instituição civil. Com a criação do CTA, atual DCTA, essas atividades foram concentradas pela instituição, cuja orientação é militar. Desde então, o DCTA permanece como a mais importante instituição do setor no País, ainda que algumas iniciativas de orientação civil já possam ser observadas.

No caso das aplicações de engenharia e tecnologia espacial, apesar do INPE ser uma instituição civil, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o desenvolvimento das atividades do programa espacial brasileiro foi orientado e coordenado por instituições militares até 1994, quando a Agência Espacial Brasileira (AEB), foi organizada. Cumpre observar que parte importante do programa, representado pelo desenvolvimento dos veículos lançadores e da infraestrutura de solo é de responsabilidade do DCTA.

No Canadá, as atividades de P&D do setor aeroespacial estavam originalmente concentradas NRC, durante o esforço de mobilização para 2ª Guerra mundial. Com o final do conflito, as atividades militares foram concentradas em instituições específicas, que foram articuladas, por sua vez, aos programas de P&D militares norte-americanos.

Com isso, o NRC Aerospace passou a dedicar-se integralmente ao desenvolvimento de tecnologia e serviços para o setor aeroespacial civil, incluindo os serviços específicos para as pequenas e médias empresas. Atualmente, o instituto conta com uma das melhores infraestruturas para o desenvolvimento de aplicações civis para o setor aeroespacial do mundo.

Nesse contexto, tendo como referência a experiência canadense, o desenvolvimento da infraestrutura científica e tecnologia de apoio ao setor aeroespacial poderia priorizar a diversificação e a focalização das atividades de P&D em relação à natureza dos objetivos. Mais especificamente, o desenvolvimento da infraestrutura poderia ser impulsionado pela diversificação da base C&T a partir da promoção das atividades e aplicações civis.

Vale mencionar, que grande parte das tecnologias do setor aeroespacial também é de interesse da área defesa, em razão de comporem os sistemas de uso militar, sendo consideradas assim, tecnologias de uso dual. Além disso, o escopo das tecnologias e atividades reunidas pelo setor aeroespacial é bastante amplo e oferece oportunidade em diversos campos de aplicação.

O desenvolvimento das capacidades produtivas

O Brasil e o Canadá apresentam diferenças históricas importantes em relação à formação das capacidades produtivas básicas e capacidades inovativas. Essas diferenças parecem essenciais para compreensão da evolução e das características do setor aeroespacial nesses países.

No Canadá, o desenvolvimento da capacidade produtiva ocorreu com a mobilização industrial para o fornecimento de equipamentos militares para o atendimento das forças aliadas, durante 2ª Guerra Mundial. Para o desenvolvimento dessa capacidade contribuíram as subsidiárias de grandes empresas do setor e os acordos de cooperação e transferência de tecnologia, além da participação direta do Estado, através das empresas públicas.

Essa capacidade produtiva, com o final da Guerra, se especializou no atendimento das necessidades complementares do mercado norte-americano, com a inclusão do Canadá na base industrial de defesa dos EUA. Dessa forma, foram constituídas algumas das características mais importantes do sistema de produção aeroespacial canadense, como o elevado grau de internacionalização da base produtiva é a orientação ao atendimento de segmento específicos do mercado internacional.

No Brasil, o desenvolvimento da capacidade produtiva foi, historicamente, orientado ao atendimento das necessidades internas, geradas pelo desenvolvimento dos projetos aeroespaciais e outras atividades de apoio. E a participação empresas estrangeiras foi pouco expressiva, o que levou a indústria a ser constituída principalmente por pequenas e médias empresas nacionais.

Com isso, as restrições estabelecidas pelas pequenas escalas de produção, devido às dimensões reduzidas do mercado interno podem ser consideradas um dos mais importantes fatores que condicionaram o desenvolvimento do setor aeroespacial, o que permanece como um desafio para o desenvolvimento dessas atividades no Brasil.

Em outras palavras, o desenvolvimento de condições de mercado para realização da produção no longo prazo se constituiu em uma condição necessária para o desenvolvimento e manutenção da capacidade produtiva no setor aeroespacial. Tanto quanto o desenvolvimento das capacidades produtivas e inovativas.

O desenvolvimento das capacidades inovativas

A capacidade de desenvolvimento de projetos a partir da integração de sistemas compreende uma competência fundamental para as inovações em produtos complexos. Essa capacidade também se constitui em um dos requisitos que condicionam o posicionamento na cadeia de valor e as atribuições em relação à coordenação e articulação da produção.

No Canadá, as capacidades inovativas e a liderança na coordenação das cadeias de valor concentraram-se, historicamente, nas *prime contractors* que foram controladas pelo Estado e vieram a constituir a Bombardier. Contudo, também desempenharam um papel importante as subsidiárias estrangeiras, especialmente àquelas voltadas para exploração de segmentos do mercado internacional, como PWC – nos sistemas de propulsão de pequeno porte – e a BTHC – nos helicópteros comerciais.

No Brasil, a capacidade inovativa se concentrou, essencialmente, nos agentes que lideraram o desenvolvimento do setor. No caso, a Embraer, na indústria aeronáutica, que foi administrada pelo Ministério da Aeronáutica, e as instituições científicas e tecnológicas públicas - INPE e DCTA - para as aplicações espaciais.

A transferência de tecnologia e os acordos de cooperação internacionais desempenharam um papel fundamental para a constituição das competências produtivas e inovativas em ambos os países. O Canadá, no entanto, desde os anos 50, tem se concentrado no desenvolvimento das aplicações civis com base em acordos de cooperações internacionais.

No Brasil, o compromisso com o desenvolvimento das aplicações para uso civil se concentrou, historicamente, no segmento espacial, onde se estabeleceu o maior número de acordos de cooperação internacional. No segmento aeronáutico – e aplicações espaciais, relacionados ao sistema de armas – o objetivo do desenvolvimento de capacidade produtiva de aplicações militares, condicionou os acordos de transferência e cooperação tecnológica.

Assim, a orientação do Canadá em relação às das aplicações para uso civil pode ser considerada um aspecto distintivo em relação à experiência brasileira, tendo contribuído para a atração de empresas estrangeiras e para organização de ações colaborativas e cooperativas. Esses elementos, por sua vez, foram importantes para o desenvolvimento da capacidade inovativa.

Conceito de autonomia para o setor aeroespacial

No Brasil e no Canadá, o Estado atuou de forma direta no setor aeroespacial, por meio de estatizações e organização de empresas públicas, com objetivo garantir a autonomia no desenvolvimento dos projetos. No entanto, o sentido da autonomia perseguido historicamente pelos países foi distinto.

No Canadá, a idéia de autonomia esteve relacionada ao poder de decisão e liderança de empresas canadenses sobre os projetos, o que é representado pelo conceito de governança. Mais especificamente, o poder decisório em relação ao desenvolvimento das aplicações civis em tecnologia espacial e estratégias para exploração de mercado de aviões de pequeno porte, o que se configura em autonomia para decisões econômicas.

No caso do Brasil, a autonomia perseguida pelas instituições que lideraram o setor aeroespacial, com o apoio da política pública, foi orientada, essencialmente, ainda que não exclusivamente, por objetivos relacionados independência para garantia da segurança e integração nacional, tendo como base os princípios do poderio aéreo. Isto é, a orientação tecnológica e os objetivos estratégicos foram priorizados em relação aos objetivos econômicos.

Entre as possíveis implicações que podem ser associadas às diferentes visões sobre autonomia no setor aeroespacial no Brasil e no Canadá podemos destacar a ênfase em relação aos objetivos perseguidos historicamente pelas políticas para o setor aeroespacial entre os países, abordada a seguir.

As diretrizes históricas das políticas para o setor

Desde os anos 70, o Canadá e o Brasil empreendem políticas industriais para o setor aeroespacial, cujas ações envolveram desde a operação direta no setor até a aplicação de princípios gerais para competitividade setorial. Os objetivos históricos dessas ações, em razão da configuração do sistema de produção, apresentam diferenças importantes entre os países.

No Canadá, o posicionamento do sistema de produção na cadeia de valor e a competitividade são objetivos tradicionais das políticas para o setor. No caso, esses objetivos históricos podem ser associados à importância do fornecimento de serviços, componentes e partes para o mercado internacional, principalmente norte-americano, e a participação das empresas internacionais.

No Brasil, a organização das atividades básicas e a capacitação se constituem em objetivos tradicionais das políticas. Esses objetivos históricos, por sua vez, podem ser associados às restrições ao desenvolvimento da produção, em razão dos limites do mercado interno, e as condições necessárias, em termos de competências requeridas, para o acesso ao mercado internacional.

Também merece destaque, a idéia associada ao objetivo do adensamento produtivo no setor aeroespacial, observados nos países. No caso do Brasil, esse objetivo é historicamente relacionado à completude do tecido produtivo e dependência de importações e no Canadá, ao grau de diversificação da produção e o posicionamento na cadeia para exploração de mercado.

Quadro 43 – Brasil e Canadá: análise comparada da evolução do setor aeroespacial

	Brasil	Canadá
Base científica e tecnológica	Predominância de atividades coordenadas por instituições militares	Separação das atividades voltas para aplicações militares e aplicações civis
Capacidade produtiva	Mercado interno (operações aeroespaciais civis e militares)	Mercado externo (base industrial de defesa dos EUA)
Capacidade inovativa	Baseada em empresas nacionais e ICT's	Baseada em empresas nacionais, empresas estrangeiras e ICT's
Conceito de autonomia	Independência e suficiência (poderio aéreo)	Liderança e poder decisório (poderio econômico)
Objetivos da política	organização, capacitação e substituição de importações	posicionamento, competitividade e diversificação da produção

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2 Configuração do sistema de produção

Nos subitens que seguem são realizadas as comparações entre a base produtiva e a *performance* do setor aeroespacial do Brasil do Canadá. Assim, a partir das considerações gerais apresentadas nos itens 3.2.4 e 4.2.4 são abordados os perfis das competências; as características das empresas e dos outros atores; os recursos humanos; e o desempenho, em termos de receita, valor adicionado e inovação.

5.2.1 Base Produtiva

A análise comparada das competências do setor aeroespacial sugere a ênfase no desenvolvimento em integração de sistemas no Brasil e as limitações nas áreas de subsistemas, partes e componentes para as indústrias aeronáutica, espacial e de defesa. O Canadá, por sua vez, apresenta uma configuração produtiva mais diversificada, justamente pela presença de competências no segundo e terceiros níveis das cadeias de valor.

Cumprе observar que, apesar de o Canadá não se dedicar diretamente às aplicações na área da defesa, como sistemas de armas e aplicações de uso dual, a indústria canadense participa do mercado como fornecedora de subsistemas que são integrados às aplicações militares. Essa inserção resulta, por sua vez, dos acordos celebrados com os países desenvolvidos, principalmente com os Estados Unidos e com a Inglaterra.

Em comum, o Brasil e o Canadá reúnem competências no desenvolvimento e integração de aviões executivos e regionais. Os países também enfrentam o desafio do desenvolvimento de competências em novos campos das aplicações aeroespacial. O Canadá, no entanto, possui um posicionamento de destaque internacional em algumas áreas específicas, como as aplicações espaciais para uso civil.

Quanto ao tecido produtivo, observa-se que ambos os sistemas de produção possuem uma grande quantidade de pequenas empresas, ainda que a escala do sistema de produção canadense seja maior. O Canadá possui o dobro de estabelecimentos dedicados ao setor em relação ao Brasil, e duas áreas de concentração de atividades. No Brasil, apenas a região de São José dos Campos (SP) constitui-se um *cluster* aeroespacial.

A distinção mais importante entre os sistemas de produção, contudo, é a proporção dos estabelecimentos de médio porte dedicados. No Brasil, 10% desses estabelecimentos possuem mais de 100 funcionários, e no Canadá 20%. Assim, com base na referência canadense, pode-se considerar que a diversificação das atividades esteja relacionada ao aumento da participação relativa de empresas de médio e grande porte e, talvez, também, ao desenvolvimento ou à consolidação de novos arranjos dedicados ao setor.

Ainda em relação ao tecido produtivo, observa-se que o Canadá conta com 7 empresas de classe mundial inseridas nas cadeias globais de valor, sendo que 5 dessas empresas são canadenses, enquanto o Brasil conta com apenas 2 empresas com esse perfil. A existência de empresas de classe mundial constitui-se em um elemento importante para alavancar a inserção das empresas nas cadeias internacionais de valor, ainda que não seja uma condição suficiente para tanto, como sugere a própria experiência brasileira.

Em relação aos outros atores, observa-se no Brasil a participação pequena das universidades no desenvolvimento das aplicações científicas e tecnológicas, além da concentração das atividades de P&D nas instituições militares. Assim, o processo de diversificação da formação de mão de obra no Brasil é mais evidente que a diversificação das atividades de P&D, necessária a um sistema de produção maior e mais complexo, como é o caso da referência canadense.

Particularmente, a configuração dos recursos humanos no Brasil e no Canadá aponta para algumas das questões mais tradicionais quanto às vantagens relativas e desafios para o sistema de produção, ainda que esses elementos não sejam suficientes para explicar a evolução e *performance* dos sistemas.

No Canadá, um dos principais desafios é o desenvolvimento de fontes de recursos humanos para garantir as condições de operação do sistema de produção no longo prazo. Já o domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos fundamentais do setor compõe as vantagens relativas do sistema.

No Brasil, o domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos críticos, relacionados às aplicações aeroespaciais, compreendem, por sua vez, um dos desafios mais importantes para o desenvolvimento do sistema de produção. Já a oferta de mão de obra básica, necessária à operação do setor, é uma das vantagens relativas da produção aeroespacial do Brasil, assim como de outros países em desenvolvimento, como a China e a Índia.

Quanto às formas de governança, o Canadá conta com uma estrutura centralizada no *Industry Canada*, que corresponde no Brasil ao Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Essa instituição federal reúne a Agência Espacial Canadense (CSA), responsável pelas operações do programa espacial e o *Industrial Technologies Office* (ITO), uma Agência Especial dedicada à operação dos programas de coordenação das ações junto ao setor aeroespacial e outros setores intensivos em tecnologia.

No Brasil, atualmente, a coordenação do setor aeroespacial se processa conjuntamente pelo Ministério da Defesa e Ministério da Ciência e Tecnologia, aos quais são ligadas as principais instituições do setor, com a participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

No Quadro 44 estão resumidos os elementos de comparação do sistema de produção do Brasil e do Canadá abordados neste trabalho.

Quadro 44 – Brasil e Canadá: análise comparada da base produtiva do setor aeroespacial

	Brasil	Canadá
Base produtiva		
Competências		
Indústria aeronáutica	Integração de sistemas e serviços de engenharia	Integração de sistemas, des e prod. de partes, subsistemas e serviços
Indústria espacial	Integração de sistemas e aplicações civis	desenvolvimento, produção e integração de subsistemas e aplicações civis
Indústria da defesa	Desenvolvimento e produção de sistemas	Desenvolvimento e produção de subsistemas e serviços
Base de conhecimento	Tecnologias tradicionais em integração de sistemas	Tec. tradicionais em subsistemas, componentes, partes e serviços
Firmas		
Número de estabelecimentos	179 estabelecimentos (2007) (com ao menos 1 funcionário)	273 estabelecimentos (2008) (com ao menos 1 funcionário)
Porte	10% das empresas (com mais de 100 funcionários)	20% das empresas (com mais de 100 funcionários)
Distribuição geográfica	Região de São José dos Campos (SP)	Toronto (Ontário) e Montreal (Quebec)
Empresas	2 empresas de classe mundial. Não há integradoras para o setor espacial e motores	7 empresas de classe mundial. Não há integradoras para sistemas militares
Outro atores		
Institutos de pesquisas	Concentração das atividades de P&D em organizações militares	Concentração das atividades de P&D em organizações civis
Universidades	Expansão e consolidação dos centros de formação	Centros de excelências internacionais voltados para pesquisa aplicadas
Coordenação	BNDES, Min.da Defesa e Min. da Ciência e Tecnologia	Industry Canada
Recursos humanos		
Condições de oferta	Mão de obra abundante	restrições de oferta de mão de obra de médio prazo
Formação e domínio técnico	Restrições de competências em tecnologias críticas	Capacidade científica e tecnológica de referência internacional

Fonte: Elaborado pelo autor

5.2.2 Performance

A análise comparada da estrutura das receitas do setor aeroespacial do Brasil e Canadá indica a orientação do sistema de produção ao mercado externo, porém no Canadá a participação da demanda interna é maior que no Brasil, provavelmente em decorrência da maior diversidade de produtos e serviços e do maior emprego relativo desses produtos e serviços, dado o nível de renda.

Com isso, com base na experiência canadense pode-se considerar que o processo de diversificação das atividades do setor e o próprio desenvolvimento econômico, representado pelo aumento da renda, contribuam para a expansão do mercado interno. Em 2008, a participação do mercado interno nas receitas do setor aeroespacial do Canadá era de 20%, e no Brasil 10%.

A diversificação do sistema de produção também sugere uma menor dependência do setor aeroespacial em relação à comercialização de aviões, ainda que esses sejam os produtos mais importantes. Os outros negócios do setor aeroespacial, além da comercialização de aviões, representavam 50% das receitas do Canadá em 2007, e 5% das receitas do Brasil.

Já a grande concentração dos negócios nos países desenvolvidos, particularmente nos Estados Unidos, depende do crescimento dos mercados internacionais. Destaca-se, também, a importância dos aspectos institucionais como forma de permitir o acesso aos mercados e garantir as condições necessárias para viabilizar as atividades. Vale lembrar que as condições diferenciadas de acesso ao mercado norte-americano compreendem uma variável fundamental para a evolução da indústria aeroespacial canadense.

A *performance* dada pelas medidas relacionadas ao valor adicionado indicam, a princípio, parâmetros para a formulação de objetivos e metas que podem ser estabelecidos pelo Brasil com base na experiência canadense. No entanto, é preciso considerar, por um lado, a baixa produtividade das pequenas empresas que se dedicam às atividades de pouco valor agregado, e, por outro, o fato de o Canadá possuir a maior relação valor agregado/valor de produção em relação às principais indústrias aeroespaciais.

Assim, por exemplo, uma diversificação da produção poderia contribuir com o aumento da produtividade no Brasil; e a reorganização da produção no Canadá contribuiria com a redução da participação do valor adicionado no produto. Em 2007, a produtividade do Brasil era $\frac{1}{4}$ da canadense e a participação do valor adicionado do Canadá era 13 pontos percentuais maior que no Brasil.

Quanto à *performance* inovativa, observa-se que a proporção de empresas inovadoras segue o padrão da indústria de transformação dos países. No Canadá $\frac{3}{4}$ das empresas do setor aeroespacial eram inovadoras em 2004, enquanto no setor aeroespacial brasileiro a proporção das inovadoras era $\frac{1}{3}$, em 2005.

Quanto ao esforço tecnológico, particularmente, observa-se que a participação do gasto em P&D na receita do setor aeroespacial do Canadá era de 6,2% em 2008, enquanto no Brasil a participação entre as empresas líderes e empresas emergentes no setor montagem e reparo de aeronaves eram de 7,3% e de 4,5%, respectivamente. Cumpre observar que o aumento das despesas de P&D consiste um dos desafios do setor aeroespacial no Canadá.

Quadro 45 – Brasil e Canadá: análise comparada da *performance* do setor aeroespacial

	Brasil	Canadá
Performance		
Receitas		
Exportações	Cerca de 90% das receitas geradas no mercado externo (2008)	Cerca de 80% da receita geradas no mercado externo (2008)
Principais mercados	Cerca de 40% das receitas geradas nos EUA (2008)	Cerca de 60% das receitas geradas nos EUA (2008)
Produtos	Cerca de 95% das receitas geradas com aviões (2006)	Cerca de 50% das receitas geradas com aviões (2006)
Valor adicionado		
Valor adicionado/valor da produção	33% (2007)	46% (2007)
Valor adicionado/trabalhador	US\$ 67,9 mil (2007)	US\$ 260,96 mil (2007)
Inovação		
Participação dos gastos com P&D	7,3% empresas líderes e 4,5% empresas emergentes (2005)	6,2% para o setor aeroespacial (2008)
Empresas inovadoras	Cerca de 1/3 das empresas (em 2005)	Cerca de 3/4 das empresas (em 2004)

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Políticas para o setor aeroespacial

Nos subitens que seguem são comparadas as políticas para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá tendo como referência as considerações descritas nos itens 3.3.4 e 4.3.4. e as referências analíticas definidas nos itens 1.3.2. Com isso, são abordados os objetivos, os requisitos, a seletividade, os instrumentos e principais programas para o setor nesses países.

5.3.1 Considerações iniciais

O *National Aerospace and Defense Framework* (NADF) é um termo de referência para as políticas voltadas ao setor aeroespacial no Canadá, para o período de 2005 a 2025. Entre as características NADF destacam-se o esforço em situar o campo de ação da política pública e o papel do Estado; a definição das diretrizes para o reposicionamento das atividades; e o desenvolvimento de uma abordagem sistêmica para o setor aeroespacial.

O esforço para definição de um posicionamento claro da política junto ao setor aeroespacial no Canadá decorre do reconhecimento do papel central do Estado para essas atividades em um contexto marcado pelas limitações das ações públicas por conta dos compromissos vinculados aos acordos multilaterais que o Canadá é signatário. Nesse sentido, o contencioso com o Brasil em 1998, em razão dos subsídios à Bombardier, foi decisivo para formulação dos princípios que constituem a NADF.

A necessidade da definição de novas diretrizes para o desenvolvimento da indústria aeroespacial no Canadá apontado pela NADF é explicada pelo acirramento da concorrência com os países em desenvolvimento, principalmente com o Brasil e com a China; maturidade dos produtos que constituem a base da indústria aeroespacial canadense; e a diversificação das oportunidades para o desenvolvimento da indústria no contexto internacional. Destaca-se também o interesse do Estado em garantir o posicionamento da indústria canadense entre as maiores do mundo.

O foco na abordagem integrada do setor aeroespacial adotado pela política canadense é associado às características do padrão de concorrência predominantes, que destacam a natureza sistêmica da competitividade. Com isso, a articulação e a coordenação das ações públicas e privadas assumem um caráter estratégico para consecução dos objetivos propostos para o setor.

No Brasil, a política para o setor aeroespacial estabelecida no contexto da Política de Desenvolvimento produtivo (PDP) em 2008 não se constituiu em um projeto integrado, que envolve as indústrias aeronáutica, espacial e aplicações para defesa. Com isso, podemos considerar que a organização de um projeto alternativo, em substituição às diretrizes que levaram a organização desse sistema de produção no Brasil, pautadas pelo princípio do poderio aéreo, permanece como um desafio.

Em outras palavras, as diretrizes para as aplicações aeroespaciais para área da defesa, para as atividades espaciais e para o setor aeronáutico são segmentadas e desarticuladas do ponto de vista da formulação e execução das políticas públicas. Vale lembrar, que na PDP o setor aeronáutico e a indústria da defesa foram inseridos em grupos com objetivos estratégicos diferentes e as atividades espaciais, reunida ao grupo estratégico das áreas ciência e tecnologia, não sendo objeto de ações diretas da política industrial.

A PDP para a indústria aeronáutica e para defesa são marcadas pelo esforço de organização das ações e programas, o que se configura em uma condição necessária para consecução dos objetivos. A política, no entanto, não detalha as estratégias específicas para consecução desses objetivos, cabendo essa formulação, à ABDI e ao Ministério da Defesa.

Contudo, a PDP foi elaborada como um sistema flexível, que permite a revisão dos objetivos, desafios e medias de política econômica, bem como, a inclusão ou a exclusão de setores de atividades. A estrutura proposta também permite ajustes no ordenamento dos instrumentos e instituições envolvidas nos programas e tem o mérito de explicitar o papel das instituições.

Assim, tendo como referência o Canadá, a política para o setor aeroespacial no Brasil carece de uma definição clara do campo de ação e o papel do Estado no setor; da definição de diretrizes para o reposicionamento das atividades; e o desenvolvimento de uma abordagem sistêmica para o setor aeroespacial.

5.3.2 Objetivos das políticas para o setor aeroespacial

Os objetivos da política para o setor aeroespacial no Brasil são fortemente relacionados à *performance* das empresas, estabelecido principalmente pelo posicionamento do produto no mercado, ainda que essa não seja uma referência explícita na PDP. A definição de diretrizes a partir de produtos e empresas específicas, por sua vez, são características das políticas industriais pautadas pela chamada escolha dos vencedores, como sugere a literatura.

No setor aeronáutico, por exemplo, são relacionadas à Embraer as metas de aumento da participação no segmento de aeronaves executivas; e ampliação da participação de aeronaves nacionais no mercado interno; e o posicionamento do país como a 3ª maior produtor aeronáutico. E relacionada à Helibras, a meta para consolidação do Brasil como um centro de produção e manutenção de helicópteros na América do Sul.

Na área espacial, ainda que não exista uma política industrial específica, um dos objetivos mais importantes do programa é exploração comercial dos lançamentos de satélites pela empresa bi-nacional Alcântara Cyclone Space (ACS), organizada pelo Brasil e Ucrânia em 2003. Na indústria da defesa, as metas foram definidas com base na participação do produto nacional nas aquisições das Forças Armadas.

No Canadá, as diretrizes da política para o setor aeroespacial visam manter a posição da indústria, entre as 5 maiores mundo. O documento em que são descritas as diretrizes para o setor menciona, explicitamente, que a política proposta não é ancorada em empresas específicas ou nos princípios que configuram a chamada escolha de vencedores.

Nesse contexto, os objetivos foram estipulados em termos de: a) *performance* setorial, representado pelo crescimento da produção, taxa de retorno, produtividade, atividade inovativa e participação do valor adicionado da produção; b) estrutura industrial, dada pela concentração de *prime contractors*, atuação global das empresas e diversificação dos mercados; e c) desenvolvimento de competências na área de integração e gestão do ciclo de vida dos sistemas aeroespaciais.

Assim, com base na experiência canadense, a política industrial no Brasil poderia especificar objetivos em relação as variáveis básicas de *performance* para setor, como por exemplo, valor da produção industrial, valor adicionado, taxa de crescimento do produto ou número de emprego. Também poderiam ser definidos objetivos em relação à estrutura do mercado e objetivos em termos de formação de competências.

Cumprir observar, que os objetivos e metas de *performance* setoriais são tipicamente variáveis de resultado, que podem ser conjugados a estratégias para desenvolvimento das atividades a partir das empresas líderes. Ou seja, a especificação de metas de *performance* setoriais não se contrapõe necessariamente ao desenvolvimento de uma eventual estratégia amparada em escolhas de vencedores, provavelmente necessária para consecução dos objetivos de desenvolvimento, dado o perfil do setor aeroespacial no Brasil.

Com efeito, a especificação de metas de *performance* setoriais permitiria que a avaliação das políticas se concentrasse nos resultados, além de possibilitar a análise comparativa, como por exemplo, com a política canadense.

5.3.3 Requisitos das políticas para o setor aeroespacial

No Canadá, o requisito fundamental estabelecido pela política para o setor aeroespacial é o desenvolvimento da capacidade inovativa avançada, entendida como as competências para o desenvolvimento e implantação de novos sistemas técnicos e especificações para produção. Na área produtiva, o foco proposto pela NADF é diferenciação em relação à *performance*, qualidade e interoperabilidade dos produtos e serviços.

Esses requisitos, estabelecidos pela política para o setor aeroespacial no Canadá, visam garantir a participação internacional da indústria pelo reposicionamento das empresas na cadeia de valor. Nesse modelo, a produtividade é identificada como um requisito básico para o enfrentamento da concorrência, em particular, com países cuja competitividade é baseada nos diferenciais de mão de obra, como China, Brasil.

No Brasil, os requisitos da política para o setor compreendem elementos básicos associados ao desenvolvimento da capacidade de produção, em razão das condições gerais dessas atividades industriais no País. Nesse sentido podemos destacar os requisitos em termos de *inputs* como infraestrutura, desenvolvimento de mão de obra e garantia do fornecimento de matérias-primas, que estão presentes nas políticas para o setor aeronáutico, setor espacial e também para área da defesa.

Ainda em relação às condições gerais de produção, os ajustes tributários, procedimentos aduaneiros e também o desenvolvimento de serviços de apoio, como garantia de créditos e seguros, se constituem em esforços para minimizar as desvantagens relativas dessas atividades no Brasil. Destaca-se que o foco das ações das políticas no Canadá é, por sua vez, a criação de vantagens relativas.

Cumpra observar, que nas políticas para o setor aeroespacial no Brasil, a inserção nas cadeias internacionais de valor é associada à garantia de escalas para viabilizar a produção e o crescimento da indústria, principalmente no setor aeronáutico e indústria da defesa. Com isso, a variável crítica estabelecida é o volume de exportações e não a natureza do relacionamento na cadeia de valor, como na política canadense.

Já as atividades de P&D e o fortalecimento da base científica e tecnológica proposto pelas políticas para indústria aeroespacial no Brasil estão relacionados principalmente, ainda que não exclusivamente, à autonomia tecnológica para domínio do desenvolvimento dos produtos e serviços, sobretudo na área espacial e da defesa. Isto é, o foco das atividades de P&D não é o desenvolvimento de vantagens competitivas e posicionamento na cadeia de valor, como no caso da política do Canadá.

Assim, com base na referência canadense, a política para o setor aeroespacial, em relação ao desenvolvimento da capacidade inovativa, poderia abordar o desenvolvimento de vantagens relativas em campos seletivos do setor aeroespacial, ainda que a prioridade, estabelecida como requisito seja o desenvolvimento da capacidade produtiva básica. Ou seja, o esforço em relação à autonomia poderia ser conjugado ao desenvolvimento de vantagens comparativas como requisitos para o posicionamento nas cadeias de valor.

Cumpra salientar, que a inserção nas cadeias de valor no setor aeroespacial ancorada essencialmente na capacidade produtiva implica na necessidade de competitividade em custos. Nesse contexto, o desenvolvimento das atividades a partir da inserção nos mercados internacionais é limitado às atividades em que há diferenciação em produtividade e preços relativos dos recursos produtivos, como sugere a literatura.

5.3.4 A seletividade das políticas para o setor aeroespacial

As políticas para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá propõem ações seletivas para consecução dos objetivos. Portanto, ambos os países operam com políticas industriais setoriais como estratégia para o desenvolvimento dessas atividades. As diferenças em relação à seletividade decorrem, contudo da distinção em relação aos objetivos das políticas e estrutura da produção industrial nos países.

No Canadá, a seletividade da política para o setor aeroespacial é condicionada pela base de conhecimento, perfil das relações e posicionamento na cadeia de valor e pelo porte das empresas. No Brasil, a seletividade é condicionada, principalmente pela origem do capital e pelo porte das empresas nas políticas para indústria aeronáutica e indústria da defesa.

As ações específicas para as empresas estrangeiras no Brasil objetivam, principalmente, o adensamento da cadeia produtiva ou a capacitação técnica. No Canadá, as ações focalizam as *prime contractors* responsáveis pela coordenação das cadeias de valor. Em ambos os países as políticas propõem planos de atração das atividades de P&D de empresas multinacionais.

Tanto no Brasil como no Canadá, as pequenas e médias empresas representam oportunidades para o desenvolvimento das atividades do setor aeroespacial, havendo, portanto ações seletivas junto a esse grupo. No Brasil, essas ações focalizam a garantia de condições de desenvolvimento da produção e o acesso ao mercado externo, enquanto no Canadá, a prioridade é o *upgrading* na cadeia de valor.

Contudo, a principal distinção da política entre os países refere-se à seletividade das ações em relação à base conhecimento. No Canadá, há seletividade em relação às características do conhecimento, quanto à possibilidade de desenvolvimento de competências necessárias à inserção nos novos projetos aeroespaciais. No Brasil, a seletividade é condicionada, principalmente, pelas prioridades em relação ao domínio tecnológico.

A seletividade em relação às características do conhecimento, quanto ao potencial desenvolvimento de competências necessárias para inserção em novos projetos aeroespaciais, se processa no Canadá por meio do financiamento público do investimento nas atividades de P&D. Nesse sistema, o instrumento mais importante é programa o *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI) instituído em 2007.

Assim, tendo como referência a experiência canadense, a seletividade em relação ao conhecimento requerido para a inserção nos novos projetos aeroespaciais poderia compor o escopo das ações das políticas no Brasil. Ou seja, a política poderia operar de forma seletiva em relação às oportunidades para o atendimento dos requisitos necessários à inserção nos novos projetos.

Cumprir mencionar, que um passo importante no sentido de perseguir o domínio do conhecimento foi dado no setor aeronáutico com a elaboração da agenda tecnológica, publicada pela ABDI em 2009. Com base nessas referências foram especificados pela PDP os campos tecnológicos prioritários para política industrial.

Contudo, a definição de tecnologias prioritárias e o desenvolvimento de sistemas de incentivos específicos, voltados para o domínio do conhecimento que ofereça oportunidades de inserção nos novos projetos do setor aeroespacial – como o SADI – podem ser considerados desafios para uma política abrangente e integrada para o setor aeroespacial no Brasil.

5.3.5 Instrumentos das políticas para o setor aeroespacial

As principais variáveis empregadas pela política para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá envolvem aspectos comerciais e o fomento à produção. Observa-se, no entanto, distinções importantes em relação ao escopo e aos formatos dos instrumentos empregados nesses países.

No Brasil, as ações na área comercial envolvem basicamente o *offset* e a expansão do mercado pela inclusão do setor nos acordos comerciais bilaterais. No Canadá, as ações comerciais abrangem os projetos cooperativos, que promovem a inserção no mercado da produção aeroespacial; os acordos na área de defesa, que garantem as condições para desenvolvimento e difusão de tecnologias consideradas sensíveis para área militar; e também o *offset*.

Na área de fomento à produção, o foco das ações da política no Brasil é o desenvolvimento e a modernização dos serviços e das atividades de apoio, incluindo financiamento de P&D, operação do sistema aduaneiro e estrutura do sistema tributário. No Canadá, as ações concentram-se no desenvolvimento de tecnologias que permitam a inserção das empresas nos novos projetos aeroespaciais, através do compartilhamento de riscos.

Em ambos os países os planos de atrações de empresas estrangeiras compõem o escopo das políticas. No Canadá, esses serviços estavam em operação e promoviam as condições diferenciadas em relação ao custo das atividades de P&D, o acesso ao mercado norte-americano e a qualidade e diversidade dos serviços de apoio à produção. Os planos de atração do Brasil estavam em fase de organização pela PDP.

No campo das externalidades positivas, o foco das ações da política para o setor aeroespacial no Canadá era o desenvolvimento de fontes de recursos humanos e ações para qualificação da mão de obra. No Brasil, as ações se concentram no desenvolvimento da infraestrutura, serviços tecnológicos de apoio, qualificação da mão de obra e capacitação dos empresários.

Assim, com base na experiência canadense, podemos evidenciar como referência, as ações no campo comercial necessárias à manutenção da capacidade produtiva e o desenvolvimento das atividades do setor espacial. Em particular, as ações cooperativas com implicações em termos de oportunidades produtivas, e os acordos militares para garantia de acesso e exploração de tecnologias sensíveis.

Já a criação de um plano de atração de empresas estrangeiras e sistemas de incentivos para novos investimentos no setor que constituam diferenciais relevantes no contexto dos limites dados pelos acordos internacionais de comércio, que compõem o escopo da PDP.

No Quadro 46 que segue são apresentadas as principais diferenças entre a política para o setor aeroespacial no Brasil e no Canadá.

Quadro 46 – Brasil e Canadá: análise comparada das políticas para o setor aeroespacial

	Canadá	Brasil
Características gerais	Política integrada para o setor aeroespacial	Políticas segmentadas para os setores industriais
Foco da política	<i>Performance</i> da indústria	<i>Performance</i> de produto/empresa no mercado
Diretrizes estratégica	Formação de competência de classe mundial	Autonomia e domínio de tecnologias críticas
Objetivos essenciais	Posicionamento na cadeia de valor	Expansão das exportações e capacidade de produção
Desafios	Capacidade inovativa avançada	Capacidade produtiva e capacidade inovativa básica
Requisitos básicos	Criação de vantagens competitivas	Minimizar desvantagens competitivas
Seletividades das ações	Base de conhecimento/relacionamento	Natureza do Produto/relacionamento
Instrumentos básicos	cooperação internacional, <i>offsets</i> e formação de recursos humanos	Acordos comerciais, <i>offsets</i> e serviços de apoio

Fonte: Elaborado pelo autor

5.3.6 Os programas para o setor aeroespacial

No Canadá, a expectativa é que o reposicionamento do setor aeroespacial nas cadeias internacionais de valor seja promovido pelos programas *Strategic Aerospace and Defence Initiative* (SADI), voltado para o compartilhamento de riscos dos investimentos em P&D, e o *Industrial and Regional Benefits* (IRB), que corresponde ao programa de compensações (*offset*) canadense.

No contexto da política canadense, o papel do IRB é promover as relações de colaboração e cooperação e o do SADI, a inserção das empresas nos novos projetos aeroespaciais. Para tanto o IRB conta com previsão de compensações da ordem US\$ 10 bilhões entre 2008 e 2008 e o SADI, com orçamento de US\$ 900 milhões para o período de 2007 a 2009.

No Brasil, a expectativa é que também os acordos de compensação derivados do programa de aparelhamento da Força Aérea Brasileira (FAB) e os investimentos em infraestrutura em modernização institucional estabeleçam condições favoráveis à expansão e diversificação da produção. Para tanto são estimadas compensações de US\$ 15,6 bilhões a partir de 2008.

A estratégia para alavancar o setor aeroespacial no Brasil também evolve a oferta de uma linha de financiamento de cerca de US\$ 50 milhões pelo BNDES para reestruturação industrial. E na área de P&D, a previsão, com base nos orçamentos de 2008, é que os recursos alocados pela FINEP no financiamento de projetos para o setor sejam de aproximadamente de US\$ 130 milhões/ano.

Assim, com base na referência canadense, podemos observar a ênfase do programa brasileiro na promoção da expansão e diversificação da produção a partir da demanda derivada das compensações. A política canadense, por sua vez, parece articular as oportunidades associadas ao *offset* com o apoio ao esforço de P&D para o reposicionamento na cadeia de valor.

Na área de P&D militar, onde estão inseridos os projetos executados DCTA, a meta estabelecida pela PDP em 2008 é que os investimentos sejam de cerca de US\$ 700 milhões ao ano. Com isso, seriam alcançados os valores anuais médios dos programas militares *Defence Development Sharing Agreement* (DDSA) e *Defence Research and Development Canada* (DRDC).

Na área científica e tecnológico, os recursos conjuntos dos Fundos para o Setor Aeronáutico e Espacial são de cerca de US\$ 20 milhões ao ano, que é metade do orçamento da *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR), principal de pesquisa canadense para o setor. Na área espacial, o orçamento da AEB em 2009 foi de cerca de US\$ 140 milhões, que também corresponde a cerca de metade do orçamento médio anual da agência espacial canadense.

Assim, com base na referência canadense, os esforços para o desenvolvimento das atividades do programa espacial e para as atividades científicas e tecnológicas do setor aeroespacial no Brasil pode ser considerado relativamente baixo.

Quadro 47 – Brasil e Canadá: análise comparada dos programas para o setor aeroespacial

Canadá	Brasil
<i>Canadian Space Agency (CSA)</i> US\$ 300,00 milhões ao ano em 2008	<i>Agência Espacial Brasileira (AEB)</i> US\$ 141,6 (milhões ao ano em 2009) (R\$ 282,33 milhões ao ano em 2009)
<i>Institute for Aerospace Research (NRC-IAR)</i> US\$ 40,00 milhões (ao ano em 2009)	<i>Fundo Setorial Aeronáutico e Espacial</i> US\$ 17,70 milhões (ao ano) (R\$ 35,25 milhões em 2009)
<i>Defence Dev. Sharing Agreement (DDSA)</i> US\$ 400,00 milhões (ao ano em 2009) <i>Defence Research and Dev. Canada (DRDC)</i> US\$ 300,00 milhões (ao ano em 2009)	<i>Investimento em P&D</i> US\$ 702,30 milhões (ao ano) (R\$ 1,4 bilhão ao ano - meta em 2009)
<i>Industrial and Regional Benefits (IRB)</i> US\$ 10,00 bilhões (entre 2008 e 2028)	<i>Aparelhamento das Forças Armadas</i> US\$ 15,6 (entre 2008 e 2018)
<i>Strategic Aerospace and Def. Initiative (SADI)</i> US\$ 900,00 milhões (entre 2007 e 2009)	<i>Financiadora de Est.e Proj. (FINEP)</i> US\$ 134 milhões (em 2008) (R\$ 267,00 milhões em 2008)
	<i>Pró-aeronáutica (BNDES)</i> US\$ 52,00 milhões (entre 2007 e 2010) (R\$ 100 milhões entre 2007 e 2010)

Fonte: Elaborado pelo autor

6 Considerações finais

O objetivo do presente trabalho é formular considerações para avaliação da política do setor aeroespacial do Brasil, com base nas semelhanças e diferenças com a política canadense. O foco da análise comparativa é a concepção estratégica da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) para o setor aeroespacial, instituída no Brasil em 2008, e da *National Aerospace and Defence Framework* (NADF), implementada no Canadá em 2005.

O pressuposto desta pesquisa é que a retomada da política industrial setorial, a partir de 2004, constituiu um novo cenário em relação aos anos 90, ao criar a possibilidade de elaboração de políticas específicas destinadas ao setor aeroespacial. O foco para a formulação dessas políticas, no entanto, é o desenvolvimento de vantagens competitivas internacionais, princípio que havia se consolidado como orientação básica para as políticas de desenvolvimento econômico do País no final dos anos 90.

Os argumentos para a escolha do Canadá como referência na análise comparada da estratégia brasileira para o setor aeroespacial são o porte da economia canadense e as características da sua estrutura; a importância relativa do setor da defesa; e a configuração da produção aeroespacial. Além disso, o objetivo da NADF é promover o desenvolvimento do setor aeroespacial canadense no contexto das cadeias internacionais de valor.

Para tanto, foi apresentada a evolução dos sistemas de produção aeroespacial do Brasil e do Canadá e realizada uma descrição da configuração desses sistemas, com o intuito de contextualizar as políticas. A avaliação comparativa entre a PDP e a NADF envolveu os objetivos e requisitos das políticas, as características de seletividade das ações e os programas.

A síntese das proposições derivadas das análises, as limitações deste trabalho, e também as propostas para as pesquisas futuras são apresentadas nos subitens que seguem.

1) Papel do Estado no setor aeroespacial

A política para o setor aeroespacial no Brasil carece, além de uma definição clara do campo de ação e do papel do Estado no setor, da definição de diretrizes explícitas para o reposicionamento das atividades e do desenvolvimento de uma abordagem sistêmica para esse setor.

O esforço para a definição de um posicionamento claro da política decorre do papel central do Estado para essas atividades, em um contexto marcado pelas limitações das ações públicas em razão dos acordos multilaterais. Já o foco na abordagem integrada é associado às características do padrão de concorrência predominante, que destaca a natureza sistêmica da competitividade.

2) Ausência de projeto integrado para o setor aeroespacial

No Brasil, a política para o setor aeroespacial, estabelecida no contexto da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), em 2008, não se constituiu um projeto integrado, envolvendo as indústrias aeronáutica, espacial e de aplicações para a defesa. Com isso, pode-se considerar que a organização de um projeto alternativo, em substituição às diretrizes pautadas pelo princípio do poderio aéreo, que levaram à organização desse sistema de produção no Brasil, permanece como um desafio.

As diretrizes para a área da defesa, para as atividades espaciais, e para o setor aeronáutico são segmentadas e desarticuladas do ponto de vista da formulação e execução das políticas públicas.

3) Objetivos da política para o setor aeroespacial

A política industrial do Brasil poderia especificar objetivos em relação às variáveis básicas da *performance* para o setor, como, por exemplo, valor da produção industrial, valor adicionado, taxa de crescimento do produto ou número de empregos. Também poderiam ser definidos objetivos relacionados à estrutura do mercado e à formação de competências.

Os objetivos e metas de *performance* setoriais não se contrapõem necessariamente ao desenvolvimento de uma eventual estratégia amparada na escolha de vencedores, provavelmente necessária para a consecução dos objetivos de desenvolvimento, dado o perfil do setor aeroespacial do Brasil.

4) Requisitos em relação à capacidade inovativa

A política para o setor aeroespacial no Brasil poderia abordar o desenvolvimento de vantagens relativas em campos seletivos do setor aeroespacial, ainda que a prioridade, estabelecida como requisito, seja o desenvolvimento da capacidade produtiva básica. Assim, o esforço em relação à autonomia tecnológica, por exemplo, poderia ser conjugado ao desenvolvimento de vantagens comparativas como requisitos para o posicionamento nas cadeias de valor.

A inserção do setor aeroespacial nas cadeias de valor, ancorada essencialmente na capacidade produtiva, implica na necessidade de competitividade em custos. Nesse contexto, o desenvolvimento das atividades a partir da inserção nos mercados internacionais é limitado às atividades em que há diferenciação entre produtividade e preços relativos dos recursos produtivos, como sugere a literatura.

5) Seletividade em relação às tecnologias prioritárias

A seletividade relacionada ao conhecimento requerido para a inserção nos novos projetos aeroespaciais poderia compor o escopo das ações das políticas no Brasil. A política poderia, portanto, operar de forma seletiva em relação às oportunidades para o atendimento aos requisitos necessários à inserção nos novos projetos.

A elaboração da agenda tecnológica para o setor aeronáutico, publicada pela ABDI em 2009, pode ser considerada uma iniciativa importante no sentido de perseguir o domínio do conhecimento. Contudo, a definição de tecnologias prioritárias e o desenvolvimento de sistemas de incentivos específicos podem ser considerados desafios para uma política abrangente e integrada.

6) Instrumentos comerciais da política para o setor

No Brasil, as ações na área comercial para o setor aeroespacial envolvem basicamente o *offset* e a expansão do mercado pela inclusão do setor nos acordos comerciais bilaterais. No Canadá, as ações comerciais abrangem os projetos cooperativos, que promovem a inserção no mercado da produção aeroespacial; os acordos na área de defesa, que garantem as condições para o desenvolvimento; a difusão de tecnologias consideradas sensíveis para área militar; e também o *offset*.

7) Articulação dos programas de *offset* e P&D

O programa brasileiro de promoção à expansão e diversificação da produção aeroespacial está ancorado na demanda derivada dos acordos de compensações (*offsets*). Tendo como referência a experiência canadense, a política para o setor poderia articular as oportunidades associadas ao *offset* com o apoio ao esforço de P&D para o reposicionamento na cadeia de valor das empresas.

8) Infraestrutura de apoio

Quanto à infraestrutura científica e à tecnologia de apoio, a política para o setor aeroespacial poderia priorizar a diversificação e a focalização das atividades de P&D em relação à natureza dos objetivos. Mais especificamente, o desenvolvimento da infraestrutura para o setor poderia ser impulsionado pela diversificação da base C&T a partir das aplicações civis. Esse foi o modelo implantado pelo Canadá, quando da organização do NRC Aerospace.

Limitações do trabalho

A presente pesquisa e as proposições derivadas do estudo têm como limitação o próprio método de análise comparativa empregado no trabalho. Mais especificamente, os sistemas econômicos do Brasil e do Canadá possuem estruturas e configurações bastantes diferenciadas que influenciam o perfil e a evolução do sistema de produção do setor aeroespacial. Esses elementos estruturais não foram considerados no processo de análise.

A pesquisa possui também uma importante limitação específica, que é a consideração, para efeito de análise, que as políticas para o setor são estáticas e que as ações e estratégias empreendidas para promoção das atividades não são interdependentes. Na realidade as políticas e as estratégias são dinâmicas e a interdependência entre as ações são crescentes.

Pesquisas futuras

Em relação às referências alternativas para análise comparativa da política para o setor aeroespacial do Brasil, podemos destacar a experiência do México, particularmente, as ações relacionadas à atração de investimento estrangeiros, que caminha no sentido de organização de um novo cluster aeroespacial.

Em relação ao Canadá, o estudo das ações para articulação entre os programas de compensação (offset) e os programas de financiamento de investimentos em P&D, voltados para para pequenas e médias empresas e sua inserção nas cadeias internacionais de valor, pode se constituir em uma referência importante.

No Brasil, merece destaque a operação da Estratégia Nacional de Defesa (2009) em relação as suas ações junto ao setor aeroespacial e o novo desenho da Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

Referências Bibliográficas

- ABRAMCZUK, A. A. Qual é o seu Problema. 2005
- AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION. Aerospace Statistics: Aerospace Facts and Figures. 2006.
- AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION OF CANADA (AIAC). Canadian Aerospace Industry: performance 2006. 2007
- _____. Canadian Aerospace Industry: performance 2007. 2008
- _____. 2008 Aerospace Industry Performance. AIAC. 2009
- _____. Canadian Aerospace Industry: performance 2008. 2009
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). Estudo prospectivo aeronáutico: relatório geral. Brasília. 2009
- ALARY, C. P. Bombardier: Taking action in turbulent times 2009.
- ALBUQUERQUE, E. D. M. E. Immature systems of innovation: introductory notes about a comparison between South Africa, India, Mexico and Brazil based on science and technology statistics. UFM: Cedeplar. Belo Horizonte. 2003
- ALMEIDA, A. L. D. A evolução do poder aeroespacial brasileiro. FFLCH, USP, São Paulo, 2006.
- AMATO NETO, J. e M. E. L. OLAVE. A formação de redes de cooperação e clusters em países emergentes: uma alternativa para as PME no Brasil. In: J. A. Neto (Ed.). Redes entre Organizações. São Paulo: Atlas, 2005. A formação de redes de cooperação e clusters em países emergentes: uma alternativa para as PME no Brasil
- AMERICAN AEROSPACE INDUSTRY ASSOCIATION (AAIA). Aerospace industry profile. 2006
- AMITAI, E. e D. B. L. FRDEDRIE. Comparative Perspectives: Theories and Methods. Boston: Little Brown. 1970
- ANAND, G. e R. KODALI. Benchmarking the benchmarking models. Benchmarking: An International Journal, v.15, n.3. 2008.
- ANCOCHEA, D. S. The Role of the State in Structural Change: An Institutional Approach. New School University. , New York. 1999

- ANDRADE, R. P. D. História da construção aeronáutica no Brasil. São Paulo: Artgraph Editora. 1991
- ANSWERS CORPORATION. Learjet Inc. C. History: The Gale Group Inc 2009.
- _____. Bell Helicopter Textron Inc. C. History: The Gale Group Inc 2009.
- _____. Magellan Aerospace Corporation. C. History: The Gale Group Inc 2009.
- _____. Héroux-Devtek Inc. C. History: The Gale Group Inc 2009.
- ARROW, K. J. The Economic Implications of Learning by Doing. Review of Economic Studies, June. 1962.
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIA AEROESPACIAIS DO BRASIL AIAB. Números da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil. AIAB. 2009
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL (AIAB). Empresas associadas nos segmentos aeronáutico, de defesa e espacial: quadro de especialização 2010.
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Audiência Pública: Senado Federal. Brasília: Senado Federal 2009.
- _____. Apoio Financeiro, Linhas, Programas e Fundos: BNDES Pró-Aeronáutica. Rio de Janeiro: BNDES 2010.
- BECKER, M. C. Organizational routines: a review of the literature. Industrial and Corporate Change, v.13, n.4. 2004.
- BELL, M. Technological Learning and the Development of Production and Innovative Capacities in the Industry and Infrastructure Sectors of the Least Developed Countries: What Roles for ODA? UNCTAD. 2007
- BELL HELICOPTER TEXTRON INC. History of Bell Helicopter 2009.
- BENKARD, C. L. A Dynamic Analysis of the Market for Wide-Bodied Commercial Aircraft. The Review of Economic Studies, v.71, n.248, p.581. 2004.
- BERNARDES, R. EMBRER: Elos entre o Estado e o mercado. São Paulo: Hucitec. 2000 (Fapesp)
- BERNARDES, R. C. Tendências estruturais, Estratégias de competitividade e novas arquiteturas globais das cadeias de valor de aeroestruturas: uma comparação internacional. In: G. C. F. Montoro e M. N. Migon (Ed.). Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: BNDES, 2009. Tendências estruturais, Estratégias de competitividade e novas arquiteturas globais das cadeias de valor de aeroestruturas: uma comparação internacional.
- BÊRNI, D. A. Técnicas de Pesquisa em Economia. São Paulo: Saraiva. 2002

BOMBARDIER INC. Annual Report 2008-2009. 2009

BRITO, J. Diversificação, Competências e Coerência Produtiva. In: D. Kupfer e L. Hasenclever (Ed.). Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. Diversificação, Competências e Coerência Produtiva

BROWN, S., B. SQUIRE, et al. The contribution of manufacturing strategy involvement and alignment to world-class manufacturing performance. International Journal of Operations & Production Management, v.27, n.03. 2007.

BROWN, R. E. Our Canadian Aerospace Industry: Towards a Second Century of History-making: AIAC: AIAC 47th Annual General Meeting and Conference p. 2008.

BUGOS, G. History of the Aerospace Industry. 2001

BUSINESS INNOVATION & SKILLS (BIS). 2008 R&D Scoreboard. Department for Innovation, Universities & Skills (DIUS). Department for Business, Enterprise & Regulatory Reform (BERR). UK, London. 2008

CAMPOS FILHO, L. A. N. Contribuições para elaboração de propostas para licitações com base no projeto de cadeias de suprimentos: estudo de caso da indústria aeronáutica de defesa nacional. Departamento de Produção da Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2004.

CANADIAN AEROSPACE PARTNERSHIP (CAP). Aftermarket Overview and Issues. 2005

CANADIAN AVIATION ELECTRONICS LIMITED. CAE: History 2009.

_____. Annual Report 2009 2009.

CANADIAN COMMERCIAL CORPORATION (CCC). Annual Report 2009. 2009.

CARVALHO, J. Programa Nacional de Atividades Espaciais passará por sua quarta revisão. JC e-mail 3880. Sociedade Brasileira Para O Progresso Da Ciência 2009.

CASTRO, A. B. D. A Rica Fauna da Política Industrial e a sua Nova Fronteira. Revista Brasileira de Inovação, v.1, n.2. 2002.

CATHARINO, M. A organização da indústria do transporte aéreo no Brasil: as transformações nos anos 90. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2000.

CAUCHICK, P. A. Estudo de Caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. Revista Produção, v.17, n.1. 2007.

- CAVES, R. E. Industrial policy and trade policy: The connections". In: H. Kierzkowski (Ed.). Protection and competition in international trade. Essays in honor of W.M. Corden. Oxford, UK.: Blackwell, 1987. Industrial policy and trade policy: The connections"
- CHANG, H.J. The Political Economy of industrial policy. Macmillan.London, 1994
- COHEN, W. M. e D. A. LEVINTHAL. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. Administrative Science Quarterly, v.35. 1990.
- COLLOPY, P. D. Military Technology Pull and the Structure of the Commercial Aircraft Industry. JOURNAL OF AIRCRAFT, v.41, n.1. 2004.
- COMANDO GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL (CTA). Plano Estratégico de Pesquisa e Desenvolvimento: 2008-2018. Ministério da Defesa. 2007
- COMISSÃO NACIONAL DE CLASSIFICAÇÃO. Correspondência entre a CNAE 2.0 x CIIU/ISIC rev. 4. C. 2.0: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE. 2009 2009.
- COMTRADE, U. N. UN Comtrade Yearbook. UNCTSD: United Nations UN. 2009 2007.
- COSTA FILHO, E. D. J. A dinâmica da cooperação espacial sul-sul: o caso do programa CBERS (China-Brazil earth resources satellite). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, campinas, 2006.
- COWAN, R. e D. FORAY. Quandaries in the economics of dual technologies and spillovers from military to civilian research and development. Research Policy, v.24. 1995.
- CRISTINA DOS SANTOS, I. e J. AMATO NETO. Estratégia para criação da indústria aeroespacial brasileira. Revista Brasileira de gestão e desenvolvimento regional, v.1, n.2. 2005.
- CROSBY, A. D. Economic Integration in the making of canadian defence policy. Studies in Political Economy. 1997.
- CUTCHER-GERSHENFELD, J. Global Aerospace Employment. Aerospace Industry Association AIA. 2003
- _____. Lean transformation in the US aerospace industry: appreciating interdependent social and technical systems 2007.
- DAGNINO, R. Competitividade da indústria aeronáutica. In: (Ed.). estudo da competitividade da indústria brasileira, 1993. Competitividade da indústria aeronáutica
- DAVIES, G. Aerospace structures. In: (Ed.). The Standard Handbook for Aeronautical and Atronautical enginners, 2004. Aerospace structures

- DEFENCE RESEARCH AND DEVELOPMENT CANADA (DRDC). About Defence R&D Canada: History of Defence R&D Canada 2009.
- DEPARTMENT OF NATIONAL DEFENCE (DND). The Canada First Defence Strategy. 2008
- DIMAIO, M. Industrial Policies in Developing Countries: History and Perspectives. Università Degli Studi di Macerata, Dipartimento di Istituzioni Economiche e Finanziarie. 2008
- EDQUIST, C. The Systems of Innovation Approach and Innovation Policy: An account of the state of the art. DRUID Conference, 2001. p.
- EISENHARDT, K. M. e J. A. MARTIN. Dynamic capabilities: What are they? Strategic Management Journal, v.21. 1991.
- ELFSTROM, G. M. e J. T. TEMPLIN. A Canadian Partnership in Development of Aerospace and Automotive Test Technology. Canadian Aeronautics and Space Journal, v.47, n.3. 2001.
- EMBRAER. Embraer: nossos resultados e demonstrações financeiras em 2009. 2010
- ENOS, J. The Creation of Technological Capability in Developing Countries. London: Pinter. 1991
- ESPOSITO, E. Strategic alliances and internationalisation in the aircraft manufacturing industry. Technological Forecasting & Social Change, v.71, p.443–468. 2004.
- ESTEY, R. H. Canadian use of aircraft for plant protection. Phytoprotection, v.85, n.1, april 2004, p.p. 7-12. 2004.
- ETHIRAJ, S. K. e D. LEVINTHAL. Modularity and Innovation in Complex Systems. Management Science, v.50, n.2. 2004.
- EUROPEAN COMMISSION. STAR 21: Strategic Aerospace Review for the 21st century. European Commission. Brussels. 2002
- _____. A Coherent Framework for Aerospace - a Response to the STAR 21 Report. Brussels, 13.10.2003. 2003
- _____. Space Industry: the value chain. Bulletin EU. S. Industry. Brussels - Luxembourg: ECSC-EC-EAEC. 2008 2008.
- FAGERBERG, J. e M. SRHOLEC. National innovation systems, capabilities and economic development, 2007. p.
- FERRAZ, J. C. Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticos. In: K. Kupfer e L. Hasencleve (Ed.). Economia Industrial. Rio de Janeiro: Campos, 2002. Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticos

- FERREIRA, M. J. B. Indústria Aeronáutica. Fundação Instituto de Pesquisas (FIPE). São Paulo. 2008
- FLEURY, A. the technologica behaviour of public interprises in developing countries. In: J. James (Ed.). Londres e new york: Routledge, 1989. the technologica behaviour of public interprises in developing countries
- FLEURY, A. C. C. e M. T. L. FLEURY. Estratégias empresariais e formação de competências: um quebra-cabeça caledoscópico da indústria brasileira. São Paulo: Editora Atlas. 2001
- FLEURY, A. e M. T. FLEURY. Por uma política industrial desenhada a partir do tecido produtivo. In: M. T. L. F. A. Fleury (Ed.). Política Industrial I. São Paulo: Publifolha, 2004. Por uma política industrial desenhada a partir do tecido produtivo
- _____. Em busca de Metodologias para o estudo de cadeias de valor. In: L. Gitahy e M. P. Leite (Ed.). Novas Tramas Produtivas: uma discussão teórico-metodológica. São Paulo: Senac, 2005. Em busca de Metodologias para o estudo de cadeias de valor
- FLEURY, A. C. C. e J. R. CRUZ-MOREIRA. Alternativas para progressão industrial de empresas dos países em desenvolvimento nas cadeias produtivas globais. In: J. A. Neto (Ed.). Redes entre Organizações. São Paulo: Atlas, 2005. Alternativas para progressão industrial de empresas dos países em desenvolvimento nas cadeias produtivas globais
- FLIGHT GLOBAL. Commercial Aircraft Directory: Reed Business Information. 2009.
- FREEMAN, C. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Pinter. 1987
- FRENKEN, K. e L. LEYDESDORFF. Scaling trajectories in civil aircraft 1913–1997. Research Policy, v.29, p.331–348. 2000.
- FRISCHTAK, C. R. Learning, Technical Progress and Competitiveness in The Commuter Aircraft Industry: An Analysls of Embraer. The World Bank. 1992
- FUCCILLE, L. A. A criação do Ministério da Defesa no Brasil: entre o esforço modernizador e a reforma pendente. Security and Defense Studies Review, v.3, n.1. 2003.
- FURTADO, J. Muito além da especialização regressiva e da doença holandesa. Novos Estudos. 2008.
- GADELHA, C. A. G. Estado e Inovação: uma perspectiva evolucionista. Revista de Economia Contemporânea, v.6, n.2. 2002.
- GARDNER, N. e G. L. LALONDE. Aerospace Industry. T. C. Encyclopedia: Historica Foundation of Canada. 20/05/2009 2009.

- GARÓFALO, G. D. L. O Mercado Brasileiro de Transporte Aéreo. FEA, USP, São Paulo, 1982.
- GEREFFI, G. e M. KORZENIEWICZ. Commodity Chains and Global Capitalism. Westport: Praeger. 1994
- GEREFFI, G. International Trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. Journal of International Economy, v.48, n.1. 1999.
- GEREFFI, G., J. HUMPHREY, et al. The Governance of Global Value Chains. Review of International Political Economy, v.12, n.1. 2005.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas. 1999
- GLEN MCDUGALL, A. R. Commercializing air traffic control: Have the reforms worked? Canadian Public Administration, v.51, n.1, p.45-69. 2008.
- GOLDSTEIN, A. EMBRAER: de campeão nacional a jogador global. REVISTA DE LA CEPAL, v.77, n.2. 2002.
- GOMES, V. A. CTA: Ciência e Tecnologia para defesa nacional. 62º Forum de debates Projeto Brasil. São José dos Campos, 2008. p.
- GÓES, F., C. SANTOS, et al. BNDES monta plano para ajudar os fornecedores da Embraer. jornal Valor Econômico. São Paulo 2009.
- GRONINGEN GROWTH AND DEVELOPMENT CENTRE. Historical statistics, 1996
- GRUNTMAN, M. The Time for Academic Departments in Astronautical Engineering. AIAA SPACE 2007 Conference & Exposition Agenda. September 19, 2007, 2007. p.
- GUIMARÃES, A. D. A. Eletrônica Embarcada Automotiva. São Paulo: editora Érica. 2007
- HAGUENAUER, L. Competitividade conceitos e medidas: uma resenha da bibliografia recente com ênfase no caso brasileiro. UFRJ textos para discussão. 1989
- HAQUE, I. U. Rethinking industrial policy. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Geneva. 2007
- HÉROUX-DEVTEK INC. Héroux-Devtek: history of major milestones of the company: <http://www.herouxdevtek.com> 2009.
- HICKLING, A. L. Final Report, Valuation of Technology Partnerships Canada Benefits. Industry Canada. Ottawa. 2005
- HOBDAI, M. Product complexity, innovation and industrial organisation. research policy, v.26. 1998.
- HOBDAI, M., A. DAVIES, et al. Systems integration a core capability of the modern corporation. 2005.

HOOVER'S. Hoover's Profile 2009.

HOTSON, F. De Havilland in Canada. Toronto: Canav Books. 1999

HUMPHREY, J. e H. SCHMITZ. Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research. University of Sussex. Brighton. 2000

HUMPHREY, J. Shaping Value Chain for development: Global Value Chains in Agribusiness. GTZ, Trade Programme. 2005

INDUSTRY CANADA. Evaluation of the Technology Partnerships Canada (TPC) Program. 2003

_____. Bell Helicopter Textron Canada Limited. Canadian Company Capabilities 2009.

INSTITUTE FOR AEROSPACE RESEARCH (NRC-IAR). Success Stories - NRC collaborates with EC and CSA to validate satellite-based cloud measurements 2007.

_____. Success Stories - Collaboration with GE Aviation results in new icing facility 2007.

_____. Aerospace: Key Sectors 2009.

_____. Strategic Plan 2006-2010 2009.

_____. Research Programs 2009.

_____. Success Stories - Automating aerospace assembly 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Industrial Anual (PIA). 2008

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Relatório de Gestão. Ministério da Ciência e Tecnologia. São José dos Campos. 2009

INTERNATIONAL TRADE CENTRE (ITC). Trade Performance HS : Exports and imports of aircraft, spacecraft, and parts thereof. T. C. Map 2009.

INVEST IN CANADA BUREAU. Invest in Canada: Aerospace 2009. 2009

IRINEU, D. B. J. e H. YOSHISAKI. Analisando o impacto de diferentes regimes aduaneiros no abastecimento de itens aeronáuticos empregando o modelo de transbordo multiproduto com custos fixos. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Florianópolis: ABEPRO, 2004. p.

IRWIN, D. A. e N. PAVCNIK. Airbus versus Boeing Revisited: International Competition in the Aircraft Market. Journal of International Economics, v.64. 2004.

KAPLINSKY, R. e M. MORRIS. Handbook for value chain research. IDRC. 2000.

- KASZKUREWICZ, E. Ações Indutoras na Área de Defesa MCT/FINEP. 7º Seminário de C,T&I de Interesse da Defesa Nacional, 2009. p.
- KLINE, S. J. e N. ROSENBERG. An Overview of Innovation. In: R. L. E. N. Rosenberg (Ed.). The Positive Sum Strategy. Washington: National Academy of Press, 1986. An Overview of Innovation
- KOVACIC, W. E. e S. L. SCHOONER. A Modest Proposal to Enhance Civil/Military Integration: Rethinking the Renegotiation Regime as a Regulatory Mechanism to Decriminalize Cost, Pricing, and Profit Policy 1999.
- KPMG. Guide to International Business Costs. 2006.
- LAKATOS, E. M. e M. A. MARCONI. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalho científico. São Paulo: Atlas. 2001
- LAVE, C. A. e J. G. MARCH. An introduction to models in the social sciences. New York: Harper & Row. 1975
- LAYCOCK, W. J. Industry Canada Program Review of Defence Industry Productivity Program
- (DIPP). Industry Canada. Ottawa. 1994
- LEFEBVRE, É. e L. A. LEFEBVRE. Global Strategic Benchmarking, Critical Capabilities and Performance of Aerospace Subcontractors. CIRANO. 1997
- LEFÈVRE, M. Aerospace Cluser. Coummunauté Métropolitaine de Montréal. Québec. 2004
- LEMOS, M. B., E. P. DOMINGUES, et al. Estudos Setoriais de Inovação: indústria aeronáutica. CEDEPLAR/UFGM. Belo Horizonte. 2009
- LEONTIEF, W. Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States. Review of Economics and Statistics, v.18, n.3, p.105–125. 1936.
- LIPSEY, R. G. e K. CARLAW. A Structuralist Assessment of Technology Policies - Taking Schumpeter Seriously On Policy. Industry Canada. 1998
- LIVINGSTON, D. M. Outer space commerce: Its history and prospects. (3001147). Golden Gate University, United States - California, 2001.
- LOFTIN, L. K. Quest for Performance: The Evolution of Modern Aircraft: NASA 1985.
- LUNDVALL, B.-A. Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation. In: Dosi (Ed.). Technical Change and Economic Theory. London e New York: Pinter Publishers, 1988. Innovation as an Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of Innovation

- LUNDVALL, B. A. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter. 1992
- LUNDVALL, B.-Å. National Innovation Systems-Analytical Concept and Development Tool. Industry and Innovation, v.14, n.1. 2007.
- LYNCH, L. A. A History of the Canada/United States Defence Production Sharing Programme and the Development of the Defence Industry Productivity (DIPP) Program. DND. Ottawa. 1980
- MACDONALD DETTWILER AND ASSOCIATES LTD. MDA: annual report 2008. 2009.
- MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. The Economic Journal, v.102. 1992.
- _____. Sectoral systems of innovation and production. Research Policy, v.31. 2002.
- _____. Catch up in different sectoral systems: some introductory remarks. GLOBELICS, 2006. p.
- MCFETRIDGE, D. G. Innovation and the Productivity Problem: Any Solutions? IRPP choices, v.14, n.3. 008.
- MCFETRIDGE, D. G. The Canadian System of Industrial Innovation. In: R. R. Nelson (Ed.). national innovation systems: new york osford, 1993. The Canadian System of Industrial Innovation
- MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO (MDIC). Inovar e Investir para sustentar o Crescimento. 2008
- _____. Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Programas para consolidar e expandir a liderança: Industria Aeronáutica. 2009
- _____. Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Programas mobilizadores em áreas estratégicas: Complexo industrial de defesa. 2009
- _____. Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Relatório de Acompanhamento de Execução da Agenda de Ação: Complexo industrial de defesa. 2009
- _____. Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Relatório de Acompanhamento de Execução da Agenda de Ação: Industria Aeronáutica. 2009
- MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa nº 1317/MD. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) para a Defesa Nacional. Brasília: 4 de novembro. 2004
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO (MDIC). Anuário Estatístico. Brasil. Brasília. 2006

- _____. Programa de Financiamento às Empresas da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (Pró-Aeronaútico). Brasília. 2007
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DE L'INNOVATION ET DE L'EXPORTATION (MDEIE). Industry News. L'Aérospatial. Montréal (Québec) 2009.
- MIRANDA, K. Â. C. L. D. Política de compras do Comando da Aeronáutica e o aprendizado tecnológico de fornecedores. Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2008.
- MOLAS-GALLART, J. Which way to go? Defence technology and the diversity of 'dual-use' technology transfer. *Research Policy*, v.11. 1997.
- MOLAS-GALLART, J. e D. MCDONNELL. A demand-led, network-based approach to Technology transfer. In: W. Hulsink e H. Dons (Ed.). *Pathways to High-tech Valleys and Research Triangles: innovative entrepreneurship, knowledge transfer and cluster formation in Europe and the United States*, 2008. A demand-led, network-based approach to Technology transfer
- MONTORO, G. C. F. e M. N. MIGON. Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: BNDES. 2009
- NASSIF, A. Uma contribuição ao debate sobre a nova política industrial brasileira. BNDES. Rio de Janeiro. 2003. (101)
- NATION MASTER. MacDonald Dettwiler. Encyclopedia. Sideney: Rapid Intelligence 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA (NRC). Report on Plans and Priorities. 2008/2009 2008.
- NATURAL SCIENCES AND ENGINEERING RESEARCH COUNCIL OF CANADA (NSERC). Departmental Performance Reports 2008-2009. 2009
- NELSON, R. R. Why Do Firms Differ, and How Does It Matter? *Strategic Management Journal*, n.12. 1991.
- _____. National Systems of Innovation: A Comparative Study. Oxford: Oxford University Press. 1993
- NIOSI, J. Regional systems of innovation: Market pull and government push. Canadian Research Network on Regional Innovation Systems, 2000. p.
- NIOSI, J. e M. ZHEGU. Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers? *Industry and Innovation*, v.12, n.1, March 2005, p.1–25. 2005.
- _____. Globalization and the Patterns of Industry location: The Case of the Aerospace Industry 2005.
- NIOSI, J., T. G. BAS, et al. Canada's regional innovation systems: the science-based industries. Montreal and Kingston: McGill-Queen's University Press. 2005

- O'KEEFFE, N. TOP 100: Canada's Héroux-Devtek diversifies. Flight International 2008.
- OCAMPO, J. A. Structural Dynamics and Economic Growth in Developing Countries. In: J. A. Ocampo (Ed.). Beyond Reforms: Structural Dynamics and Macroeconomic Vulnerability. Santiago: Economic Commission for Latin America and the Caribbean and Stanford University Press, 2005. Structural Dynamics and Economic Growth in Developing Countries
- OECD. The Space Economy at a Glance 2007. França. 2007
- _____. International trade by technology intensity: Growth of OECD manufacturing trade by industry and technological intensity, Average annual growth rate, 1996-2005. Scoreboard 2007. T. A. I. Oecd Science 2007.
- OLIVEIRA, J. E. B. Ciência, Tecnologia e Inovação em áreas de interesse da Defesa. Revista da Diretoria de Engenharia Aeronáutica, v.11, n.21. 2002.
- OLIVEIRA, L. G. D. A Cadeia de Produção Aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer. Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2005.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). The Space Economy at a Glance 2007. França. 2007
- _____. World market share: Aircraft spacecraft and parts thereof. Micro trade indicators. U. C. W. T. Oecd Itcs Database. 2009 2009.
- PACK, H. e K. SAGGI. Is there a case for industrial policy ? A critical survey. The World Bank. 2006
- PAVITT, K. The process of innovation. SPRU Electronic Working Paper Series. 2003
- PEREIRA, A. Breve História da Aviação Comercial Brasileira. Rio de Janeiro: Europa. 1987
- PEREIRA, R. F. Seleção e Gestão da Cadeia de Fornecedores do setor aeronáutico: um estudo de caso. Departamento Produção da Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2002.
- PEREIRA, N. M. Fundos Setoriais: avaliação das estratégias de implementação e gestão. 2005
- PICKLER, R. e L. MILBERRY. Canadair: The First 50 Years. Toronto: CANAV Books. 1986
- PRAHALAD, C. e G. HAMEL. The core competences of the corporation. Harvard Business Review, v.68, n.3. 1990.
- PRATT & WHITNEY CANADA. Pratt & Whitney Canada: economic Impact 2009.
- PRENCIPE, A. Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system. Research Policy, v.29. 2000.

- QUADROS, R., A. FLEURY, et al. Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB). In: G. C. Montoro e M. Franco, Marcio Nobre (Ed.). Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: BNDES, 2009. Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB)
- QUEIROZ, S. Aprendizado tecnológico. In: V. Pelaez e T. Szmrecsányi (Ed.). Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: HUCITEC, 2006. Aprendizado tecnológico
- REIS PEREIRA, G. A Relação entre a trajetória do INPE e a Política Espacial Brasileira (1991 a 2007). Tese. Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. 2008
- RODRIK, D. Industrial policy for the twenty-first century. UNIDO. Cambridge. 2004
- _____. Normalizing Industrial Policy. The World Bank. Washington. 2008
- ROSENBERG, N. Inside the Black Box. Cambridge: Cambridge University Press. 1982
- RUIZ, R. M., J. A. D. NEGRI, et al. Liderança tecnológica e liderança de mercado: convergências esperadas ou diferenças estruturais. Fundação Getúlio Vargas - Escola de Economia de São Paulo. São Paulo. 2010
- RYCZANOWSKI, R. Neo-liberalism, National Champions, and the Commuter and Regional Aircraft Manufacturing Industry: continuous and discontinuous policy in the Aerospace Sector. Department of Political Science, Carleton University, Ottawa, Ontario, 2004.
- SANTANA, W. J. Leitura Crítica do discurso da Política de Defesa Nacional. Departamento de Letras, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- SAPOLSKY, H. M. Inventing system integration. In: A. Prencipe, A. Davies, et al (Ed.). The Business of System Integration. New York: Oxford University Press, 2005. Inventing system integration
- SCATOLIN, V. O Brasil em busca do domínio da tecnologia aeroespacial. PUC, São Paulo, 2008.
- SERGIO, S. F., M. B. BONACELLI, et al. Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico. In: G. C. Montoro e M. Franco, Marcio Nobre (Ed.). Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: BNDES, 2009. Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico
- SILVEIRA, V. Perto dos 60, ITA amplia sua atuação. Valor Econômico. São Paulo 2009.
- SIPRI, T. S. I. P. R. I.-. SIPRI 2009 Armaments, Disarmament And International Security. 2009

- SKOCPOL, T. e M. SOMERS. The Use of Comparative History in macro-social inquiry. *Comparative Studies in society and History*, v.22, n.3. 1980.
- SLACK, N. Administração da produção. São Paulo: Atlas. 1996
- SMITH, R. H. Recommendations for the CTA Law (Plano Smith) e Brasil: futura potência aérea. *Revista Brasileira de Inovação*, v.7, n.1, 2008. 1945.
- SOETE, L. From Industrial to Innovation Policy. *J Ind Compet Trade*. 2007.
- STATISTICS CANADA. Survey of Innovation 1999. 1999
- _____. Survey of Innovation 2005. 1999
- STATISTICS CANADA. Establishments by Employment Type and Region. Canadian Business Patterns Database: Industry Canada. 2009 2008.
- _____. Annual Survey of Manufactures, 1994 to 2007. Industry Canada. 2008
- _____. Aerospace and Defence: Sales by Sub-Sector. S. O. T. Industry 2008.
- STEINMUELLER, W. E. The Role of Technical Standards in Coordinating the division of labour in Complex System Industries. In: A. Prencipe, A. Davies, et al (Ed.). *The Business of System Integration*. new york: Oxford University Press, 2005. The Role of Technical Standards in Coordinating the division of labour in Complex System Industries
- STONE, J. C. e B. SOLOMON. Canadian Defence Policy And Spending. *Defence and Peace Economics*, v.16, n.3, p.145–169. 2005.
- SOUZA, P.N KATAOKA FILHO, M. O Programa brasileiro para a estação espacial internacional: histórico, estratégias e objetivos.
- SUPPLY CHAIN & LOGISTICS ASSOCIATION CANADA (SCL). Low Cost Country Sourcing: A Canadian Aerospace Perspective. 2007
- SUZIGAN, W. Estado e industrialização no Brasil. *Revista de Economia Política*, v.8, n.4. 1988.
- SUZIGAN, W. e A. V. VILLELA. Industrial Policy in Brazil. Campinas: Editora da Unicamp. 1997
- SUZIGAN, W. Aglomerações industriais como focos de políticas. *Revista de Economia Política*, v.21, n.3. 2001.
- SUZIGAN, W. e J. FURTADO. Política Industrial e Desenvolvimento. *Revista de Economia Política*, v.26, n.2. 2006.
- UNITED NATIONS (UN). UN Comtrade Yearbook. U. N. C. T. S. D. |: United Nations UN. 2009 2005.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD). Industrialization, Trade and Structural Change. In: Unctad (Ed.). Trade and Development Report, 2003. Industrialization, Trade and Structural Change

UNITED NATIONS UN. Human Development Report 2007/2008. 2008

_____. UN Comtrade Yearbook. United Nations Commodity Trade Statistics Database: United Nations UN. 2009 2009.

VALILA, T. No policy is an island – on the nteraction between industrial and other policies. EIB. 2006

VANCONCELLOS, R. R. D. Barreiras e Facilitadores na Transferência de Tecnologia para o Setor Espacial: estudo de caso do programa de parceria das agências espaciais do Brasil (AEB) e dos Estados Unidos (NASA). Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universade de São Paulo, São Paulo, 2008.

VIOTTI, E. National Learning Systems: A new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South

KOREA. Center for International Development, Harvard University. Cambridge, MA, USA. 2001

VOSS, C., N. TSIKRIKTSI, et al. Case research in operations management. International Journal of Operations & Production Management, v.22, n.2. 2002.

WARDA, J. Rating Canada's R&D Tax Treatment. Statistics Canada. 2006

WARWICK, G. Paying de price of caution. Fligth International: 28-30 p. 2004.

WOLF, D. A. The role of cooperative industrial policy in Canada and Ontario. In: R. J. Braudo e J. G. Macintosh (Ed.). Competitive industrial development in the age of information: the role of cooperation in the technology sector: Routledge, 1999. The role of cooperative industrial policy in Canada and Ontario

WORLD BANK. 2005 International Comparison Program. 2008.

YIN, R. Estudo de caso: planjeamento e métodos. Porto Alegre: Bookman. 2001

Apêndice A – Instituições Canadenses

Nos subitens que seguem são apresentados os perfis e um breve histórico da evolução de algumas das mais importantes empresas do setor aeroespacial canadense. No final do item também é apresentado um perfil do *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR), o mais tradicional Centro de Pesquisa para o setor aeroespacial, que é vinculado ao National Research Council (NRC).

Empresas do setor aeroespacial

Bombardier Aerospace

A Bombardier Aerospace é uma divisão da Bombardier Inc, dedicada ao desenvolvimento e produção de aviões regionais, jatos comerciais, e também subsistemas e componentes para a indústria aeroespacial. Considerada a 3ª maior integradora aeronáutica, depois da norte-americana Boeing e do consórcio europeu Airbus, a Bombardier é a mais importante empresa canadense do setor aeroespacial, compondo o *ranking* das 15 maiores empresas desse setor (OECD, 2007).

Em 2009, a *Bombardier Aerospace* contava com 32,5 mil empregados, sendo 12,5 mil no Canadá; com plantas no Reino Unido, Estados Unidos e México; e receita de US\$ 9,96 bilhões. O setor aeroespacial representava 50,5% dos negócios da *Bombardier Inc* em 2009, e a divisão de transporte, responsável pela produção e desenvolvimento de trens, por 49,5%. A receita total da empresa, em 2009, foi de US\$ 19,7 bilhões (Bombardier, 2009). Em 2007 a divisão aeroespacial contava com o 10º maior orçamento de pesquisa e desenvolvimento entre as empresas do setor aeroespacial (BIS, 2008).

A Bombardier era, em 2008, líder do segmento de jatos executivos, *business aircraft*, com as famílias Learjet, Challenger e Global. Tinha a participação de 37% do mercado, seguida pela Gulfstream (29%), Cessna (10%) Dassault (13%), Hawer Beechcraft (6%), Embraer (3%) e outras empresas (3%). No segmento de aviões comerciais de pequeno porte, *regional aircrafts*, a participação da Bombardier, com as famílias CRJ e Q-Series, era de 32%, sendo a principal competidora da Embraer, com participação de 36%, seguida pela ATR (16%) e outras empresas (15%) (Bombardier, 2009).

A partir de 2008 a Bombardier iniciou o desenvolvimento de um projeto denominado CSeries, voltado para o segmento de 110 e 150 lugares, que era explorado pela redução de escala de projetos de grande porte, no caso a família 737 da Boeing e A320 da Airbus, ou o aumento da escala de projetos de pequeno porte, no caso da ERJ 170 da Embraer (ALARY, 2009). Com esse projeto, cujo investimento total para o desenvolvimento é estimado em C\$ 2 bilhões e o prazo de conclusão é o ano de 2013, a empresa pretende se reposicionar no segmento de aviões comerciais¹¹³. O governo do Canadá participa do investimento com financiamento estimado em C\$ 750 milhões.

Em 2009, os jatos comerciais representavam 52% dos negócios da Bombardier Aerospace; os aviões para transporte aéreo regional, 23%; os serviços aeroespaciais, 16%; e outras receitas, geradas principalmente por serviços de manufatura para terceiros, 9%. Em 2009, cerca de 2/3 dos empregos da Bombardier foram gerados fora do Canadá e a planta Quebec, que concentrava a produção dos aviões regionais, contava com 12,5 mil funcionários (Alary, 2009).

¹¹³ O projeto CSeries compreende a retomada do BRJ-X, cujo desenvolvimento foi interrompido em 2000 em razão das avaliações das perspectivas de mercado, que levaram a empresa a focalizar os investimentos nos jatos executivos (WARWICK, 2004). Com a elaboração de um projeto específico para o segmento, da utilização intensa de materiais compósitos, e das técnicas avançadas de manufatura, a Bombardier pretende alcançar uma redução do custo operacional de 15%.

A Bombardier foi organizada na década de 40 e dedicava-se à exploração *snowmobiles*, que constituiu uma inovação desenvolvida pelo seu fundador. A diversificação das atividades teve início em meados dos anos 70, com a aquisição de empresas públicas do setor ferroviário canadense. A divisão aeroespacial foi organizada entre 1986 e 1993, com aquisição das empresas *Canadiar*, *Shorts Brothers*, *Learjet Inc* e *DeHaviland*, e a sua configuração atual foi estabelecida em 1989 (Alary, 2009).

A Canadiar iniciou suas operações, na década de 20, como uma divisão da *Canadian Vickers Ltd*, em Montreal, e dedicava-se à produção de aeroplanos anfíbios até ser mobilizada, durante a 2ª Guerra, para produção de aviões militares. Em 1947 a empresa foi vendida para a *US Electric Boat Company* e voltou-se à produção de aviões militares sob encomenda (Gardner; Lolonde 2009). Estatizada em 1976, no contexto da reorganização da indústria aeroespacial canadense, a empresa voltou-se ao desenvolvimento de projetos de aviões de pequeno porte e jatos executivos, com destaque para os projetos básicos que originaram a família *Challenger*. Em 1986 foi adquirida pela Bombardier, após uma crise financeira de grandes proporções.

A De Havilland iniciou suas atividades em 1928, em Montreal, como subsidiária da empresa inglesa Havilland Aircraft Company, dedicada originalmente à prestação de serviços de apoio. No contexto da mobilização da 2ª Guerra, a empresa desenvolveu competências na produção e *design* de aeronaves, sendo responsável pelo projeto De Havilland Beaver, a partir do qual foi desenvolvido o conceito de *short-takeoff-and-landing* (STOL) (Gardner; Lolonde, 2009). Estatizada em 1974, voltou-se para o desenvolvimento da família DASH, projeto pioneiro na utilização de sistemas de propulsão turboélice para aviões de pequeno porte. A empresa foi adquirida pela *Boeing Commercial Aircraft* em 1986 e depois assumida pela Bombardier em 1992, quando o projeto DASH 7 foi considerado um marco dos aviões regionais.

A *Learjet Inc.*, empresa norte-americana organizada na década de 60, é considerada a pioneira no segmento de jatos executivos, com o desenvolvimento de um projeto civil a partir de um caça bombardeiro suíço, denominado P-16. Nos anos 60 e 70, a empresa estruturou suas atividades e promoveu o desenvolvimento desse segmento com uma série de novos projetos. Nos anos 80, reorganizou suas operações e diversificou suas atividades, principalmente com o desenvolvimento de versões militares para seus projetos civis. No contexto de uma crise financeira foi adquirida, em 1990, pela Bombardier, o que permitiu à empresa participar do segmento conhecido como *light business jets*¹¹⁴ (Answers Corporation, 2009).

Short Brothers PLC, empresa inglesa adquirida pela Bombardier em 1989, foi organizada em 1908 e dedicava-se à produção de aviões anfíbios, até ser mobilizada para produção de aviões militares, durante a 2ª guerra. No pós-guerra se dedicou à produção de aviões de carga e aviões de pequeno porte, tornando-se uma das mais importantes concorrentes da De Havilland. Após a sua incorporação pela Bombardier, a empresa se dedicou à produção de conjuntos estruturais e partes para as integradoras da Europa e dos Estados Unidos¹¹⁵ (Answers Corporation, 2009).

¹¹⁴ Em 2008, a empresa contava com 4,4 mil empregados; receita anual de US\$ 328,6 milhões e tinha como principais competidores, no segmento de jatos executivos, as empresas *Gulfstream Aerospace*, *Hawker Beechcraft* e *Textron* (Hoover's, 2008)

¹¹⁵ A *Short Brothers* contava com 5,5 mil empregados em 2008 e receita anual de US 1 bilhão (Hoover's, 2008).

Pratt & Whitney Canada Corporation (PWC)

A *Pratt & Whitney Canada* (PWC) é uma das mais tradicionais empresas do setor aeroespacial canadense. Atua no desenvolvimento, produção e manutenção de turbinas de pequeno e médio porte, empregadas em aviões e também em helicópteros de uso civil e militar, entre outras aplicações industriais. A empresa é controlada pelo grupo norte-americano *United Technologies Corp* (UTC)¹¹⁶, e é a 3ª maior integradora de sistemas de propulsão, depois da *Rolls-Royce* e *GE Aircraft Engines* [Hoover's (2008)].

Em 2008, as receitas da empresa eram de C\$1,1 bilhão e o número de funcionários era 7,4 mil. Em 2009 a PWC contava com 1,5 mil fornecedores, a maior parte de pequenas e médias empresas. A contribuição estimada da produção para o produto canadense chegava a C\$ 2 bilhões [PWC (2009)].

Organizada em 1928 como um centro de manutenção, a PWC passou a produzir sistemas propulsores convencionais para UTC durante a 2ª Guerra. Com o final do conflito ganhou autonomia para o desenvolvimento de sistemas propulsores de pequeno porte, e a Pratt & Whitney pelos sistemas de grande porte. Nesse contexto, em 1958 a PWC desenvolveu o conceito de turbinas de pequeno porte, representado pelo modelo PT6, que revolucionou o desenvolvimento dos projetos de aviões de pequeno porte e helicópteros nos anos 60 [Gardner e Lolonde (2009)]

¹¹⁶ A *United Technologies Corp* (UTC) é um conglomerado norte-americano que atua na indústria aeroespacial e da defesa com as indústrias *Pratt & Whitney*, *Pratt & Whitney Canada*, *Sikorsky Helicopters* e *Hamilton Sundstrand*. O grupo também controla importantes empresas do setor manufatureiro, como *Otis Elevator Company* e *Carrier Corporation*, do setor de refrigeração (Answers corporation, 2009).

Em 2009, a PWC era uma das maiores investidoras em P&D do setor aeroespacial, com um orçamento médio anual de cerca de C\$ 400 milhões, dos quais C\$ 15 milhões eram dedicados a pesquisas colaborativas com 20 Universidades e com a *National Research Council of Canada* (NCR) ¹¹⁷. Em 2009 a empresa empregava 1,3 mil pessoas nas atividades de P&D, e era o 5º maior orçamento de P&D do Canadá [PWC (2009)].

O principal desafio tecnológico enfrentado pela empresa era o desenvolvimento de sistemas propulsores mais eficientes, menos poluentes e mais silenciosos para adequação às normas ambientais, tendo como base os biocombustíveis. Para tanto, era previsto o investimento de cerca de C\$ 1 bilhão entre 2009 e 2015, com a participação do Governo do Canadá na forma de financiamentos reembolsáveis, de C\$ 350 milhões.

A empresa também tem previsão de investimentos, entre 2008 e 2013, de C\$ 575,3 milhões, com financiamento de C\$ 141 milhões do Governo do Quebec, em um centro de montagem final e testes de uma nova geração de turbinas PW800 e PW1524G, que serão empregadas no Projeto C-Series da Bombardier [MDEIE, (2009)].

Entre os projetos militares que a PWC participava, em 2009, destacava-se o fornecimento de componentes para as turbinas do avião de combate Lockheed Martin F-35 (JSF). A PWC também era fornecedora do sistema de propulsão para os super tucanos da Embraer, fornecidos à Força Área Brasileira (FAB) [MDEIE, (2009)].

¹¹⁷ Entre 1992 e 2009, a PWC investiu quase C\$ 8 bilhões no desenvolvimento de novos produtos, dos quais C\$ 1,4 bilhão foi aportado do governo canadense, tendo sido pago, no mesmo período, C\$ 325 milhões em royalties [PWC (2009)]. A maior parte desses investimentos, assim como o pagamento de royalties, ocorreu no contexto Technology Partnership Program (TPC), instituído em 1995.

Bell Helicopter Textron Canada Limited (BHTC)

A *Bell Helicopter Textron Canada Ltd* (BHTC) é uma subsidiária da empresa norte-americana *Bell Helicopter Textron*, dedicada ao desenvolvimento, produção e manutenção de helicópteros de uso comercial para o mercado internacional, tendo como principais competidores a *Eurocopter*, *MD Helicopters Holding* e a *Sikorsky Aircraft Corp*. Em 2008 a empresa contava com 2,1 mil empregados e uma participação no mercado de helicópteros comerciais estimada em 1/3 (Hoover's, 2008).

Localizada na província de Quebec, na região de Mirabel, a BHTC era a mais jovem *prime contractor* em operação no Canadá, tendo entrado em operação em 1986. Responsável pelo desenvolvimento de produto e exploração comercial do segmento civil, em nome da *Bell Helicopter Textron*, as operações no Canadá foram estruturadas no contexto de um plano de atração elaborado pelo Canadá e pela província do Quebec, no início dos anos 80, destinado à organização da produção de helicópteros no país (Industry Canada, 2009).

A *Bell Helicopter Textron* é uma das mais tradicionais empresas do setor aeronáutico e de defesa dos EUA. Suas atividades, pioneiras, foram organizadas em 1935 pela *Bell Aircraft Corporation*, que estruturou os primeiros projetos de helicópteros no início dos anos 40, e a produção em série em meados dos anos 50. A *Bell Aircraft Corporation* foi adquirida pela *Textron* em 1960, um conglomerado norte-americano que reorganizou suas atividades e criou a divisão a partir da qual nasceu a *Bell Helicopter Textron*, em 1982¹¹⁸. Em 1970 a empresa se associou à *Pratt & Whitney Canada*, para o desenvolvimento de turbinas para os helicópteros (Answers corporation, 2009).

¹¹⁸ Em 2008, a *Bell Helicopter Textron* era a maior fabricante de helicópteros do mundo. Contava com um total de 5 mil empregados e receitas de US\$ 2,83 bilhões, sendo a BHTC a sua principal subsidiária. Já o grupo Textron, que também controlava outras empresas do setor aeroespacial, entre as quais a *Cessna Aircraft Company*, dedicada à produção de jatos executivos, contava em 2008 com um total de 37 mil empregados e receitas de US\$ 14,2 bilhões (Answers corporation, 2009).

Os primeiros projetos de helicópteros voltados para aplicações civis, como serviços médicos de emergência, operações de resgate, combate a incêndios e transporte, entre outras aplicações, foram desenvolvidos no começo dos anos 40, sendo a Bell a pioneira na certificação de um projeto com essas características, em 1946. A empresa também foi responsável pelo desenvolvimento do segmento de helicópteros comerciais de médio porte, até 15 passageiros, com o modelo Bell 222 (Answers corporation, 2009).

A partir de 1986, com a organização da subsidiária no Canadá, o desenvolvimento dos projetos e aplicações para helicópteros militares se concentrou na unidade norte-americana, destacando-se os veículos aéreos não tripulados e os chamados tilt-rotor, em parceria com a Boeing. Os primeiros modelos produzidos pela BHTC foram o The JetRanger III e o LongRanger III, e o primeiro projeto desenvolvido inteiramente pela subsidiária canadense foi o Bell 230, em 1992 (BTH, 2009).

A empresa participava de diversos projetos colaborativos com instituições de pesquisas e empresas no Canadá. Entre esses se destacou o projeto de desenvolvimento de tecnologia de estruturas em material compósito, entre 2004 e 2006, que envolveu o NRC, Delastek, *Ecole Polytechnique*, *Concordia University*, *Pratt and Whitney Canada*, *Defence R&D Canada* e *Bell Helicopter Textron Inc* (MDEIE, 2009).

Canadian Aviation Electronics Limited (CAE)

A *Canadian Aviation Electronics Ltda* (CAE), segunda maior fornecedora de simuladores, depois da norte-americana *Flighsafety*, era a líder no segmento de simuladores civis, com uma participação no mercado internacional de 70%. Em 2009, os simuladores civis representavam 67% dos negócios da empresa; os sistemas de simulação para missões militares, 15%; as aplicações para o setor de energia 9%; e as aplicações espaciais e outros contratos, 9%. Em 2008, a empresa contava com 5,5 mil empregados e receita de C\$1,42 bilhão (Answers corporation, 2009).

A CAE foi organizada em 1947 por um ex-oficial da Força Aérea Canadense (RCAF) e iniciou suas atividades prestando serviços de manutenção em equipamentos de comunicação militares. Entre 1952 e 1959 executou um contrato de transferência de tecnologia com a empresa norte-americana *Curtis Wright Corporation*, para o desenvolvimento de simuladores de voo para a RCAF, com o qual constituiu suas competências básicas em simulação. Ao longo da década de 50, a empresa também desenvolveu competência em engenharia de suporte para radares, sistemas de armas e transmissão de dados (CAE, 2009).

Na década de 60 a CAE desenvolveu, a partir de um projeto para o governo canadense, um sistema de simulação digital envolvendo radares que foi adotado pelos países do *North Atlantic Treaty Organization* (NATO); competências básicas em RMS (*Remote Manipulator System*), que foram empregadas no programa espacial norte-americano; e os primeiros simuladores para helicóptero. A empresa também diversificou suas atividades e expandiu suas operações no mercado internacional com aplicações de tecnologia de simulação e monitoramento por telemetria em túneis de gás, desenvolvida para uma companhia pública canadense.

A década de 70 foi marcada por mudanças nos paradigmas das tecnologias de simulação, com o desenvolvimento de simuladores de voo a partir das especificidades operacionais das empresas aéreas e sistemas de simulação para missões militares completas. Destacaram-se, também, as mudanças nas tecnologias de controle e *softwares* de diagnósticos de sistemas complexos, desde os quais foram criadas aplicações para controle de tráfego aéreo e plantas de energia, cujo desenvolvimento foi apoiado pela *Atomic Energy of Canada Limited* (AECL), *Canadian Ministry of Transport*, e *Canada Post Corporation*, Ontário. Entre 1960 e 1970 a empresa dobrou o número de funcionários para 1,4 mil e diversificou o mercado de aplicações civis.

Na década de 80 foram desenvolvidos os simuladores digitais coloridos, com a incorporação das tecnologias baseadas em fibras ópticas e os sistemas de simulação para robótica e instrumentos de controle para o programa espacial canadense, que vieram a ser incorporados na estação espacial internacional. Em parceria com empresa pública *Ontario Hydro*, desenvolveu simuladores e controles para a indústria de energia elétrica, voltados para a exploração do mercado norte-americano. No final dos anos 80, o mercado internacional passou a representar 85% dos negócios (CAE, 2009).

Na década de 90, marcada pelo desenvolvimento do realismo e acuidade dos sistemas de simulação, a empresa consolidou sua liderança no segmento de simuladores de voo civis e militar, sendo a responsável pelos simuladores do programa *Eurofighter*. A partir dos anos 2000 passou a focalizar o desenvolvimento do mercado de formação de pilotos, e se tornou a segunda maior prestadora de serviço de treinamento independente do mundo, com a aquisição da *Schreiner Aviation Training*, em 2001 (CAE, 2009).

Nos anos 2000 a empresa também diversificou suas atividades com a aquisição de uma série de pequenas empresas. Entre essas a *Flightscape*, empresa canadense especializada em análise de informações e ciência de voos para serviços de segurança; *Macmet Technologies Limited*, empresa Indiana com experiência em simuladores navais, aéreos, e para forças terrestres; *MultiGen-Paradigm*, empresa norte-americana fornecedora de *software* para criação e visualização de imagens em tempo real; e a *Engenuity Technologies*, empresa canadense especializada em *softwares* de geração de cenários para combates virtuais (Answers corporation, 2009).

Entre os projetos em desenvolvimento, em 2009 se destacou uma nova geração de simuladores para aplicações civis e militares, chamado Projeto *Falcon*, cuja previsão de desenvolvido é de 2009 a 2014. O orçamento de investimento desse projeto é de C\$ 714 milhões, dos quais C\$ 250 milhões são financiados pelo governo canadense, por meio do *Strategic Aerospace and Defence Initiative* - SADI (MDEIE, 2009)

MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd (MDA)

A *MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd* (MDA) é a mais importante empresa do setor espacial canadense, atuando na área de tecnologia e engenharia, robótica e aplicações na área de informação. Em 2008 as receitas da empresa foram de C\$1,2 bilhão, e os serviços representavam cerca de 2/3 dos negócios. A empresa contava com 3,2 mil funcionários em 2008 e instalações nos Estados Unidos e no Reino Unido (MDA, 2009).

Na área espacial, a MDA era responsável pelos sistemas de engenharia, integração, testes, infraestrutura em solo e lançamento de satélites comerciais do programa espacial canadense RADARSAT-1 (1995) e o RADARSAT-2 (2007). A empresa também participava do programa aeroespacial norte-americano, como subcontratada da Boeing para fornecimento de soluções na área de robótica, e do programa espacial europeu, com convênios de cooperação com a Agência Espacial Europeia.

Na área de serviços, a empresa participava da exploração comercial das aplicações espaciais, como os serviços de monitoramento, tendo como clientes instituições públicas, incluindo a área da Defesa, e empresas privadas, principalmente do setor imobiliário. A área da Defesa do Brasil, por exemplo, mantinha com a empresa um contrato de monitoramento para a região amazônica desde 2002 (MDEIE, 2009).

A MDA foi organizada, em 1969, pelos engenheiros John MacDonald e Vern Dettwiler, da *University of British Columbia*, para o desenvolvimento de um satélite meteorológico para o Governo do Canadá. A empresa se consolidou a partir da especialização em serviços de informação geográfica; *softwares* para a indústria da defesa e aeronáutica; e infraestrutura terrestre para as operações de satélites (Answers corporation, 2009).

A partir de meados dos anos 90, no contexto da consolidação do setor, a MDA expandiu suas atividades no segmento de coleta e tratamento de informações e diversificou sua atuação na área de aplicações de engenharia espacial, tendo como estratégia a aquisição de empresas. Entre essas aquisições destacou-se a incorporação da Orbital Sciences em 1995, empresa controladora da Spar Aerospace Limited, e da EMS Technologies Canadá, em 2005, uma grande subcontratada (Nation Máster, 2009).

A *Spar Aerospace Limited* foi uma *spin off* da divisão de pesquisa e desenvolvimento De Havilland Aircraft, que se dedicou à tecnologia de mísseis e antenas nos anos 50 e 60. Na década de 70, já como empresa independente, passou a fornecer componentes para satélites para a *Hughes Aircraft* e componentes para a *Bell Helicopter Company*. Nos anos 80 a empresa atuou como *prime contractor* em projetos importantes, liderados pela *Hughes Aircraft*, *Telesat Canada* e a *Fokker*, até ser incorporada pelo grupo norte-americano *Orbital Sciences Corp* (Answers corporation, 2009).

A área de robótica espacial da *Spar Aerospace Limited*, que passou a constituir a MD Robotics, de Ontario, foi responsável pelo desenvolvimento do braço mecânico (*Shuttle Remote Manipulator System*) que é utilizado para reparo, operações de satélites e movimentação de carga da estação espacial, conhecido como Canadarm. Esse sistema, que integra as operações espaciais do programa espacial norte-americano desde 1981, contou com a participação do *National Research Centre* (NCR) e a participação da CAE, responsável pela interface com os astronautas (Answers corporation, 2009).

Em 2008, a venda da empresa para a operadora norte-americana *Alliant Techsystems Inc.* (ATK), por C\$ 1,3 bilhão, foi bloqueada pelo governo canadense. O objetivo do negócio, de acordo com a empresa, era criar melhores condições de acessar o mercado norte-americano (Nation Master, 2009).

A MDA também era membro fundador da *British Columbia Technology Industry Association* (BCTIA), uma associação organizada para promover a indústria de alta tecnologia da província de British Columbia, no Canadá (MDEIE, 2009).

Magellan Aerospace Corporation

A *Magellan Aerospace Corporation* é a maior fabricante de componentes e subsistemas para o setor aeroespacial do Canadá, com atuação nos segmentos de sistemas de propulsão, aeroestruturas, espaço, produtos especiais e manutenção, por meio de suas empresas controladas. Em 2008 o grupo contava com 3,2 mil empregados, unidades nos Estados Unidos, Reino Unido, e receitas de C\$686,4 milhões. Seus principais competidores eram os grupos norte-americanos *Lockheed Martin* e *Northrop Grumman Raytheon* (Hoover's, 2008).

A empresa participava da maior parte dos projetos da Bombardier e outros projetos de destaque na indústria, como Airbus A380 e Boeing 787 Dreamliner. Em 2000, foi uma das principais fornecedoras do projeto do satélite científico SCISAT-1 desenvolvido pelo governo canadense. A empresa, pela subsidiária *Orenda*, desenvolvia tecnologia para sistemas biocombustíveis (MDEIE, 2009).

A Magellan foi organizada em 1996 a partir da *Fleet Industries*, uma subsidiária da empresa norte-americana *Fleet Aerospace Company* (FAC). A *Fleet Industries*, localizada em Ontário, foi constituída em 1930; desenvolveu-se a partir da produção de aviões militares sob licença para o Canadá; e se consolidou como fornecedora de subsistemas e componentes, tendo participado dos principais projetos aeronáuticos do Canadá e dos Estados Unidos nos anos 80. Em meados dos anos 90, no contexto da reestruturação da FAC, e com o apoio decisivo do Governo do Canadá e da província de Ontário, a *Fleet Industries* se tornou independente (Answers corporation, 2009).

Com isso, no contexto do processo de consolidação da indústria aeroespacial, a *Magellan Aerospace Corporation* expandiu suas atividades partir de meados dos anos 90, com a aquisição de diversas empresas no Canadá (*Orenda Aerospace Corporation*; *A-R Technologies*; *Middleton Aerospace*; *Bristol Aerospace*; *Chicopee Manufacturing* e constituiu sua base internacional com a incorporação de empresas nos Estados Unidos (*Ellanef Manufacturing Corp*) e Reino Unido. Entre essas aquisições destacaram-se a *Bristol Aerospace*, reconhecida pela sua competência na área de componentes para o setor espacial, e a *Orenda Aerospace*, importante para o segmento de propulsão.

A *Bristol Aerospace* foi organizada a partir da *MacDonald Brothers Aircraft Company*, criada em 1930, que se dedicava originalmente à produção de aviões marítimos; depois foi mobilizada para a construção de aviões de treinamento durante a 2ª Guerra; e se tornou, no pós-guerra, um importante centro de manutenção canadense. Em 1954 a empresa foi adquirida pela *British Bristol Aeroplane Company*, uma tradicional empresa inglesa organizada em 1910, que atualmente compõe o grupo BAE System. No final dos anos 50, no contexto da corrida espacial, a *Bristol* voltou-se para o desenvolvimento de propulsão para foguetes e se especializou no fornecimento de componentes, até ser adquirida pela Megallan, em 1997 (Answers corporation, 2009).

A *Orenda Aerospace*, empresa dedicada à manutenção e desenvolvimento de componentes para sistemas de propulsão, foi criada na década de 80, a partir da *Orenda Engines*, dedicada ao desenvolvimento e produção de turbinas para aviões militares, que operou entre 1950 e 1970. A *Orenda Engines* foi parte da *A.V. Roe Canada (Avro Canada)*, empresa organizada em 1946 a partir da *Victory Aircraft*, para garantir autonomia no desenvolvimento e produção de turbinas para a *Real Canadian Air Force (RCAF)*, cujas bases tecnológicas foram constituídas em um projeto de pesquisa desenvolvido no contexto da 2ª Guerra Mundial. A *Avro Canada* é reconhecida como uma das pioneiras no desenvolvimento de aviões de combate a jato do início dos anos 50, e a *Orenda* pelo desempenho das turbinas CF-100 (Gardner; Lolonde, 2009).

Héroux-Devtek Inc.

A *Héroux-Devtek Inc.* dedica-se ao desenvolvimento e produção de trens de pouso e componentes estruturais para aplicações aeroespaciais civis e militares nas suas unidades nas províncias de Ontário e Quebec, no Canadá; e produção de componentes para turbinas nas suas unidades nos Estados Unidos. Em 2008 contava com 1,3 mil empregados e um faturamento de US\$ 270 milhões, sendo que 90% gerado no Canadá (Hoover's, 2008).

Em 2009, a *Héroux-Devtek* participava de uma série de projetos junto à indústria aeroespacial como, por exemplo, o fornecimento de componentes estruturais para helicópteros da *Bell* (429 Global Ranger) e *Sikorsky* (CH-35K); e componentes para trem de pouso da Embraer (Legacy 450 e Legacy 500) e *Lockheed Martin's* (Joint Strike Fighter). Em 2007, investiu C\$40 milhões em modernização, financiados pelo Governo do Canadá (O'Keeffe, 2008).

A empresa foi organizada em 1942, em Quebec, como *Héroux Machine Parts Limited* e dedicava-se à produção de pequenos componentes para equipamentos militares. Na década de 50 passou a desenvolver e produzir os trens de pouso para os projetos aeronáuticos da Canadiar e *De Havilland*. No final dos anos 60 ganhou notoriedade internacional por produzir o trem de pouso para a espaçonave Apollo, do programa espacial norte-americano. A partir dos anos 70 passou a prestar serviços de manutenção para a Força Aérea norte-americana, sendo adquirida, em 1973, pela *Bombardier*.

Com a reorganização do grupo Bombardier, a empresa foi vendida para dois gestores, em 1986, e abriu seu capital em 1987. No final da década de 80 expandiu suas atividades com a aquisição de empresas nos Estados Unidos, a saber: a *McSwain Manufacturing Corp*, especializada em partes e componentes aeroespaciais e manufatura de precisão; e a *BA Industries Inc.*, especializada na produção de partes para turbinas. Com essas aquisições a empresa passou a ser fornecedora de grandes grupos aeroespaciais, como *General Electric* e *Pratt & Whitney* (Héroux-Devtek, 2009).

No início dos anos 90, com o final da Guerra Fria, a empresa procurou desenvolver suas atividades no segmento civil e diversificar suas operações. Para tanto, passou a produzir peças de reposição para a Boeing; prestar serviços de manutenção para companhias aéreas; e assumiu, em 1992, o controle da *FRE Composites Inc*, empresa canadense voltada à produção de materiais compósitos para o setor aeroespacial. Com isso, nos anos 90 a participação das receitas militares caiu de 70% para 30%.

A partir do final dos anos 90, a *Héroux* concentrou suas atividades na produção de subsistemas para o setor aeroespacial e expandiu suas atividades pela aquisição de empresas. Assim, em 1998 firmou uma parceria com a *Messier-Dowty Inc.* para produção de trens de pouso civis; em 1999, assumiu o controle das empresas *Metro Machining Corp.* e *Les Industries C.A.T. Inc.*, fornecedoras de componentes estruturais para a Bombardier; e em 2000 vendeu a sua participação na *FRE Composites* e assumiu o controle da *Devtek Corporation*, passando a chamar-se *Héroux-Devtek Inc.*

A *Devtek Corporation*, empresa especializada em sistemas eletrônicos, foi criada em 1981, a partir de uma divisão do setor aeroespacial da *Magna International Inc.*, empresa do setor automobilístico. Em 1986, a Devtek diversificou suas competências ao adquirir a empresa canadense *Hochelaga Aerospace Inc*, especializada em controles de voos e trem de pouso, e a *General Manufacturing*, empresa norte-americana voltada para a manufatura de precisão (Answers corporation, 2009).

Rolls-Royce Canada Ltd.

A *Rolls-Royce Canada Ltd* é uma subsidiária da *Rolls-Royce North America*, que é vinculada, por sua vez, à empresa inglesa *Rolls-Royce Group plc*, uma das mais tradicionais do setor aeroespacial, que atua também nos segmentos de energia e indústria naval. Em 2009 a *Rolls-Royce Group* era a líder mundial no fornecimento de sistemas de propulsão para aviões comerciais, com participação de 94% dos jatos comerciais e 34% dos jatos executivos, tendo como principais concorrentes as empresas norte-americanas *GE Aviation*, *Pratt & Whitney* e a *SAFRAN* (Rolls-Royce Group, 2009).

A *Rolls-Royce Canada* contava com unidades em Quebec, dedicadas aos serviços de manutenção e reparo de sistemas de propulsão civis e militares, pesquisa e desenvolvimento na área de energia e montagem, e testes de turbinas para aplicações. Contava, também, com unidades na província de British Columbia, dedicada a sistemas de propulsão marítimos e outras aplicações industriais. Em 2008 a empresa contava com 1,5 mil funcionários, faturamento anual de C\$ 600 milhões e representava um dos maiores investimentos do grupo fora da Inglaterra.

A subsidiária canadense foi organizada em 1947, como centro de manutenção e reparo para as operações da *Air Canada* e *Royal Canadian Air Force*, e se consolidou como o principal centro de manutenção da *Rolls-Royce North America*. Em 2009 a empresa prestava serviços de manutenção para 123 sistemas de propulsão civis e militares e desde 1997 é responsável pela montagem de turbinas para aplicações industriais, derivadas dos modelos aeronáuticos (*Rolls-Royce Group* 2009).

Em 2009 a empresa contava com investimento e participação do Governo canadense no contexto do programa *Technology Partnerships Canada* (TPC), para desenvolvimento de tecnologias a partir de turbinas de médio porte, a gás, para sistemas de energia e fornecimento e tratamento de água em situação de emergência. O investimento total no projeto foi de C\$ 122 milhões e a participação do governo canadense foi de C\$ 30 milhões.

Outros atores

NRC Aerospace

O NRC *Institute for Aerospace Research* (NRC-IAR), conhecido também como NRC *Aerospace*, tem como missão promover a competitividade da indústria aeroespacial canadense com pesquisa e desenvolvimento nas áreas de materiais e estruturas; sistemas de propulsão; aerodinâmica; manufatura avançada; e também aviônicos e sistemas de operação de voo [NRC-IAR (2009)]. O Instituto é vinculado ao *National Research Council* (NRC)¹¹⁹, o mais tradicional centro de pesquisas do Canadá.

As atividades de pesquisa e desenvolvimento em engenharia e tecnologia aeroespacial, que constituíram a base do NRC *Aerospace*, foram empreendidas na década de 30, a partir dos esforços pioneiros para o desenvolvimento dos equipamentos aeronáuticos. No entanto, as competências básicas que caracterizam o Instituto foram constituídas durante a mobilização para 2ª Guerra mundial, a partir da cooperação com a Inglaterra, principalmente na área de sistemas de propulsão, e com os Estados Unidos, nas aplicações de eletrônica para sistemas de armas [Niosi *et al.* (2005)].

¹¹⁹ O NRC foi organizado em 1916 para apoiar a política pública na área científica e tecnológica do Canadá. Em 2009 contava com 27 institutos e 4,3 mil pesquisadores nas áreas de ciências da vida, ciências físicas, engenharia e serviços. Seu orçamento era de C\$ 700 milhões em 2009 [NRC (2008)].

Com o final da 2ª Guerra e com a organização de centros de pesquisas militares dedicados, que compõem atualmente o *Defence Research and Development Canada (DRDC¹²⁰)*, o NRC Aerospace passou a concentrar-se nas aplicações civis, particularmente em tecnologia industrial básica para o setor aeroespacial. Entre esses serviços oferecidos se destacaram os estudos em aerodinâmica, desenvolvidos a partir da implantação de um túnel de vento, no final dos anos 40 [Elfstrom e Templin (2001)].

Desde os anos 50, o NRC Aerospace esteve envolvido com projetos mais importantes, desenvolvidos pela indústria canadense, de tal forma que as características distintivas de suas competências são representativas das competências acumuladas pela própria indústria. Entre esses projetos estão o desenvolvimento do helicóptero Bell 412; estrutura de simulação para o helicóptero Bell 205; testes atmosféricos do Convair 580; testes geocientíficos do Falcon 20; sistemas de voo e estudos atmosféricos para Twin Otter, entre outros [NRC-IAR (2009)].

¹²⁰ *Defence Research and Development Canada (DRDC)* é uma agência criada em 2000, a partir do *Defence Research Board (DRB)*, que havia sido organizado em 1947 para concentrar as atividades de pesquisas militares no Canadá. O DRDC, cuja sede situava-se em Ottawa (Ontário) contava em 2009 com 1,6 mil pesquisadores e orçamento anual de C\$ 350 milhões. [DRDC (2009)]

A partir dos anos 2000, com a orientação da política para a competitividade sistêmica da indústria, o NRC Aerospace se tornou, também, um articulador das ações e competências da indústria. Nesse contexto, em 2009 o Instituto participava das principais redes que envolviam empresas e instituições de pesquisa canadenses¹²¹; operava o apoio para pequenas e médias empresas¹²²; e colaborava com os projetos militares liderados pelo *Defence Research and Development Canada* (DRDC).

Em 2009, o NRC Aerospace contava com instalações nas províncias de Ontário (Ottawa) e Quebec (Montreal), onde eram reunidos os laboratórios de aerodinâmica, manufatura, tecnologia de voo, turbinas a gás e *performance* de estruturas e materiais. Em 2005, o seu orçamento era de C\$ 42,14 milhões, sendo ½ recursos próprios; ¼ de receitas comerciais geradas com a prestação de serviços comerciais; e ¼ de recursos originados de pesquisas colaborativas [NRC-IAR (2009)].

As atividades do NRC Aerospace eram organizadas em prestação de serviços técnicos e atividades de pesquisa, organizadas, por sua vez, em programas, projetos e grupos temáticos. Em 2010 existiam 72 programas, 9 projetos, 3 grupos de pesquisa, e 12 serviços tecnológicos ativos. Essas atividades, conforme a natureza do desafio tecnológico, também contava com a participação de pesquisadores e infraestrutura de outros Institutos ligados ao NRC (NRC-IAR, 2009).

¹²¹ O NRC Aerospace participava, em 2009, da *Aerospace Industry Association of Canada* (AIAC), *Consortium for Research and Innovation in Aerospace in Quebec* (CRIAQ); e do *Quebec Aerospace Association* (AQA). O instituto também participava dos projetos internacionais de cooperação com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA); *The North Atlantic Treaty Organization* (NATO) *Research and Technology Organisation* (RTO); e *The Technical Cooperation Program* (TCP) em conjunto com Austrália, Nova Zelândia, Reino Unido, e Estados Unidos (NRC-IAR, 2009)

¹²² O apoio às pequenas e médias empresas se processava, principalmente, pelo *Industrial Research Assistance Program* (NRC-IRAP) e *Canada Institute for Scientific and Technical Information* (NRC-CISTI), que eram tradicionais instrumentos de difusão de informação tecnológica e apoio às atividades inovadoras para as pequenas e médias empresas, operadas pelo NRC desde meados dos anos 60.

Entre os projetos ativos do NRC *Aerospace* destacavam-se os estudos referentes à configuração e estrutura das nuvens para monitoramento climático. O projeto, desenvolvido com o Environment Canada (EC), Canadian Space Agency (CSA) e NASA (EUA), envolveu o lançamento de dois satélites em 2006, chamados CloudSat e CALIPSO, e desenvolvimento de tecnologia com a integração de monitoramento por radares implantados em aviões [NCR-IAR (2007)]

Também em 2007, o NRC *Aerospace* desenvolveu uma estrutura de testes para turbinas em baixas temperaturas, voltada para os experimentos no desenvolvimento do sistema de propulsão Boeing 787 *Dreamliner*, desenvolvido pela GE Aviation. A partir dessa estrutura, o Instituto se tornou um centro de excelência mundial para certificação da operação de sistemas de propulsão em baixas temperaturas [NCR-IAR (2007)].

O NRC *Aerospace* firmou uma parceria com a Bombardier, em 2004, para o desenvolvimento de tecnologia para sistemas robóticos voltados à montagem de componentes aeronáuticos. Em 2009, os pilotos desses sistemas foram introduzidos pela empresa nas operações de grandes riscos para os trabalhadores [NCR-IAR (2009)].

O planejamento estratégico do NRC *Aerospace* para o período 2006-2010 identificou como desafios do setor aeroespacial canadense o aumento do valor agregado para produção; o incremento da intensidade das atividades de P&D; e o desenvolvimento das competências tecnológicas dos fornecedores de subsistemas. As justificativas foram a tendência de aumento da responsabilidade dos fornecedores para o desenvolvimento dos produtos, a redução do valor adicionado na produção, de 60% para 40%, e do esforço tecnológico de 10% para 6%, entre 1999 e 2004.

Assim, foram definidos como objetivos estratégicos para o período 2006-2010 a consolidação do NRC *Aerospace* como parceiro preferencial nos campos tecnológicos sob seu domínio; o desenvolvimento da competitividade dos fornecedores de partes e subconjuntos; e o apoio à consecução dos objetivos da política federal para a indústria aeroespacial. Também foi indicado, como objetivo estratégico, o desenvolvimento das condições para sustentabilidade das ações do Instituto no longo prazo.

Apêndice A – Instituições da Defesa e do Setor Espacial no Brasil

A Estrutura do setor de Defesa no Brasil

As diretrizes para o setor aeroespacial relacionadas à defesa são definidas no Brasil pelo Ministério da Defesa (MD), com base nos seguintes documentos: Estratégia Nacional de Defesa (2008), Política de Defesa Nacional (2005), Política Nacional da Indústria de Defesa (2005) e Concepção Estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional (2004).

O Ministério da Defesa (MD) foi criado em 1999 no contexto da reorganização das Forças Armadas, cujas diretrizes foram definidas pela Política de Defesa Nacional (PDN), instituída em 1996 e atualizada em 2005. Entre os objetivos do MD destacam-se a articulação e a coordenação da produção, compras de equipamentos militares e atividades de P&D das Forças Nacionais, com vistas à promoção da indústria de defesa nacional (OLIVEIRA 2002)¹²³.

¹²³ A Política Nacional de Defesa de 1996 propunha que o Ministério da Defesa promovesse a integração das Forças Armadas; desenvolvesse estruturas de comando civis; e promovesse a modernização e reorganização da base industrial de defesa brasileira com a incorporação de novas tecnologias. Para tanto, as atividades e as instituições de P&D militares deveriam atuar de forma cooperada e articulada ao sistema científico e tecnológico civil. Para mais detalhes sobre o processo de criação do Ministério da Defesa ver Fuccille (2003) e Santana (2007).

Particularmente em relação à produção, as diretrizes da Política Nacional da Indústria de Defesa (PNID), de 2005, propunham a definição de condições tributárias diferenciadas para o setor; fomento da competitividade; expansão das exportações; e a redução da dependência de produtos e serviços importados¹²⁴. Em 2008 essas diretrizes foram detalhadas em ações estratégicas pela Estratégia Nacional de Defesa (2008), conforme item seguinte.

Também compõem as diretrizes, relacionadas à produção, as normas e procedimentos relacionados à compensação comercial, industrial e tecnológica das aquisições militares (*offset*), conforme Portaria nº 764/MD de 27/12/ 2002; e as ações para o fomento industrial no âmbito das Forças Armadas, de acordo com a Portaria 899/MD de 19/07/2005, conforme Quadro 48

Já no caso da P&D das Forças Armadas, com a criação do MD as atividades foram tratadas como um Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional (SisCTID), cujas ações deveriam ser articuladas ao sistema civil, sob responsabilidade do MCT¹²⁵. Para tanto, foi criada a Comissão Assessora de Ciência e Tecnologia para a Defesa (COMASSE), responsável pelas políticas de organização e desenvolvimento do SisCTID.

¹²⁴ Mais especificamente, o PNID de 2005 estabelecia 7 diretrizes estratégicas, quais sejam: I - conscientização social quanto à necessidade de uma base industrial de defesa (BID); II - diminuição da dependência externa de produtos e serviços estratégicos para defesa; III - redução da carga tributária e distorções relativas aos produtos importados; IV - ampliação da capacidade de aquisição de produtos estratégicos de defesa da indústria nacional; V - melhoria da qualidade tecnológica dos produtos; VI - aumento da competitividade da BID brasileira para expandir as exportações; e VII - melhoria da capacidade de mobilização industrial na BID.

¹²⁵ Compete ao SisCTID a ampliação do conteúdo tecnológico dos produtos e serviços; elevação do nível de capacitação de RH; aprimoramento da infraestrutura de apoio; criação de ambiente favorável à inovação e à competitividade industrial; implantação de mecanismos de financiamento; ampliação do interesse dos diversos segmentos da sociedade; integração das iniciativas conduzidas nas Organizações Militares de P&D nos Institutos e nas Universidades civis; e implantação de sistemática que integre o planejamento estratégico, o ciclo de desenvolvimento e a avaliação de resultados.

Com isso, as áreas prioritárias SisCTID, os campos de cooperação com o sistema civil, os programas mobilizadores, e as oportunidades e necessidades da defesa foram organizadas no documento Concepção Estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional, formulado originalmente em 2004 e atualizado em 2008. O órgão responsável pelo acompanhamento e coordenação dessas atividades é o Departamento de Ciência e Tecnologia (DEPCT) do Ministério da Defesa.

Quadro 48 - Indústria da Defesa no Brasil: marco regulatório

Defesa	Indústria da Defesa	P&D de interesse da área de defesa
Lei Complementar Nº 97 de 09/06/1999: Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas (Criação do Ministério da Defesa)	Portaria nº 764/MD de 27/12/ 2002: Política e as Diretrizes de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica do Ministério da Defesa	Decreto Nº 3.569 - Senado Federal, de 18/08/2000: Institui a Comissão Assessora de Ciência e Tecnologia para a Defesa (COMASSE)
Decreto Nº 5.484 , de 30/07/2005: Aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências.	Portaria nº 075/MD de 10/02/2005: Centro de Certificação, de Metrologia, de Normalização e de Fomento Industrial das Forças Armadas CCEMEFA	Portaria Normativa Nº 740 - MD, de 26/11/2001: 'Dispõe sobre a Política de Ciência e Tecnologia das Forças Armadas.
Decreto nº 6.703 , de 18/12/2008: Institui a Estratégia Nacional de Defesa	Portaria 899/MD de 19/07/ 2005: Política Nacional da Indústria de Defesa (PNID)	Portaria Normativa Nº 1317 - MD, de 04/11/2004: Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) para a Defesa Nacional

Fonte: MD (2010)

Estratégia Nacional de Defesa (END) de 2008

A Estratégia Nacional de Defesa (END), instituída em 2008, compreende um conjunto de diretrizes para as ações de médio e longo prazo referentes à organização das Forças Armadas, da Indústria Nacional de Defesa e dos Efetivos Militares no Brasil. A partir desses elementos, considerados eixos estruturantes para reorganização da Defesa, foram definidas as estratégias para o sistema de ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa (SisCTID), setores prioritários e diretrizes específicas para as Forças Armadas.

Quanto à organização das Forças Armadas, entre as prioridades estabelecidas pela EDN a mobilidade e as atividades de monitoramento e controle envolvem o emprego direto de sistemas aeroespaciais. Nesse contexto, compreende-se a definição dos satélites geoestacionários para telecomunicações, sensoriamento de alta resolução e tecnologias de controle de altitude como focos da tecnologia espacial para defesa, conforme Ilustração 10

As prioridades relacionadas à mobilidade e às atividades de monitoramento e controle também orientaram o programa de reaparelhamento da Força Aérea que será empreendido entre 2015 e 2025, principalmente quanto aos equipamentos de transporte. Esse programa, que prevê investimentos de cerca de US\$ 2 bilhões, representa uma das principais oportunidades para a incorporação de novas tecnologias pela indústria aeronáutica.

Quanto à Indústria Nacional de Defesa, o objetivo é o domínio de tecnologias críticas para a autonomia das atividades de Defesa. O foco proposto pela EDN, no entanto, é a capacitação tecnológica, em detrimento da capacidade industrial que havia marcado o esforço do desenvolvimento nas décadas 70 e 80, e a cooperação internacional, em oposição ao modelo de contratação simples, que limita a absorção tecnológica.

Para tanto, a END estabeleceu que as empresas públicas da indústria nacional de defesa devem operar nos segmentos menos rentáveis do mercado, caracterizados pelas novas tecnologias, atuando em parceria com o Sistema de C&T civil, liderado pelo MCT, particularmente nas chamadas tecnologias de uso dual. No caso, as referências para a tecnologia de interesse da defesa são definidas pelo documento 'Concepção Estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação de interesse da Defesa Nacional', já mencionado.

As empresas privadas que compõem a base industrial da defesa, por sua vez, contarão com condições diferenciadas para as licitações públicas; um regime espacial de tributação para produção e importação de insumos; e apoio público para as exportações, como forma de garantir escalas econômicas para a produção. Em contrapartida, as empresas estarão sujeitas a um regime regulatório específico, com limitações sobre o poder decisório.

Em relação às diretrizes específicas para Força Aérea, foi priorizada a busca da autonomia tecnológica para o desenvolvimento de operações em rede; o desenvolvimento e a produção de aeronaves não-tripuladas (VANTS) para monitoramento e combate; e as tecnologias de sensoriamento espacial. Quanto ao sistema de armas, a capacidade de desenvolver e fabricar aviões de combate e mísseis permaneceu como prioridade.

Para consecução dos objetivos relacionados à autonomia tecnológica da Força Aérea nas áreas mencionadas, devem ser privilegiados o desenvolvimento de recursos humanos e a articulação com base industrial nacional. Particularmente em relação às aplicações espaciais, a estratégia deve pautar-se na cooperação internacional para o desenvolvimento de plataformas espaciais e veículos não-tripulados, conforme Ilustração 10.

Ilustração 10 – Estratégia Nacional de Defesa 2008

Fonte: Elaborado a partir da PND (2008)

Estrutura do sistema espacial no Brasil

As diretrizes e os objetivos gerais das atividades relacionadas ao setor espacial no Brasil são definidas pela Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais, que foi publicada em 1994. Já as ações relacionadas ao cumprimento dos objetivos dessa política, que compõem o programa espacial brasileiro, são especificadas pelo Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), cuja última revisão foi estabelecida para o período de 2005 a 2014¹²⁶.

A execução do PNAE é realizada pelo Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), composto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), responsável pelo desenvolvimento das aplicações de engenharia espacial; Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), encarregado da infraestrutura e veículos lançadores; instituições científicas e tecnológicas; e empresas do setor espacial, conforme Figura 1.

A Agência Espacial Brasileira (AEB), por sua vez, é uma instituição civil criada em 1994, em substituição à Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), que havia sido encarregada da execução do programa espacial brasileiro a partir de 1971. Organizada como uma autarquia, vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), a AEB é a responsável pela formulação e coordenação das ações do PNAE junto ao SINDAE.

O SINDAE é composto ainda por um Conselho Superior, constituído pelos Ministérios e Instituições Públicas com interesse no setor espacial, entre os quais o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Ministério da Defesa (MD).

¹²⁶ O primeiro PNAE foi instituído em 1996, em substituição à Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), publicada em 1979. Em 1997 foi realizada a segunda revisão do PNAE, quando foram estabelecidas as ações para o período 1998-2005. Em 2005 foi realizada a terceira revisão, com a definição dos objetivos para o período de 2005 a 2014.

Figura 1 - Brasil: Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais

Fonte: Elaborado a partir de Carvalho (2006)

A política espacial definiu como missão do programa brasileiro: “o desenvolvimento e a utilização de tecnologias espaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira, contribuindo para a construção da soberania e autonomia, geração de novos conhecimentos e desenvolvimento econômico e social do País”. .

Para tanto, os programas devem promover a formação de competências científicas e tecnológicas para atuação com autonomia; constituir a infraestrutura necessária para as operações; e desenvolver a capacidade e a competitividade do setor produtivo nacional, conforme o Decreto N° 1.332 de 8 de dezembro de 1994.

Entre as diretrizes da política destacam-se a concentração em programas mobilizadores, com a finalidade da definição de objetivos claros; delimitação dos resultados, a partir dos resultados finais das atividades; promoção da cooperação internacional para consecução dos objetivos; capacitação em tecnologias estratégicas, a partir das restrições de acesso; conciliação entre objetivos científicos e tecnológicos, tendo como referência a ênfase nas aplicações espaciais; e o foco em tecnologias de uso dual.

Também compõem as diretrizes políticas para o desenvolvimento das atividades, os tratados internacionais em que o país é signatário. Entre esses se destacam o Regime de Controle da Tecnologia de Mísseis (Missile Technology Control Regime – MTCR), que envolve o controle da exportação das tecnologias associadas ao desenvolvimento de veículos lançadores, e o Tratado de não-proliferação de armas atômicas, aos quais o Brasil aderiu em 1995 e 1998, respectivamente.

As necessidades, a partir das quais são formuladas as prioridades quanto aos investimentos nos programas, são organizadas pelo Conselho Superior da AEB. Em conjunto, esses componentes determinam o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), que compreende o instrumento de execução do programa espacial no Brasil¹²⁷.

Ilustração 11 – Componentes do Programa Espacial Brasileiro

.Fonte: Autor

¹²⁷ A execução do programa espacial no Brasil se processa pela alocação dos recursos orçamentários do Governo Federal, por meio do Planejamento Plurianual (PPA) para o período de 4 anos, e das Leis Orçamentárias Anuais (LOA).

Apêndice C – conversão de moedas

Taxa de Câmbio		
Ano	Canadá (1) (C\$/US\$)	Brasil (2) (R\$/US\$)
2001	1,5484	2,3496
2002	1,5704	2,9204
2003	1,4015	3,0775
2004	1,3015	2,9251
2005	1,2116	2,4344
2006	1,1341	2,1753
2007	1,0748	1,9471
2008	1,0660	1,8338
2009	1,1420	1,9968

- (1) Taxa de câmbio comercial para compra: real (R\$) / dólar americano (US\$) - média anual
Fonte: Banco Central do Brasil
- (2) Taxa de câmbio: Dólar Canadense (C\$) / dólar americano (US\$) - média anual
Fonte: Banco Central do Brasil
Fonte: *Bank of Canada*