

**PANORAMA DA BASE INDUSTRIAL DE DEFESA
SEGMENTO AEROSPACIAL**

© 2013 – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI
Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, desde que seja citada a fonte.

Supervisão

Maria Luisa Campos Machado Leal - ABDI

Equipe Técnica da ABDI

Larissa de Freitas Querino – Especialista em Projetos
Cláudio Ferreira da Silva – Especialista em projetos
Karen Cristina Leal da Silva Ilogti – Técnica
Carlos Henrique Silva Pontes – Assistente

Coordenadora Geral

Carla Maria Naves Ferreira
Gerente de Projetos

Gerência de Comunicação ABDI

Oswaldo Buarim Junior

Supervisão da Publicação

Joana Wightman
Coordenadora de Comunicação

Autores

Mauricio Pazini Brandão
Carlos Magno Vilela do Nascimento

Colaborador Técnico

Eduardo Siqueira Brick

Projeto Gráfico e Diagramação

G3 Comunicação

Revisão de texto

G3 Comunicação
Equipe Técnica do Projeto de Defesa da ABDI

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Setor Bancário Norte Quadra 1 – Bloco B – Ed. CNC

70041-902 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3962-8700

www.abdi.com.br

República Federativa do Brasil

Dilma Rousseff

Presidenta

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Fernando Damata Pimentel

Ministro

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Mauro Borges Lemos

Presidente

Maria Luisa Campos Machado Leal

Otávio Silva Camargo

Diretores

Carla Maria Naves Ferreira

Gerente de Projetos

Larissa de Freitas Querino

Especialista em Projetos

SUMÁRIO

Introdução	09
Cenário geopolítico e regulatório	12
Ambiente econômico e de mercado	31
Ambiente tecnológico e de inovação	50
Conclusões	62
Referências	64
Anexo	70





Introdução

Nós temos os cientistas e os engenheiros. Nós gozamos de superioridade industrial. Nós temos o gênio criativo. Por que, portanto, nós não embarcamos em um grande programa espacial equivalente àquele que foi realizado no desenvolvimento da bomba atômica?

Os editores da revista Collier's, em 22 de março de 1952.

As necessidades individuais e coletivas são as origens dos objetivos pessoais, de grupos sociais e institucionais. Pessoas, grupos e instituições percebem o que se faz necessário para prover-lhes subsistência digna, ordem e paz social e um mínimo de prazer, de forma a conferir algum sentido às suas existências. Ao processo de identificação e estabelecimento daqueles objetivos, bem como à escolha das possíveis formas de buscá-los, dá-se o nome de política.

Para buscar atingir os objetivos, indivíduos, grupos e instituições utilizam meios das mais diversas naturezas que estejam aos seus alcances e controles. Ao conjunto desses meios para atingir os fins almejados, dá-se o nome de poder. Portanto, poder é o instrumento empregado, individual, coletiva ou institucionalmente, para que os objetivos estabelecidos pela política possam ser buscados, alcançados e mantidos.

Dispondo-se de poder, existem diversos caminhos em que ele pode ser utilizado para o alcance dos objetivos colimados. À escolha do caminho e ao emprego do poder segundo a escolha feita dá-se o nome de estratégia. Uma estratégia bem aplicada pode permitir o alcance dos objetivos escolhidos dentro de um determinado prazo e com uma eficácia aceita pelos indivíduos, pelas instituições e pela sociedade.

No Brasil, os indivíduos, as instituições e a sociedade organizam-se para distribuir os meios do Poder Nacional de forma a permitir que todos possam, à moda democrática, ter alguma chance na satisfação de suas necessidades dentro de prazos e custos aceitáveis. Cabe ao Estado Brasileiro, por meio de suas instituições, identificar as necessidades sociais, definir objetivos a serem alcançados e estabelecer políticas públicas que irão nortear as estratégias para consecução dos objetivos definidos. E cabe ao Governo, em nome do Estado, executar tais políticas dentro do seu prazo constitucional de vigência, repassando os compromissos resultantes dos objetivos não alcançados ao Governo seguinte.

Nessa busca pela conquista de objetivos envolvendo política, poder e estratégia; indivíduos e países podem estabelecer três tipos de relacionamento: cooperação, competição ou conflito. A cooperação é criada quando dois ou mais indivíduos, organizações ou países identificam objetivos comuns e decidem por juntar suas competências para alcançá-los. A competição se estabelece quando os objetivos colimados são os mesmos, mas pessoas, instituições ou países decidem buscá-los separadamente, às suas próprias maneiras e empregando os seus próprios recursos. Finalmente, um conflito é gerado quando a competição extrapola limites suportáveis pelos participantes desse processo de busca e são esgotadas todas as formas de negociação pacífica para a solução de pendências aparentemente irreconciliáveis. Nesse caso, a via diplomática se esgota. Conforme afirmado pelo general prussiano Carl Phillip Gottlieb von Clausewitz (1780–1831), em sua obra *Da Guerra* (1873), esta “é a continuação da política por outros meios”.

Segundo a doutrina da Escola Superior de Guerra (ESG, 2006), os conflitos podem surgir em decorrência do confronto, via competição, das diversas expressões dos Poderes Nacionais (política, econômica, científico-tecnológica ou psicossocial) dentre diferentes Estados ou nações. Conflitos podem resultar do esgotamento da busca de soluções pelos meios tradicionais de negociação, incluindo as parcerias político-militares regionais, organizações multinacionais, cortes internacionais ou arbitragem de pendências por terceiros Estados.

Os conflitos acionam todas as expressões dos poderes nacionais, mas implicam fundamentalmente a utilização da expressão militar como braço armado do Poder Nacional. Os conflitos buscam submeter, pela força, a vontade do Estado antagônico ao atendimento dos objetivos buscados e negados pelas formas pacíficas de negociação e entendimento. Segundo a inteligência moderna, o Poder Militar é resultado da sinergia dos poderes Marítimo, Terrestre e Aeroespacial do Estado, congregados em operações militares conjuntas.

As operações militares requerem objetivos bem definidos e caracterizados, sistemas de armas e respectivas logísticas, doutrinas de emprego e recursos humanos especializados, adequados e em perfeita sintonia. De nada adianta dispor-se de sistemas de armas avançados se não estiver garantida sua disponibilidade no tipo, na quantidade, no momento e no local necessários; se o emprego desses sistemas for inadequado; ou se os recursos humanos destinados a esse emprego não estiverem treinados para tal. Assim, para um Estado ter condições de defender os seus interesses em situações de paz ou de conflito, mister se faz a existência de forças armadas preparadas e adequadas ao cenário geopolítico em que este Estado se insere. Em termos de preparo, vale hoje, como sempre, o provérbio latino atribuído a Publius Flavius Vegetius Renatus, na obra *De Re Militari* (Compêndio Militar, 1767), produzido no século IV A. C.: “si vis pacem, para bellum” (se queres a paz, prepara-te para a guerra).

Ainda segundo a doutrina da ESG, o Poder Aeroespacial é parte integrante do Poder Militar, juntamente com o Poder Marítimo e o Poder Terrestre, que historicamente lhe precederam. O Poder Aeroespacial é definido como sendo a agregação de todos os meios do Estado relacionados aos seguintes seis segmentos:

1. *Aviação Militar – compreendendo os recursos das aviações da Força Aérea, da Marinha, do Exército e das demais polícias e forças auxiliares federais, estaduais e municipais;*
2. *Aviação Civil — compreendendo todos os meios das empresas de transporte aéreo regular e não regular e de táxi aéreo, de serviços aéreos especializados e da aviação aerodesportiva;*
3. *Infraestrutura aeroportuária e espacial — compreendendo os aeroportos, terminais de carga, centros de lançamento e demais instalações terrestres de infraestrutura logística e de apoio às atividades aeroespaciais civis e militares, exclusivas ou compartilhadas;*
4. *Indústria aeroespacial — compreendendo todas as empresas dedicadas à concepção, desenvolvimento e, principalmente, produção e comercialização no país e no exterior de sistemas aeronáuticos, espaciais e de defesa;*
5. *Complexo científico-tecnológico aeroespacial — compreendendo as universidades, institutos de pesquisas e desenvolvimento (P&D) e laboratórios dedicados a temas do Setor Aeroespacial; e*

6. *Recursos humanos especializados — compreendendo os técnicos de nível médio e de nível superior, alguns com pós-graduação lato sensu (especialização) ou stricto sensu (mestrado acadêmico, profissional ou doutorado) em especialidades de interesse do Setor Aeroespacial.*

Dentro desse cenário, um Estado desenvolvido deve possuir parte de sua inteligência e de sua infraestrutura capacitada à concepção, desenvolvimento, produção, operação e manutenção de sistemas aeroespaciais e de defesa. Essa conclusão óbvia nos remete à necessidade de avaliarmos as competências nacionais nessas áreas e, particularmente, a capacidade de nossa indústria. Como parte dessa necessidade, o presente artigo destina-se a apresentar a situação atual do ambiente da Base Industrial de Defesa (BID) do Brasil na área aeroespacial, considerando os contextos histórico, geopolítico, regulatório, econômico, de mercado, de infraestrutura, tecnológico e inovativo no Brasil e no mundo.

Apesar do foco deste estudo estar depositado sobre a BID Aeroespacial, é impossível dissociá-la deste ambiente maior que é o Poder Aeroespacial, de aplicação dual, civil e militar, do qual ela é parte integrante. Da mesma forma, é impossível dissociá-la do Programa Espacial Brasileiro (PEB; Jobim, 2010). Dentro desta visão holística, com vistas a podermos construir políticas públicas e estratégias setoriais, vamos principiar a discussão pela descrição do cenário geopolítico e regulatório com base na evolução do Poder Aeroespacial.



1. Cenário geopolítico e regulatório

O emprego do Poder Aeroespacial pelo uso de sistemas de armas em conflitos vem de longa data. Curiosamente, os foguetes precederam os balões, dirigíveis, aviões, helicópteros, mísseis e satélites como sistemas utilizados em guerra. Registros históricos nos dão conta de que as tropas de Gengis Khan (1162–1227) já os empregavam no século XII. No princípio do século XIX, o lorde inglês William Congreve (1772–1828) fez utilização sistemática de foguetes na tentativa de impor poder militar sobre inimigos na Índia e na Europa (Gainor, 2008)OK.

Nessa época, institutos de pesquisa, militares e indústria já estavam unidos no esforço de guerra. Congreve era o filho mais velho de um general de Artilharia, chefe do Laboratório Real de Woolwich e superintendente de sistemas militares. Herdou do pai a carreira militar, a participação na aristocracia e a curiosidade científica. Desta curiosidade resultou a invenção, em 1808, em plena guerra napoleônica, de seu foguete. O primeiro emprego efetivo ocorreu no ano seguinte. Apesar de causar mais impacto psicológico do que dano material ao inimigo, o valor desse novo sistema de armas foi reconhecido e apoiado. Logo, teve início a produção seriada de foguetes e a constituição de baterias de artilharia para emprego dos mesmos em combate.

O reconhecimento do resultado científico e militar dessa invenção fez Congreve tornar-se membro da Real Sociedade de Londres e segundo Barão, sucedendo seu pai como diretor do Laboratório Real, cargo que exerceu até a sua morte. Dentre suas obras científicas, encontramos os seguintes tratados: *A Concise Account of the Origin and Progress of the Rocket System* (Um Relato Conciso da Origem e Progresso do Sistema de Foguete), de 1810, e *A Treatise on the General Principles, Powers, and Facility of Application of the Congreve Rocket System, as Compared with Artillery* (Um Tratado sobre os Princípios Gerais, Poderes e Facilidade de Aplicação do Sistema de Foguete Congreve, em Comparação com a Artilharia), de 1827.

É curioso observar que o emprego de foguetes como sistemas de armas pouco evoluiu no século seguinte à sua invenção. Porém, a ligação entre ciência, tecnologia e inovação, entre militares e indústria de defesa, ficou estabelecida de forma definitiva. Ao testemunhar os trabalhos de Congreve na Europa, o general Carlos Antônio Napion (1757–1814) trouxe para o Brasil, junto com a Corte Real Portuguesa, em 1808, a mesma percepção da importância dessa ligação. Aqui, Napion chegou a realizar profícuo trabalho na exploração dessa sinergia, lançando as sementes da logística

e da indústria nacional de sistemas de defesa. Esse trabalho valeu-lhe o reconhecimento como Patrono do Quadro de Material Bélico do Exército Brasileiro.

Coube ao padre dominicano brasileiro nascido em Santos (SP), Bartolomeu Lourenço de Gusmão (1685–1724), a concepção do balão de ar quente, em 1709. Esta concepção ficou adormecida por quase oito décadas. Ela ressurgiu no final do século XVIII, com o desenvolvimento do balão de ar quente em escala real pelos irmãos franceses Joseph–Michel Montgolfier (1740–1810) e Jacques–Étienne Montgolfier (1745–1799), e do balão a gás pelo inglês Jacques Charles (1746–1823). Quase oito décadas novamente transcorreram antes que essa inovação encontrasse uma aplicação bélica. Curiosamente, um dos primeiros empregos bélicos do balão — como plataforma de observação aérea militar — aconteceu na Guerra do Paraguai, pelo Exército Brasileiro. Deve-se esse fato à índole inovadora do imperador D. Pedro II, que mandou vir da França os balões utilizados pelos brasileiros neste que foi o maior conflito militar da América do Sul.

Coube ao inventor brasileiro Alberto Santos Dumont (1873–1932) o desenvolvimento do primeiro balão dirigível bem sucedido, em 1901, e do primeiro avião que decolou por meios próprios, em 1906. Natural de Cabangu (MG), Santos Dumont recebeu do Aeroclube da França os prêmios Deutsch e Archdeacon por seus inventos. Em linguajar contemporâneo, podemos dizer que seus resultados foram equivalentes a receber os documentos de certificação dessas aeronaves, emitidos por um órgão governamental de reconhecimento internacional.

Os dirigíveis encontraram aplicação militar na I Guerra Mundial (1914–1918), atuando como plataformas de observação e de bombardeio. Mas outras inovações tiveram maior destaque nesse conflito. O livro de Willis J. Abbot, escrito em 1918, *Aircraft and Submarines – The Story of the Invention, Development, and Present-Day Uses of War's Newest Weapons* (Aeronaves e Submarinos – A História da Invenção, Desenvolvimento e Usos Atuais das mais Recentes Armas de Guerra), apresenta aeronaves e submarinos como as maiores novidades do conflito que se findava. O desenvolvimento do avião na Europa por Santos Dumont e nos Estados Unidos da América pelos irmãos Wilbur Wright (1867–1912) e Orville Wright (1871–1948) fez surgir o conceito de Poder Aéreo, em adição aos conceitos já existentes de Poder Marítimo e de Poder Terrestre.

O Poder Aéreo foi estudado, a partir da I Guerra Mundial, por inúmeros especialistas com preocupações estratégicas. Dentre eles, destacaram-se o general italiano Giulio Douhet (1869–1930), com o livro *O Domínio do Ar* (de 1921, revisado em 1926),

o major russo-americano Alexander Severky (1894–1974), com o livro *A Vitória pela Força Aérea*, de 1943, e o general norte-americano William (Billy) Mitchell (1879–1936), com o livro *Memoirs of World War I: From Start to Finish of Our Greatest War* (Memórias da I Guerra Mundial – Do Começo ao Fim de Nossa Maior Guerra), publicado postumamente em 1960.

Quando os pioneiros da aeronáutica buscaram desenvolver as primeiras aeronaves mais pesadas que o ar — os aeródinos, no começo do século XX —, não se sabia se a melhor solução seria por meio de sistemas de asas fixas, como os aviões, de asas rotativas, como os helicópteros, ou de asas batentes, como os ornitópteros. Venceu a primeira solução, por ser tecnologicamente mais simples. Mas os inventores não desistiram de investigar os sistemas de asas rotativas, como ainda hoje não desistiram de realizar pesquisas sobre sistemas de asas batentes. Os anos da década de 1930 viram surgir o giro-avião, do inventor espanhol Juan de la Cierva (1895–1936), e diversos outros protótipos que levariam ao desenvolvimento do helicóptero moderno.

O primeiro helicóptero produzido em série na indústria foi o modelo R-44, projetado pelo engenheiro russo-americano Igor Sikorsky (1889–1972). Isso aconteceu em 1944, tarde demais para que esse sistema ganhasse aplicação operacional significativa durante a II Guerra Mundial. Porém, o advento de sistemas dessa classe, com o exclusivo atributo de poder realizar o voo pairado, veio acrescentar nova dimensão às operações militares. Já na Guerra da Coreia (1950–1953), os helicópteros executaram as primeiras missões da classe CSAR (Combat, Search and Rescue), permitindo resgatar pilotos derrubados em território dominado pelo inimigo.

A II Guerra Mundial consolidou o conceito de Poder Aéreo criado na I Guerra e o fez evoluir para Poder Aeroespacial por conta dos desenvolvimentos efetuados pelos alemães de foguetes e mísseis. Com os sistemas V-1 e V-2, os alemães criaram efetivamente os primeiros mísseis, adicionando a capacidade de controle aos foguetes balísticos de William Congreve. Embora anteriormente diversos pesquisadores tenham se dedicado ao desenvolvimento de foguetes, como o russo Konstantin Tsiolkovsky (1857–1935), o norte-americano Robert Goddard (1859–1945), o alemão Hermann Oberth (1894–1989) e o francês Robert Esnault-Pelterie (1881–1957), ninguém conseguiu avançá-los mais rapidamente do que os cientistas alemães liderados por Wernher von Braun (1912–1977) durante a II Guerra (Gairnor, 2008).

As bombas voadoras V-2 representaram um enorme avanço tecnológico. Os alemães foram capazes de resolver pro-

blemas da engenharia de propulsão líquida, do guiamento automático e da estabilidade e controle em regime supersônico de voo. Pela primeira vez na história, sistemas supersônicos de ataque foram empregados com sucesso, após voarem centenas de quilômetros desde o lançamento. O atributo mais impactante, do ponto de vista psicológico, é que contra essas bombas, por serem velozes, não havia mecanismo de defesa, diferentemente do que acontecia com as bombas V-1, que podiam ser interceptadas pelos aviões de caça britânicos. Apesar de o resultado global decorrente ter sido militarmente pequeno, a bomba V-2 chamou a atenção dos países aliados pelo potencial que representava como sistema de armas.

Ao final da II Guerra Mundial, os aliados vencedores ocuparam militarmente diferentes partes do território alemão. União Soviética, Inglaterra e Estados Unidos disputaram os despojos tecnológicos do projeto da V-2, incluindo os seus cientistas, na mais secreta das corridas, uns Estados procurando iludir os outros. Aparentemente, os mais competentes nessa disputa foram os norte-americanos, ao realizarem a Operação Paperclip sob orientação técnica do cientista, húngaro de nascimento, Theodore von Kármán (1881–1963), um dos criadores da teoria da aerodinâmica de alta velocidade. Ao capturar a maior parte dos equipamentos, documentos e cientistas do projeto, levando-os para os Estados Unidos, os norte-americanos deram um enorme impulso ao seu programa espacial civil. Porém, eles visavam, na realidade, aliar duas tecnologias inovadoras produzidas durante a II Guerra e que somente eles possuíam em 1945: a espacial e a nuclear.

A chamada Guerra Fria teve início exatamente nesta disputa pela tecnologia aeroespacial alemã da II Guerra Mundial. Ainda em 1949 os soviéticos adquiriram capacidade nuclear e partiram para o desenvolvimento, sob a liderança de Serguei Koroliev (1907–1966), de seus próprios mísseis balísticos intercontinentais (Inter-Continental Ballistic Missiles – ICBMs). Com a obtenção de arsenais de bombas nucleares e de meios precisos de entrega (precise means of delivery) de velocidade supersônica, não restou um único ponto do planeta que não ficasse à mercê de um ataque aeroespacial. Este fato mudou completamente o cenário da distribuição de poder entre os países, criando a bipolaridade representada pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN, 1949), por um lado, e pelo Pacto de Varsóvia (1955–1991), pelo outro.

Dentro do ambiente de Guerra Fria e diante da total falta de razoabilidade de um confronto nuclear entre as superpotências, os conflitos voltaram a empregar sistemas de armas táticos, porém cada vez mais sofisticados. Avanços em engenharia eletrônica e de computação permitiram, paulatinamente, o desenvolvimento de armamentos inteligentes e de precisão

cirúrgica de entrega, aumentando o grau de letalidade e reduzindo os riscos colaterais.

A Guerra do Vietnã (1955–1975) foi o primeiro conflito em que se viu o emprego sistemático de mísseis táticos inteligentes e de helicópteros em combate. Até a queda de Saigon, em 30 de abril de 1975, os Estados Unidos e aliados mantiveram essa guerra sustentada por supremacia aérea e por potência de fogo. Tudo isso, porém, não pôde fazer face à guerra de guerrilhas imposta pelos vietcongs, à guerra regular imposta pelo exército do Vietnã do Norte, ao apoio logístico da União Soviética e ao desgaste político interno aos Estados Unidos. Os soviéticos, por outro lado, enfrentaram conflito equivalente em desgaste e resultado no Afeganistão (1979–1989), trocando de papel com os Estados Unidos no suporte logístico. A guerra não regular, ou guerra de guerrilhas, continuou a ser praticada nas montanhas, ao invés de na selva vietnamita.

A evolução e o emprego do Poder Aeroespacial em conflitos no período de 1964 a 2001, desde a Guerra do Vietnã à Guerra Civil dos Bálcãs, na antiga Iugoslávia, estão descritos com detalhes no livro de Lon Nordeen, *Air Warfare in the Missile Age* (Guerra Aérea na Era do Míssil), de 2002. Esta obra apresenta também uma análise de todos os conflitos do período ocorridos no Oriente Médio e, inclusive, nas ilhas Malvinas, em nosso entorno geopolítico.

O penúltimo elemento da evolução do Poder Aeroespacial aqui apresentada trata dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), tradução do inglês Unmanned Air Vehicles (UAVs). Na realidade, veículos dessa classe já haviam sido desenvolvidos para emprego na I Guerra Mundial, como o torpedo voador norte-americano Kettering, mas o conflito terminou antes que ele fizesse o seu debut operacional. A bomba V-1 da II Guerra Mundial pode ser considerada precursora dos atuais mísseis de cruzeiro e a bomba V-2 como ancestral dos mísseis balísticos de médio alcance, conforme já discutido aqui. Todos esses sistemas enquadram-se na categoria de VANTs. Porém, nosso foco está em sistemas mais recentes que, empregando eletrônica e computação, são capazes de realizar voos autônomos, com programação prévia e/ou controle de solo em tempo real. Nas duas últimas décadas, sistemas dessa classe inicialmente demonstraram a capacidade de realizar com sucesso missões de alvo aéreo manobrável para treinamento de pilotos, de reconhecimento e de enlace eletrônico. Mais recentemente, VANTs têm sido empregados em missões de combate aéreo, incluindo interdição e destruição de alvos com o lançamento de bombas e mísseis.

A doutrina consolidada (GOMES, 2006) estabelece que VANTs devem executar todas as missões militares consideradas como longas, sujas e/ou perigosas. As missões longas são aquelas em que aeronaves devem permanecer muitas

horas sobre uma determinada área, usualmente em tarefas de reconhecimento, busca e salvamento. As missões sujas são aquelas de reconhecimento de áreas possivelmente contaminadas por agentes químicos, biológicos ou nucleares (QBN). As missões perigosas são aquelas que envolvem incursão em território com alta possibilidade de ataque pelo inimigo, obrigando a realização de manobras arriscadas, dando origem a acelerações superiores àquelas que o ser humano é capaz de suportar. Não há o mínimo sentido lógico de empregar-se aeronaves tripuladas na execução dessas três classes de missões, donde decorre o enorme interesse no desenvolvimento de VANTs nessa última década.

Em 2007, fomos informados que, apenas nos teatros de operações do Afeganistão e do Iraque, o Exército norte-americano acumulava mais de 350 mil horas de voo com quatro modelos de VANTs. A Marinha norte-americana, naquela ocasião, fazia emprego de diversos modelos de VANTs táticos. Por sua vez, a Força Aérea empregava o sistema Predator em missões táticas de apoio aéreo aproximado (Close Air Support – CAS) e utilizando o maior VANT em operação, o GlobalHawk, em missões de reconhecimento estratégico. Com enlace eletrônico feito por satélites em tempo real, VANTs já eram comandados no Oriente Médio e Ásia a partir de estações de controle situadas nos Estados Unidos. A partir desse cenário operativo contemporâneo, a realidade se aproxima da ficção científica sem que se tenha que recorrer a muita imaginação.

Falando em ficção científica, o último tema a ser evocado nesta descrição do Poder Aeroespacial trata de um capítulo que está sendo escrito e que tem tudo para chamar a nossa atenção: a guerra espacial. O próprio início da corrida espacial — o lançamento pelos soviéticos do satélite Sputnik I, em 1957 — pode ser interpretado como um evento de natureza militar. Pela primeira vez um engenho produzido pelo homem passou a cruzar espaços aéreos de nações diferentes sem prévia autorização de sobrevoo. Foi uma quebra de paradigma sobre a conduta aeronáutica usual, mas foi também, em plena Guerra Fria, o anúncio de que cargas de natureza militar poderiam, em velocidades hipersônicas e sem aviso, cair sobre nossas cabeças.

O lançamento do Sputnik I foi, para os norte-americanos, um choque tecnológico e militar com impacto psicológico equivalente aos mais recentes eventos do dia 11 de setembro de 2001. Ainda gozando a sensação de vencedores da II Guerra Mundial e líderes dos chamados países democráticos, os norte-americanos foram ultrapassados pelo país líder do mundo comunista naquilo que mais prezavam em termos militares e de imagem. Tanto era assim que os norte-americanos se davam ao luxo de manter ativos simultaneamente três programas espaciais, um em cada Força

Armada. O Exército desenvolvia foguetes lançadores de satélites da classe Jupiter contando com a liderança técnica de von Braun. A Marinha buscava também colocar em órbita o seu satélite Vanguard, desenvolvendo seus próprios foguetes. A Aeronáutica, finalmente, desenvolvia mísseis balísticos intercontinentais ICBMs (Inter-Continental Ballistics Missiles) de forma a fazer a entrega, na casa do inimigo, de artefatos nucleares.

A resposta do governo norte-americano a esse evento foi rápida e decisiva. Já no começo de 1958 foram criadas duas organizações, a National Aeronautics and Space Administration – NASA (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço) e a Defense Advanced Research Projects Agency – DARPA (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa). Enquanto a primeira ficou encarregada de realizar trabalhos de natureza civil e ostensiva, a segunda ocupou-se de projetos de natureza militar e classificada. Essa divisão de tarefas fez da NASA uma das mais conhecidas organizações do planeta e da DARPA uma ilustre desconhecida. Porém, dentre os projetos gerados pela DARPA constam radares, lasers, foguetes, mísseis, materiais especiais (carbono, titânio, absorvedores de energia-radar etc.), VANTs, Micro Electro-Mechanical Systems (MEMS), nanotecnologias, satélites GPS, redes de comunicação espacial e a própria Internet.

Embora alguns pesquisadores não queiram admitir, o cenário espacial, como demonstrado, já nasceu militarizado. Afinal, é justamente nesse cenário que voam os ICBMs e os satélites de aplicação militar. A maior evidência desse argumento está no investimento financeiro que os norte-americanos dedicam ao espaço. Enquanto o orçamento anunciado da NASA por ano é da ordem de 20 bilhões de dólares, sabe-se que quantia idêntica ou maior ainda é aplicada em programas espaciais de natureza militar.

A dualidade do setor espacial implica a possibilidade da rápida transformação de produtos civis em militares e vice-versa. Para aplicação militar, foguetes de sondagem transformam-se em mísseis, satélites de reentrada atmosférica em bombas, satélites de observação da Terra em satélites espões e daí em diante. Essa é a razão por que, em todos os países, programas espaciais de natureza civil estão umbilicalmente acoplados a programas militares, mesmo que esses países tenham agências espaciais civis de fachada.

Recentemente, tivemos notícias de ações militares no espaço que são altamente preocupantes. Em 2007, em uma demonstração de tecnologia e de poder militar, os chineses destruíram um satélite próprio com armamento hipersônico a partir do solo. No ano seguinte, os norte-americanos demonstraram possuir a mesma capacidade. Em 2009, para

não ficarem atrás, os russos produziram um choque entre dois satélites, sendo um deles de comunicação, como a dar um recado claro às demais potências espaciais. Eventos como esses ainda elevam a preocupação com questões como o lixo espacial e o jamming de telecomunicações. A escalada da guerra espacial poderá alterar definitivamente a forma como hoje vivemos e o usufruto das tecnologias espaciais para fins pacíficos.

Especialistas hoje analisam as possibilidades de termos armas no espaço ou, alternativamente, de termos armas espaciais com base terrestre. Essas questões também evocam outras possibilidades, realizando ligações entre as tecnologias de satélites e de VANTs permanentes de grande altitude. Finalmente, todas essas indagações recaem no tema do Direito Espacial, que já tem mais de cinquenta anos, mas que congrega hoje muito mais dúvidas do que certezas, pois todos os países hesitam em firmar acordos internacionais que não possam cumprir a posteriori, por interferirem em seus interesses econômicos e militares.

Esse histórico se faz presente neste estudo para demonstrar não apenas a evolução do Poder Aeroespacial no mundo, mas, principalmente, a natureza e as formas de ação desse poder. Apenas assim podemos efetivamente compreender as suas peculiaridades e conceber ações políticas efetivas para dotar o Brasil, por meio de sua BID, de infraestrutura competente e de programas de produção para potencializar o nosso Poder Aeroespacial de acordo com as nossas próprias necessidades e características.

Conforme já disposto aqui, esse Poder é exercido por meio do emprego, por profissionais bem preparados, de sistemas de defesa. Cabe à indústria a produção desses sistemas, enquanto cabe às Forças Armadas o preparo e o emprego de seus combatentes. Porém, essa distribuição de papéis não pode e não deve ser desacoplada entre os seus principais atores. Muito pelo contrário, para que o Poder Aeroespacial possa efetivamente ser exercido, é imprescindível a busca permanente de conhecimento, diálogo e sinergia entre os stakeholders desse Poder.

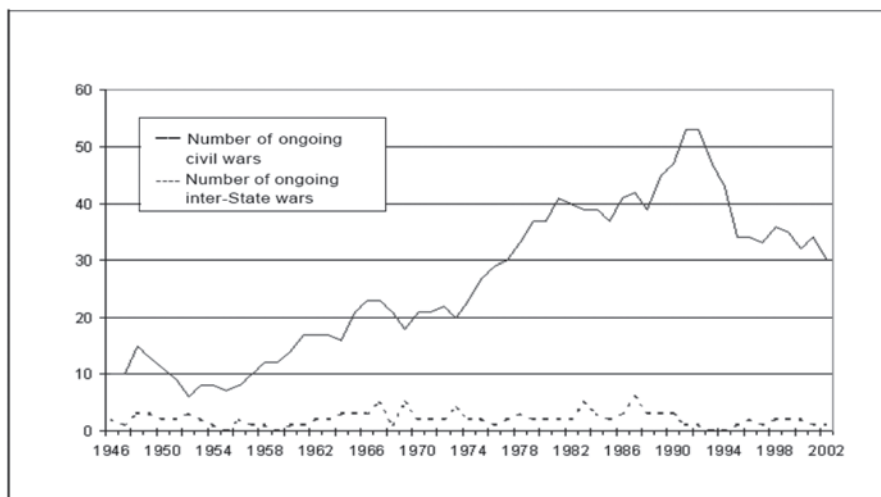
Tendo apresentado a evolução tecnológica do Poder Aeroespacial e dos sistemas de armas que o instrumentam, seguem-se, ainda como cenário, as características geopolíticas e regulatórias desse Poder no que interessa ao Brasil.

1.1 Cenário Geopolítico

De acordo com o Painel de Ameaças de Alto Nível da Organização das Nações Unidas (ONU, 2004), as dez maiores ameaças à humanidade são as seguintes: armas de destruição em massa (QBN); crime organizado transnacional; degradação ambiental; doenças infecciosas; genocídio; guerra civil; guerra entre Estados Nacionais; pobreza; terrorismo; e outras atrocidades.

Ainda de acordo com o citado Painel da ONU, a Figura 1 mostra o número de guerras civis (ameaça número 5) e entre Estados Nacionais (ameaça número 4) ocorridas em todo o mundo no período de 1946 a 2002. Observa-se desse gráfico que, enquanto as guerras entre Estados têm-se mantido em número razoavelmente pequeno e constante no período, as guerras civis têm variado bastante em número, com um pico superior a 50 em 1992, quando da desintegração da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e da Iugoslávia.

Figura 1 – Número de guerras civis e entre estados nacionais de 1946 a 2002



Fonte: Department of Peace and Conflict Research da Universidade de Uppsala e International Peace Research Institute de Oslo, Noruega (2004)

Muitas vezes, guerras civis acabam provocando conflitos entre Estados Nacionais, como foi o caso da Guerra do Vietnã, envolvendo o Camboja (1975–1979), e da Guerra dos Balcãs (1991–2001), no desmantelamento da antiga Iugoslávia, envolvendo toda a OTAN. É o mesmo cenário que as Forças Armadas Brasileiras tentam evitar que se repita na região de nossa fronteira com a Colômbia. Muitas vezes, como resultado de ações da guerra que o governo colombiano mantém contra as Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (FARC), guerrilheiros tentam adentrar o território brasileiro para buscar refúgio e suprimento. O dever do Estado Brasileiro, por meio de seu Poder Militar, é garantir que isso não ocorra, para que não internalizemos um conflito que não é nosso.

O Brasil é um país pacífico porque seu povo é de índole pacífica. Resultado da miscigenação do índio, do branco europeu e do negro africano, aqui se desenvolveu uma mistura *sui generis*, que não se apega às diferenças de raça, etnia, cultura ou religião. A vinda para cá, nos últimos 150 anos, de inúmeros imigrantes, oriundos de diversas partes do planeta, não fez alterar o comportamento psicossocial do brasileiro. Pelo contrário, foram os imigrantes que aderiram voluntariamente ao nosso modo de vida. Não é raro ver no Brasil, em convivência harmoniosa, pessoas de origens culturais e étnicas que em outras partes do planeta se encontram em conflito.

Por conta da natureza da alma brasileira, não nos engajamos em conflitos armados há muito tempo. A Guerra do Para-

guai (1860–1865) foi o último conflito entre estados soberanos que tivemos em nosso território. Com exceção da nossa participação na II Guerra Mundial, em solo europeu e em nosso mar territorial, a ação militar brasileira limitou-se ao engajamento em missões internacionais de paz, sob a batuta da ONU, e a pequenos conflitos internos, nenhum deles assomando, felizmente, à classe de uma guerra civil.

Não temos conflitos a resolver com qualquer dos dez estados soberanos vizinhos na América do Sul, ao longo de 15.600 quilômetros de fronteira, exceto o alerta do caso colombiano. Distamos bastante dos grandes centros de poder do planeta e dos conflitos que estão ocorrendo. Temos abundância de recursos naturais e estamos resolvendo, à nossa maneira, os principais problemas que afetam e que afetarão a humanidade pelos próximos cinquenta anos, e que são, pela ordem de importância, os seguintes (SMALEY, 2003):

1. Energia
2. Água
3. Alimento
4. Meio-ambiente
5. Pobreza
6. Terrorismo e Guerra

7. Doenças
8. Educação
9. Democracia e Governo e
10. População

É certo que temos ainda muito por fazer, particularmente no campo social, no que tange à pobreza, à saúde e à educação. A solução para esses problemas está em compreender o significado do conceito de responsabilidade social, como disposto na norma ABNT NBR ISO-26000, lançada em novembro de 2010, estabelece diretrizes sobre Responsabilidade Social. Para isso, temos que investir maciçamente em educação e aguardar a ascensão das gerações bem-educadas aos postos de poder.

O Brasil não tem pretensões hegemônicas ou expansionistas. Não se preocupa em projetar o Poder Nacional sobre outros países além da expressão psicossocial, por meio da música, da literatura e de outros instrumentos culturais. Como resultado de nossa índole pacífica e de nosso pequeno engajamento militar na área externa, o povo brasileiro desenvolveu uma mentalidade pouco afeita às questões de defesa. Esse é o principal problema diagnosticado na Estratégia Nacional de Defesa (END), de 2008, um de nossos mais destacados marcos regulatórios. O brasileiro, em geral, não se sente ameaçado, não percebe ameaças externas em potencial e, portanto, é pouco sensível a fazer investimentos em defesa, face à maior prioridade percebida para outros temas.

Esse é o principal fator a regular a nossa baixa demanda por sistemas de defesa. Sem termos inimigos externos batendo às nossas fronteiras e sem percebermos a necessidade de possuímos poder dissuasório para proteger as nossas riquezas — como o petróleo do pré-sal, por exemplo — o

brasileiro comum se pergunta por que investir em submarinos nucleares, blindados sobre rodas ou programa espacial. Em consequência, treinamos muito pouco o nosso pessoal, como consequência da baixa disponibilidade de recursos para treinamento, bem como a demanda por sistemas e insumos logísticos de defesa é muito baixa. Perguntam-se quantos de nossos oficiais efetivamente já fizeram lançamento de torpedos a partir de submarinos, de mísseis superfície-ar a partir do solo ou de embarcações, ou de mísseis ar-ar a partir de um avião de combate. A menos que esse cenário se altere com algum fato novo de alto impacto, que desperte a sociedade para a necessidade de defesa, a própria existência da BID, pela via tradicional, está ameaçada ab initio. Tudo isso recomenda o emprego de uma abordagem alternativa para o tema.

Temos vivido as duas últimas décadas com priorização das questões sociais na política. Nada indica, a curto e médio prazo, uma alteração nesse cenário. Isso significa, então, que a BID está fadada a sucumbir ou a sobreviver minimamente? A resposta é negativa, desde que saibamos, com políticas de longo prazo e com planejamento inteligente, mantê-la e fazê-la prosperar. Como? A solução, como indicaremos neste artigo, passa pela exploração da dualidade, da capacidade de mobilização industrial e da exportação.

É fato plenamente sabido que o Brasil investe muito pouco em defesa. Não é interesse aqui esgotar as fontes de dados para dar suporte a essa afirmação. Assim, vamos nos fixar em duas referências independentes e reconhecidas. De acordo com o Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), uma das mais respeitadas referências da área de defesa, nos últimos 22 anos a média de porcentagem do Produto Interno Bruto (PIB) investido em defesa no Brasil, incluindo custeio e investimento, é da ordem de 1,69% (tab. 1).

Tabela 1 – Gastos militares do Brasil

Convention:
 US\$ m. = Million US dollars; ... = Data not available or not applicable, () = Uncertain figure, [] = SIPRI estimate.
 th. = thousand; m. = million; b. = billion

Military expenditure figures in local currency is presented according to the financial year of the country in question. Figures in constant US dollars and as a share of GDP are presented by calendar year.

Military expenditure of Brazil																							
In local currency (m. reais)																							
Start of financial year: January																							
Year	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Value	[...]	[...]	[0.2]	[0.7]	[7.5]	[221]	[5,692]	13,140	14,145	15,021	16,662	17,898	20,753	25,557	28,224	25,829	28,608	33,080	35,686	39,887	44,841	51,382	59,006
In constant (2009) US\$ m.																							
Year	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Value	[17,180]	[17,005]	[11,701]	[6,913]	[7,168]	[10,390]	[12,279]	17,076	15,880	15,771	16,952	17,366	18,811	21,679	22,079	17,614	18,301	19,802	20,504	22,114	23,528	25,704	28,096
As percentage of gross domestic product																							
Year	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Value	[2.1]	[2.6]	[1.9]	[1.2]	[1.2]	[1.6]	[1.6]	1.9	1.7	1.6	1.7	1.7	1.8	2	1.9	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6

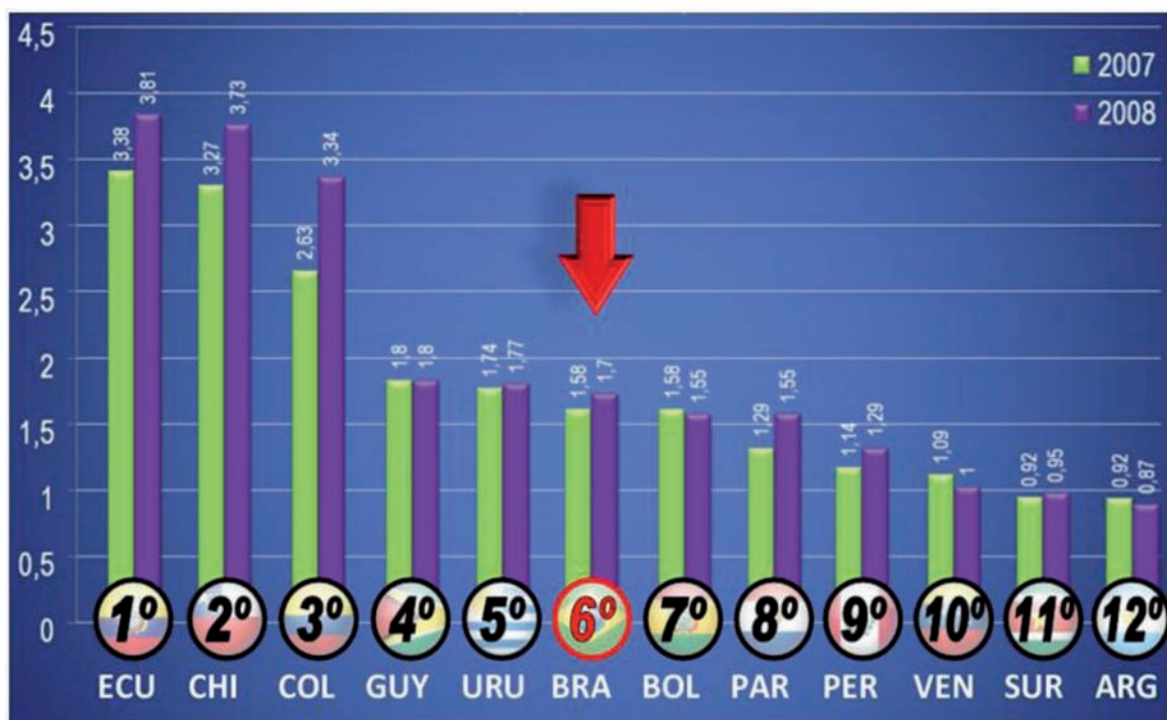
Fonte: Stockholm International Peace Research Institute – SIPRI (2011)

Se compararmos este indicador ao de nossos países vizinhos, podemos observar que estamos longe de investir o que deveríamos em face da estatura geopolítica do Brasil no contexto regional. A figura 2 apresenta o mesmo indicador investido nos anos de 2007 e 2008 pelos 12 países da América do Sul mais importantes neste quesito. A fonte, desta vez, é o artigo Balance Militar 2008, produzido na Argentina e disponível na internet. Podemos observar, inicialmente, que os números da fonte argentina conferem em ordem de grandeza aqueles divulgados pelo SIPRI. Porém, o foco da questão não é a quantidade de investimento de per si, mas a posição relativa entre os diferentes países de nosso entorno geográfico. Nesse caso, o Brasil ocupa a sexta posição, atrás sequencialmente de Equador, Chile, Colômbia,

Guiana e Uruguai. Perdem para o Brasil a Bolívia, Paraguai, Peru, Venezuela, Suriname e Argentina.

Esse cenário deixa claro que os investimentos brasileiros em defesa estão em descompasso com as reais necessidades e com a estatura geopolítica nacional, mesmo no ambiente regional. Para um país que responde por aproximadamente metade da área, da população e do PIB da América do Sul, que se encaminha, em futuro próximo, para ser a quinta economia do planeta e que, finalmente, almeja uma cadeira permanente no Conselho de Segurança da ONU, fica evidente que esse desequilíbrio entre Poder Militar efetivamente disponível e necessidades nacionais de Defesa não pode perdurar.

Figura 2 – Gastos militares do Brasil no contexto geopolítico regional



Fonte: Adaptado de Balance Militar 2008, disponível em www.nuevamayoria.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1130&Itemid=30, acesso em nov. 2011.

Para que tenhamos uma compreensão da envergadura do problema de defesa do Estado Brasileiro, a Figura 3 mostra as nossas maiores prioridades de defesa interna, segundo a END e as possíveis hipóteses de conflito: a Amazônia Verde e a Amazônia Azul. A primeira prioridade apresenta um teatro de operações essencialmente terrestre de mais de cinco

milhões de quilômetros quadrados, com milhares de quilômetros de fronteira. Já a segunda prioridade corresponde a uma área superior a quatro milhões de quilômetros quadrados, com 7.360 quilômetros de costa, em ambiente de operações marítimas.

Figura 3 – Áreas prioritárias de interesse militar, de acordo com a END



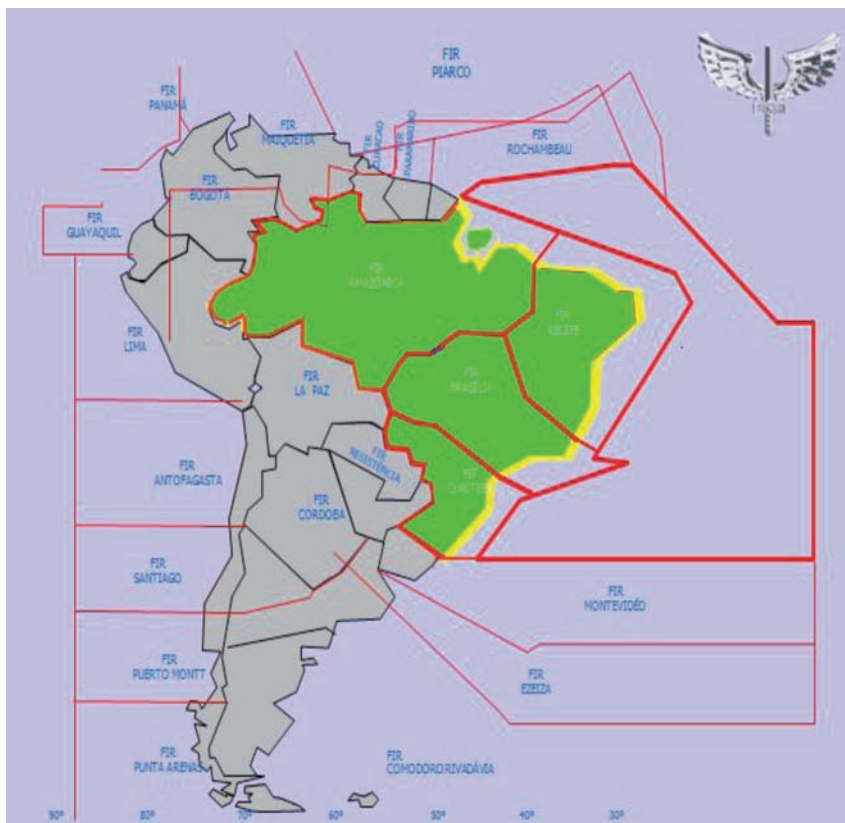
Fonte: Ministério da Defesa (MD), 2010.

Mas o compromisso brasileiro pela defesa territorial não termina por aí. Em função de acordos internacionais, o nosso País tem a responsabilidade de realizar busca e salvamento não apenas em suas terras e águas territoriais, já apontadas, como também sobre grandes áreas do Atlântico, conforme mostrado na Figura 4. E todo o espaço aéreo sobre essa área, territorial e extraterritorial, é de responsabilidade da Aeronáutica.

Em todo conflito moderno, o primeiro segmento do Poder Militar acionado, por suas características de rápido aprestamento e emprego, é o Poder Aeroespacial. O mesmo se

repete no caso de busca e salvamento, em caso de guerra ou de paz, seja em terra ou no mar, como observamos em 2009 no caso do acidente do voo AF-447 da Air France, no Oceano Atlântico, entre Brasil e África. No caso, os Comandos da Aeronáutica e da Marinha do Brasil atuaram em conjunto com militares franceses. Conforme mostrado na Figura 4, o Sistema de Busca e Salvamento Aeronáutico (SISSAR) do Brasil opera numa área total de 22 milhões de km², quase três vezes o tamanho do nosso território terrestre — a maior parte sobre o Oceano Atlântico e sobre a Amazônia, em consonância com os compromissos e normas nacionais e internacionais.

Figura 4 – Área de Busca e Salvamento sob responsabilidade do Brasil na América do Sul



Fonte: Comando da Aeronáutica (COMAER), 2011.

Em resumo, no que interessa à BID, é necessário instrumentar o Poder Aeroespacial Brasileiro com sistemas de defesa em quantidade e qualidade adequadas às nossas dimensões de país-continente, com compromissos internacionais a atender em tempo de paz, com inúmeras riquezas naturais a proteger dentro de nosso cenário geopolítico, contra inimigos de poder igual ou inferior. Além disso, é necessário adquirir potencial dissuasório contra possíveis inimigos de poder superior ao nosso e nos prepararmos para atuação na defesa de interesses do País no exterior, como reza a nossa Carta Magna.

Todo país procura construir o seu Poder Aeroespacial baseado nas possíveis hipóteses de conflito dentro de seu cenário geopolítico. É sabido, por exemplo, que os Estados Unidos da América buscam suprir suas Forças Armadas com meios suficientes para projetar poder em qualquer lugar do planeta simultaneamente em duas frentes de combate. É o que se verifica atualmente no Afeganistão e no Iraque. No caso brasileiro, devemos dimensionar nossas forças aeroespaciais em consonância com as forças de nossos vizinhos, considerando inclusive a possibilidade de dois ou mais deles

virem a constituir, contra nós, alguma forma de aliança. Os estudos e planejamentos para esse dimensionamento de forças competem ao Estado-Maior da Aeronáutica (EMA-ER), em sintonia com o Estado-Maior de Defesa (EMD).

Apresentada a evolução histórica do Poder Aeroespacial mundial, com a participação de ilustres brasileiros, e o cenário geopolítico regional e global em que o Poder Aeroespacial do Brasil se insere, passemos agora a apresentar e analisar o cenário que regula o desenvolvimento de nossa BID Aeroespacial.

1.2 Cenário regulatório

Devido à alta sensibilidade das tecnologias de aplicação militar aeroespacial, todos os temas relacionados, incluindo aqueles que interessam à BID, são fortemente regulados e normatizados nos âmbitos internacional e nacional, bem como nos domínios internos a cada Força Armada. Nos itens que compõem esta seção, procurou-se fazer um resumo não exaustivo dos marcos que regulam os setores Aeronáutico, Espacial e de Defesa Aeroespacial.

2.2.1 Tratados e regimes internacionais

Na área nuclear, o Brasil aderiu, em 1997, ao Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP), de 1968. Na área espacial, somos signatários dos tratados da Lua, de responsabilidade por danos de sistemas espaciais e de resgate de astronautas, dentre outros, conforme consta no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), gerenciado pela Agência Espacial Brasileira (AEB).

Na área de mísseis e VANTs, participamos desde 1995 do Regime de Controle da Tecnologia de Mísseis (Missile Technology Control Regime – MTCR), criado em 1987. Com relação ao MTCR, é interessante registrar que são controlados por esse Regime os seguintes itens, dispostos em duas categorias:

A) MTCR – CATEGORIA I

- a. *Sistemas completos de foguetes ou de aeronaves não tripuladas capazes de entregar uma carga paga maior ou igual a 500kg a uma distância igual ou maior que 300km, e*
- b. *Qualquer subsistema ou componente dos sistemas relacionados anteriormente.*

B) MTCR – CATEGORIA II

- a. *Componentes e equipamentos de propulsão,*
- b. *Propelentes e químicos de propelentes,*
- c. *Tecnologias e equipamentos de produção,*
- d. *Equipamentos para produção de estruturas em materiais compostos,*
- e. *Equipamentos para deposição pirolítica e densificação,*
- f. *Materiais estruturais avançados,*
- g. *Equipamentos para localização e navegação,*
- h. *Sistemas de controle de voo,*
- i. *Equipamentos e componentes de aviônicos,*
- j. *Equipamentos de apoio a lançamentos,*
- k. *Computadores embarcados,*
- l. *Conversores analógicos-digitais militares,*
- m. *Equipamentos e laboratórios de testes,*
- n. *Software para modelagem, simulação e projeto integrado de sistemas,*
- o. *Materiais para controle de assinatura,*
- p. *Materiais para proteção nuclear, e*

q. Sistemas completos, subsistemas ou componentes de foguetes ou de aeronaves não tripuladas não incluídas na Categoria I.

Por envolver foguetes, mísseis e VANTs, de componentes a sistemas completos, o MTCR busca controlar informalmente os itens de mais avançada tecnologia aeroespacial que podem ter emprego militar. Na prática, esse controle é exercido sobre todas as tecnologias aeroespaciais que, por possuírem caráter dual, podem ser empregadas no desenvolvimento de aplicações civis e militares.

É realçado aqui o caráter informal do Regime que, por não ser um tratado, jamais foi levado às casas legislativas para ratificação. Porém, esse Regime tem maior impacto que leis e tratados, pois nos impõe rígidos mecanismos de cerceamento tecnológico de caráter internacional, afetando nossa política industrial e de exportações e, até mesmo, as pesquisas e desenvolvimentos de caráter acadêmico.

2.2.2 Legislação nacional

No âmbito nacional, a discussão do cenário regulatório da BID Aeroespacial principia pela Constituição Federal de 1988. Os artigos mais relevantes para fundamentar este estudo são os seguintes:

“Art. 1º – A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos:

I – a soberania [...]

Art. 3º – Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil:

II – garantir o desenvolvimento nacional;

III – erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais; [...]

Art. 4º – A República Federativa do Brasil rege-se nas suas relações internacionais pelos seguintes princípios:

I – independência nacional;

Art. 218 – O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§2º A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional;

Art. 219 – O mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o de-

envolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do País, nos termos da lei federal.

Pela Lei Complementar nº 97/1999, Art. 14, estabeleceu-se que o “preparo das Forças Armadas é orientado pelos seguintes parâmetros básicos:

I – permanente eficiência operacional singular e nas diferentes modalidades de emprego interdependentes;

II – procura da autonomia nacional crescente, mediante contínua nacionalização de seus meios, nela incluídas pesquisa e desenvolvimento e o fortalecimento da indústria nacional;

III – correta utilização do potencial nacional, mediante mobilização criteriosamente planejada.”

Interessante observar que esse elemento legal estabelece elos entre o preparo das Forças Armadas, da indústria e a mobilização (de recursos humanos e de indústrias) como potencial de projeção do Poder Militar Nacional.

Apesar da existência dessa base legal, da década de 1990 até 2005, a BID no Brasil sofreu um quase abandono por parte do Governo, com incidência de alta carga tributária, falta de incentivos governamentais para disputa equilibrada de mercado com empresas estrangeiras, limitado apoio oficial nas divulgações e negociações externas e restrições nos bancos oficiais para obtenção de financiamentos e garantias contratuais. Essa política de falta de incentivos governamentais reduziu enormemente a competitividade de nossas empresas e levou a Embraer à privatização em 1994.

A partir de 2005, no entanto, observa-se que, apesar dos níveis de investimentos diretos do Governo terem permanecido praticamente constantes com relação ao PIB, vem-se buscando montar um arcabouço regulatório que dê segurança jurídica para o setor, a começar pelas publicações da Política de Defesa Nacional (PDN) e da Política Nacional da Indústria de Defesa (PNID), ambas em nível de Decreto Presidencial.

A PDN, como política que precede a estratégia, estabeleceu os fundamentos sobre os quais foi construída a END em 2008. Aprovada no âmbito do Ministério da Defesa (MD), a PNID tem por objetivo geral o fortalecimento da BID. Também prevendo o conteúdo da END, o objetivo geral da PNID foi detalhado nos seguintes objetivos específicos:

- *Conscientização da sociedade em geral quanto à necessidade de o país dispor de uma forte BID;*
- *Diminuição progressiva da dependência externa em produtos estratégicos de defesa, desenvolvendo-os e produzindo-os internamente;*

- *Redução da carga tributária incidente sobre a BID, com especial atenção às distorções com relação aos produtos importados;*
- *Ampliação da capacidade de aquisição de produtos de defesa da indústria nacional pelas Forças Armadas;*
- *Melhoria da qualidade tecnológica dos produtos estratégicos de defesa;*
- *Aumento da competitividade da BID brasileira para expandir as exportações; e*
- *Melhoria da capacidade de mobilização industrial da BID.*

Além das diretrizes que estão dispostas na Constituição Cidadã de 1988, na legislação e em outras normas infraconstitucionais, o marco regulatório mais recente e mais relevante, sobre o qual deve recair as nossas atenções neste artigo técnico, é a END. Essa estratégia resulta de um Decreto Presidencial de caráter ministerial.

Na END, como é sabido, foram definidos três eixos estruturantes, três capacidades operacionais e três setores estratégicos para a nossa defesa. Os eixos estruturantes são a transformação das Forças Armadas, a organização da indústria de defesa e a política de pessoal militar. As capacidades operacionais são o monitoramento e o controle, a mobilidade e a presença. Finalmente, os três setores estratégicos identificados são o nuclear, o cibernético e o espacial, cujas coordenações foram distribuídas, respectivamente, para os comandos da Marinha, do Exército e da Aeronáutica. Seguindo as orientações da END, neste artigo concentramos a discussão no Poder Aeroespacial, em geral, e no setor espacial, em particular.

Inicialmente, é interessante observar que a END estabeleceu um elo definitivo entre as estratégias nacionais de defesa e de desenvolvimento, no sentido de assegurar autonomia por meio da dualidade. Do documento, retiramos os seguintes excertos:

Estratégia nacional de defesa é inseparável de estratégia nacional de desenvolvimento. Esta motiva aquela. Aquela fornece escudo para esta. Cada uma reforça as razões da outra. Em ambas, se desperta para a nacionalidade e constrói-se a Nação. Defendido, o Brasil terá como dizer não quando tiver que dizer não. Terá capacidade para construir seu próprio modelo de desenvolvimento.(BRASIL, 2008, p.2)

Independência nacional, alcançada pela capacitação tecnológica autônoma, inclusive nos estratégicos setores espacial, cibernético e nuclear. Não é independente quem não tem o domínio das tecnologias sensíveis,

tanto para a defesa como para o desenvolvimento. (BRASIL, 2008, p.3)

O segundo eixo estruturante refere-se à organização da indústria nacional de material de defesa, para assegurar que o atendimento das necessidades de equipamento das Forças Armadas apoie-se em tecnologias sob domínio nacional. (BRASIL, 2008, p. 3)

Para o Comando da Aeronáutica, em particular, a END estabeleceu os seguintes três objetivos estratégicos:

1. *Substituição das aeronaves de combate, com o desenvolvimento de um caça nacional;*
2. *Foco na Amazônia, de forma que as unidades tenham recursos técnicos para assegurar a operacionalidade das pistas de pouso e das instalações de proteção ao voo nas situações de vigilância e de combate; e*
 - a. *Desenvolvimento do complexo científico-tecnológico de São José dos Campos, a fim de:*
 - b. *formar pessoal civil e militar;*
 - c. *desenvolver tecnologia de aplicação dual; e*
 - d. *estreitar vínculos com empresas privadas.*

O mais recente marco regulatório de interesse para a BID Aeroespacial é a Medida Provisória nº 544, de 29 de setembro de 2011. Ela estabelece normas especiais para as compras, contratações e desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa e dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa. Segundo a avaliação da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), esta MP veio a concretizar vários desafios constantes na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)¹, gerenciada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), bem como a objetivos estabelecidos pela PND, END e PNID, no que tange à BID.

¹ Em agosto de 2011 foi lançada a política industrial, tecnológica, de serviços e de comércio exterior para o período 2011-2014, denominada Plano Brasil Maior (PBM), que substituiu a PDP. A nova política possui foco no estímulo à inovação e à competitividade da indústria nacional e estabelece diretrizes para a elaboração de programas e projetos em parceria com a iniciativa privada. Com vistas a apoiar a formatação de programas e projetos, organizaram-se os setores em cinco blocos, em função de suas especificidades técnicas e de sua capacidade de transformação da estrutura industrial e de serviços especializados. O setor de defesa foi incluído no primeiro bloco, denominado Sistemas da Mecânica, Eletroeletrônica e Saúde, por sua grande capacidade de transformação da estrutura produtiva, em função de seu poder de difusão de inovações.

Cabe destacar que em termos mais específicos, a AIAB ressalta como bastante promissoras as seguintes inovações regulatórias resultantes dessa MP:

1. *a eliminação da assimetria tributária desfavorável à cadeia produtiva brasileira;*
2. *um novo regime de aquisições de produtos de defesa; e*
3. *garantias para exportação de produtos de defesa.*

Em todo o mundo, governos buscam gerar medidas de apoio às suas indústrias aeroespaciais. Uma forma bastante empregada é a desoneração fiscal, que permite, ao longo da cadeia produtiva, reduzir o preço final de sistemas completos e de aeronaves, produzindo aumento de competitividade.

O Convênio ICMS 75/91, de 5 de dezembro de 1991, entre o Ministério da Fazenda e as Secretarias Estaduais e do Distrito Federal de Fazenda dispõe sobre a concessão de redução de base de cálculo do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS) nas saídas de aeronaves, peças, acessórios e outras mercadorias que especifica. Ele vem sendo rotineiramente renovado desde 1991 e prossegue em vigor. Com base nesse convênio, a carga tributária incidente sobre os produtos apoiados na legislação fica reduzida a 4% (quatro por cento).

Compete ao Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), organização integrante do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), analisar os pedidos de enquadramento das empresas para fins de inclusão na lista de candidatas ao benefício desse Convênio. Ele se destina a empresas nacionais da indústria aeroespacial, a empresas da rede de comercialização e importadoras de material aeronáutico, a oficinas de manutenção e de reparos de aeronaves, a empresas de transporte aéreo regular e não regular e de táxi aéreo, a empresas de serviços aéreos especializados como aerolevanteamento, aerodemonstração, aeroagrícola, aeropublicidade, apoio aéreo, aeroinspeção, aerorreportagem, aerofotografia, aerocinematografia, combate a incêndio, aeroprospecção e aerofotogrametria, e à aviação aerodesportiva, com seus planadores, ultraleves, asas-deltas, parapentes, motoplanadores, balões e dirigíveis e, finalmente, a escolas de aviação civil. De acordo com o Instituto, atualmente se beneficiam desse incentivo fiscal 1.149 empresas dos diversos setores elencados.

De acordo com a Resolução CAMEX nº 78, de 5 de outubro de 2011, estão autorizadas, com o benefício de alíquota de 0% (zero por cento), as importações de produtos fabricados em conformidade com especificações técnicas e normas de homologação aeronáuticas, utilizados na fabri-

cação, reparação, manutenção, transformação, modificação ou industrialização de aeronaves e de outros veículos, suas partes e peças, devendo o importador apresentar declaração de que tais produtos serão utilizados para os fins ali especificados.

Para usufruir desse benefício, a importação não poderá estar sujeita à exigência, no SISCOMEX, de licença de importação, bem como deve ser realizada, direta ou indiretamente, por pessoa jurídica especificamente certificada, nos termos da Resolução, pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) ou pelo Ministério da Defesa (MD). Encontram-se atualmente certificadas no âmbito do MD para este fim 35 empresas pela Marinha do Brasil (MB), 18 pelo Exército Brasileiro (EB) e 22 pela FAB. Pela ANAC, estão incluídas na lista de beneficiadas 20 empresas para fabricação de aeronaves, mais de uma centena para manutenção e 232 para operação.

Deve-se citar ainda como importantes marcos regulatórios a Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como Lei do Bem, e o Plano Brasil Maior (Borges, 2011), política industrial brasileira que prevê instrumentos de estímulo à indústria, além de iniciativas estruturantes para consolidar a capacidade produtiva da indústria de defesa nacional.

Ainda que essas ações regulatórias recentes sejam positivas e representem uma clara demonstração de que a sociedade e o governo estão decididos a fomentar o desenvolvimento da BID Aeroespacial, resta essencial garantir a sobrevivência das empresas que conseguiram chegar até aqui e protegê-las contra a incorporação por empresas estrangeiras. Empresas nacionais consideradas estratégicas para o Poder Aeroespacial devem permanecer nacionais. Devem ser

consideradas estratégicas aquelas empresas que receberam suporte governamental para o desenvolvimento de componentes a sistemas com tecnologia nacional ou que incorporaram tecnologias desenvolvidas em laboratórios e institutos de pesquisas nacionais, comprometendo-se à produção de insumos críticos para termos os sistemas de armas críticos para a nossa defesa.

Recentemente, tomamos conhecimento de caso de empresa nacional estatal que foi, em primeiro passo, privatizada e, em segundo passo, vendida a grupo estrangeiro. Uma vez nessa condição, a nova direção da empresa resolveu mudar sua carteira de produtos, deixando de produzir um item considerado estratégico para a defesa nacional. Acontece que essa empresa havia sido criada para incorporar tecnologia de produção exatamente desse insumo crítico com tecnologia que havia sido desenvolvida em instituto de P&D do Governo Federal. Essa ocorrência nos leva a refletir sobre o conceito de indústria nacional e sobre a proteção que deve ser dada a ela para que não venhamos a perder competências dominadas e tidas como garantidas.

Projetos de Lei e outras normas subsidiárias estão presentemente em negociação entre os diversos stakeholders do Setor Aeroespacial, no sentido de cobrir essa e outras lacunas de suporte à nossa BID Aeroespacial. Dentre esses stakeholders, ressaltamos a atuação da AIAB. Essa Associação é a entidade de classe nacional que congrega as empresas nacionais do Setor Aeroespacial Brasileiro (Aeronáutica, Espaço e Defesa). Fundada em 1993, com sede em São José dos Campos (SP), opera de forma similar às organizações congêneres de outros países. Tem cerca de cinquenta empresas associadas, dentre as quais o carro-chefe é a Embraer. Logotipos de diversas dessas empresas encontram-se dispostos na figura 5.

Figura 5 – Grupo de algumas das empresas consorciadas da AIAB



Fonte: AIAB, 2011.

A AIAB é parte integrante do International Coordinating Council of Aerospace Industries Associations – ICCAIA ², juntamente com suas congêneres do Canadá, Estados Unidos, Europa e Japão.

Antes que se inicie a descrição dos cenários econômico e de mercado, com os principais programas de reequipamento do Poder Aeroespacial Brasileiro em andamento junto à indústria nacional e estrangeira, é mister conhecer dois elementos doutrinários e conceituais relevantes, ainda com a visão regulatória.

O primeiro dos elementos a reconhecer é a missão atribuída à Força Aérea Brasileira, como braço armado deste Poder e mais importante cliente da BID Aeroespacial. De acordo com a Política da Aeronáutica (PCA I-1), essa missão é:

Manter a Soberania no Espaço Aéreo Nacional com Vistas à Defesa da Pátria.

A Missão da Aeronáutica decorre da END e do Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2010–2031 (PEMAER – PCA I1-47), que estatui o seguinte:

A FAB estará dimensionada adequadamente para explorar suas características, atuando em qualquer área de interesse, dispondo da capacidade para reagir oportunamente, utilizando seus meios, com elevados níveis de prontidão e adestramento.

Do ponto de vista institucional, ainda de acordo com o PEMAER, a Aeronáutica, como Força Armada, tem a seguinte visão:

Ser reconhecida, nacional e internacionalmente, pela sua prontidão e capacidade operacional para defender os interesses brasileiros em qualquer cenário de emprego, em estreita cooperação com as demais Forças.

Consoante com a missão e a visão, o segundo elemento regulatório intra corporis a se discutir aqui é a Metodologia de Aquisição e Desenvolvimento de Aeronaves, Sistemas e Materiais. A aquisição ou P&D de um produto aeroespacial e de defesa possui características peculiares quando se tenta estabelecer uma comparação a outros produtos in-

² Conselho Internacional de Coordenação das Associações de Indústrias Aeroespaciais

dustriais. Essas características incluem a determinação das necessidades operacionais, a concepção de desempenho do sistema, a especificação de requisitos técnicos, logísticos e industriais, o gerenciamento do desenvolvimento do produto ou de sua aquisição, assim como a implantação, estudos para uma modernização de meia-vida e sua posterior desativação, quando economicamente recomendável. Para a gestão de todo esse processo, foi verificado ser imprescindível utilizar uma metodologia que, após muitas experiências históricas, encontra-se consolidada no documento chamado Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica (DCA 400-6), de 2007, cujas fases são ilustradas na figura 6 e discutidas a seguir.

Para o início de um projeto, é fundamental a identificação clara e objetiva das necessidades da FAB a serem atendidas, a fim de se determinar os seus requisitos e especificar as funções, equipamentos e sistemas a serem buscados. Todo o processo deve ser acompanhado para garantir a necessária rastreabilidade, desde a elaboração dos requisitos até a completa definição do produto a ser entregue. A ocorrência de falhas nesse acompanhamento pode causar impactos negativos no produto final, seja pelo não cumprimento da missão ou pelo não atendimento dos requisitos de segurança (certificação) ou, ainda, pelo não cumprimento de garantias contratuais junto à indústria.

Figura 6 – Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica



Fonte: IFI, 2011.

O ciclo de vida é constituído por uma sequência de eventos ou atividades com coordenação superior realizada pelo EMAER, considerando a Concepção Política e Estratégica da Aeronáutica e o planejamento orçamentário, e com a execução por intermédio do Centro Logístico da Aeronáutica (CELOG), nos casos de aquisição de materiais ou sistemas sem atividade de P&D associada (off-the-shelf); da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), nos casos de aquisição de materiais ou sistemas

com atividade de P&D associada (P&D contratado); ou pelas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), órgãos pertencentes à estrutura administrativa do DCTA, nos casos de desenvolvimento direto ou em associação com a indústria ou outras ICTs. Nos casos de Sistemas e Materiais afetos ao Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), as atividades são realizadas no âmbito do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). As fases do Ciclo de Vida previstas na DCA 400-6 são as seguintes:

1. Fase de Concepção – Uma necessidade operacional (NOP) pode ser definida como uma carência ou deficiência constatada que dependa do fornecimento de um novo Sistema ou Material, ou de modificações em um Sistema ou material já existente. A NOP pode também decorrer de uma inovação tecnológica que permita a realização de uma nova missão ou contribua para maior eficiência de uma missão já existente. Finalmente, ela pode decorrer de uma oportunidade de mercado que favoreça a substituição de um equipamento ou sistema obsoleto, ou o atendimento de uma carência, de forma econômica. Esta fase fica concluída com a elaboração, pelo EMAER, a partir da NOP, do documento chamado Requisitos Operacionais (ROP).
2. Fase de Viabilidade – Nesta fase é realizada a análise e avaliação das possibilidades de atendimento às necessidades detectadas, sendo considerados aspectos políticos, técnicos, financeiros, econômicos e políticos, bem como um planejamento temporal para a disponibilidade de recursos humanos, financeiros e materiais envolvidos. Conclui-se esta fase pela confecção do documento chamado Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais (RTLTI) e preparação das Especificações Técnicas detalhadas, que constarão dos contratos de desenvolvimento ou aquisição. Para a elaboração do RTLTI, poderão ser emitidos à indústria nacional ou estrangeira pedidos oficiais de informações por meio de Request for Information (RFI).
3. Fase de Definição – Nesta fase podem ser emitidos pedidos de oferta (Request for Proposal – RFP) ou Edital de Licitação nacional ou internacional para os estudos de definição. São analisadas as alternativas disponíveis para aquisição ou P&D junto às indústrias nacionais e estrangeiras. É definido o modelo de gestão do programa e são estabelecidos os planos de Desenvolvimento, de Nacionalização e Transferência de Tecnologia e de Verificação, Ensaio e Certificação. De acordo com o montante de materiais oriundos do exterior, cada ofertante deverá apresentar um plano de compensação comercial, industrial e tecnológica (offset). Marca o término da fase a seleção da alternativa e aprovação da minuta do contrato de desenvolvimento ou de aquisição.
4. Fase de Desenvolvimento ou Aquisição – Nesta fase é realizado o desenvolvimento do produto e são executados os Planos definidos na fase anterior ou iniciado o processo de aquisição, com a confecção dos correspondentes Planos de Nacionalização e de Compensação Comercial. A partir da Diretriz de Implantação, são elaborados planos setoriais de Apoio e Emprego, de Suprimento e Manutenção, de Infraestrutura, de Adequação e de Capacitação de Recursos Humanos e um Plano para a Operação da Aeronave ou Sistema. Concomitantemente, o EMAER deverá ajustar a Proposta Orçamentária e o Plano Plurianual com o Contrato Comercial ou de Financiamento e a entrega à FAB dos sistemas contratados.
5. Fase de Produção – Esta fase é caracterizada pela assinatura do contrato comercial. No caso de desenvolvimento de aeronave ou sistema novo, poderá ser contratada a industrialização. Formaliza-se também o contrato de apoio logístico inicial, fornecem-se os equipamentos, softwares e outros itens ou facilidades a serem providos pelo Governo, conforme o contrato de produção. Em alguns casos, a industrialização pode ser objeto de um contrato à parte, que é assinado após a certificação dos protótipos na fase anterior. Durante a produção, o Governo fará o acompanhamento in situ por intermédio de um Grupo de Acompanhamento e Controle (GAC).
6. Fase de Implantação – É a fase na qual se procedem as ações determinadas na Diretriz de Implantação e nos diversos Planos Setoriais para que o novo sistema seja recebido, estocado, distribuído, utilizado e mantido em operação dentro das condições previstas para seu desempenho. Dentre os planos setoriais incluídos na Diretriz de Implantação, citamos o Plano de Suprimento e Manutenção, o Plano de Infraestrutura, o Plano para a Operação e os planos de Adequação e Capacitação de Recursos Humanos. Dessa forma, o operador tem condições de receber o equipamento ou sistema e vir a utilizá-lo em sua plena capacidade.
7. Fase de Utilização – Esta fase é o clímax de todo o ciclo de vida de sistema ou aeronave, pois é a ocasião em que se verifica se a NOP que deu origem a todo o processo é satisfeita. Nesta fase são desenvolvidas atividades operacionais, logísticas, ações relacionadas aos aspectos de garantia da qualidade, avaliação de desempenho em operação e análise da expectativa de vida do sistema. É nela que se avalia continuamente a necessidade de se revitalizar, modernizar, melhorar ou desativar um sistema ou material. As conclusões dessas avaliações podem gerar sugestões para a próxima fase do ciclo.
8. Fase de Revitalização – Essa é a fase na qual são realizadas intervenções no sistema ou material que tenha sofrido perda ou degradação de sua eficiência, ou se tornado

obsoleto ou desatualizado tecnologicamente, gerando dificuldades no suprimento, na manutenção ou na própria operação. Para isso, as unidades operacionais subsidiam a confecção de uma nova NOP, que é enviada ao EMAER, retornando-se o ciclo à sua primeira fase. Processos de melhoria serão conduzidos pelo Comando Geral de Apoio (COMGAP) ou pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). No caso de haver algum processo de desenvolvimento tecnológico ou certificação, este será executado pelo DCTA.

9. Fase de Desativação – É a fase na qual são desenvolvidas as ações para o planejamento e a execução da retirada do material de serviço e sua consequente alienação ou inutilização, encerrando o seu Ciclo de Vida, de maneira a evitar dispêndios desnecessários, tanto de recursos financeiros quanto de recursos humanos e materiais. O EMAER, após consulta e aprovação do Comandante da Aeronáutica, emitirá uma Diretriz de Desativação que servirá de base para o Plano de Desativação e ações decorrentes do Órgão de Direção Setorial da FAB. Da mesma forma, deve-se também desativar todo o suporte logístico utilizado no apoio ao material ou sistema.

Em resumo, o COMAER estabeleceu uma metodologia bem definida e objetiva para a aquisição e desenvolvimento de seus sistemas e materiais. Essa metodologia vem sendo utilizada e aperfeiçoada desde a década de 1970, coincidindo com a entrega, pela Embraer, dos primeiros aviões Bandeirante produzidos pela empresa para a FAB e com a consolidação do Quadro de Oficiais Engenheiros (QOEng) na estrutura do então Ministério da Aeronáutica.

Ao longo dessas décadas de aplicação, muitas lições foram aprendidas no relacionamento com a BID Aeroespacial nacional e estrangeira. A metodologia de gerenciamento do ciclo de vida conferiu à Força Aérea o papel pioneiro na prática de offset no serviço público brasileiro. Ela tem a virtude de tornar mais transparente o processo e facilitar qualquer auditoria a respeito do uso do dinheiro público em sistemas de defesa. Outros países adotam processos semelhantes, porém, deve-se ressaltar que os processos descritos na DCA 400–6 foram especialmente desenvolvidos para a realidade legal e industrial brasileira.

Observe-se que o processo descrito é integralmente aderente aos preceitos da Lei nº 8.666/93, tanto nas contratações pelas diversas modalidades de licitação como naquelas para as quais a licitação é dispensável (art. 24) ou inexigível (art. 25). Em todas elas, o processo cumpre todos os passos previstos na doutrina jurídica como a

motivação, a análise e a seleção da oferta mais vantajosa para a administração, a garantia dos recursos creditícios, a vinculação ao “edital”, o acompanhamento e a fiscalização da execução, o recebimento dos materiais ou serviços. Pode-se afirmar ainda, que, quando a contratação se faz por regime de dispensa ou inexigibilidade, o processo de seleção é mais rigoroso e efetivo do que em qualquer das modalidades de licitação.

Além das vantagens administrativas, considerando a complexidade, os valores envolvidos e os ciclos de vida de algumas décadas da maioria dos projetos, a metodologia utilizada é fundamental para que o COMAER e o MD obtenham efetividade em seus processos, equipando suas Unidades Operacionais ao menor custo possível e estimulando, sempre, em busca de soberania, o crescimento da indústria nacional.

Na decisão da forma de aquisição ou desenvolvimento no país ou no exterior, considera-se o envolvimento dos órgãos de Governo e entidades estrangeiras com as nacionais, quanto à coparticipação no desenvolvimento, transferência de tecnologia, produção nacional sob licença, exportação da produção nacional, compensação (offset), participação de indústria nacional na integração dos sistemas, treinamento de pessoal, bem como as interações com outros órgãos governamentais nacionais e análise do mercado mundial.

Também são considerados nos estudos da metodologia fatores tais como grau de inovação e riscos tecnológicos associados; plano de desenvolvimento e ensaios; necessidades de capacitação industrial; plano de nacionalização mediante transferência de tecnologia externa; e plano de compensação, se for o caso.

Resta-nos, agora, examinar neste trabalho os marcos regulatórios específicos do Setor Espacial. Além dos tratados internacionais e dos dispositivos constitucionais e legais anteriores a 1994, a fase contemporânea da atividade espacial no País principia pela criação da Agência Espacial Brasileira (AEB), autarquia de natureza civil, por meio da Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994.

Os objetivos do Programa Espacial Brasileiro foram estabelecidos pela Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE), por meio do Decreto nº 1.332, de 1994, e pela criação do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE), por meio do Decreto nº 1.953, de 10 de julho de 1996, tendo a AEB como seu órgão central.

O objetivo geral do PNDAE é promover a capacidade do país para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e técnicas espaciais na solução de problemas

nacionais e em benefício da sociedade brasileira. Para a consecução deste objetivo geral, identificam-se diversos objetivos específicos, dentre os quais destacamos os seguintes, de interesse para a BID Aeroespacial:

1. *Estabelecimento no país de competência técnico-científica na área espacial, que lhe possibilite atuar com real autonomia.*
2. *Promoção do desenvolvimento de sistemas espaciais, bem como de meios, técnicas e infraestrutura de solos correspondentes, que venham propiciar ao Brasil a disponibilidade de serviços e informações de sua necessidade ou interesse.*
3. *Adequação do setor produtivo brasileiro para participar e adquirir competitividade em mercados de bens e serviços e espaciais.*

No mesmo documento legal, encontramos as seguintes diretrizes que representam incentivos à participação industrial: "A participação da indústria nacional nos programas de desenvolvimento de tecnologias e sistemas espaciais é condição necessária para a efetiva absorção pelo setor produtivo da capacitação promovida por esses programas." (Decreto no. 1.332, de 08 de dezembro de 1994, Anexo I, V. Diretrizes, item 6. Incentivo à Participação Industrial). Essa participação deverá ser prevista de forma explícita nas propostas de novos programas, devendo-se:

- *promover a qualificação da indústria nacional não apenas para fornecimento de partes e equipamentos, mas, também, para o desenvolvimento e a manufatura de subsistemas e sistemas completos.*
- *buscar a integração entre as equipes das instituições de P&D e os seus parceiros industriais, por meio da realização conjunta de projetos de desenvolvimento tecnológico que incluam a indústria desde a etapa de concepção; e*
- *buscar a aprovação de planos de longo prazo que permitam às empresas nacionais decidir, com o menor grau de incerteza, sobre sua participação no Programa Espacial Brasileiro."*

Sobre programas de cooperação internacional, as diretrizes de interesse industrial são as seguintes:

"A cooperação internacional apresenta-se nos dias atuais como forma natural de viabilizar os empreendimentos espaciais que, tipicamente, são bastante dispendiosos. No entanto, há que se ter clareza de que na área tecnológica a cooperação entre países não costuma ter o caráter de intercâmbio gratuito de informações valiosas. Compartilha-se o estritamente necessário à consecução do objetivo comum. Nesse contexto, as seguintes orientações deverão ser observadas:

- *iniciativas de cooperação com países que compartilhem problemas e dificuldades similares aos do Brasil deverão merecer especial atenção;*
- *Os veículos de transporte espacial merecem atenção especial, em razão da natureza das tecnologias envolvidas, das dificuldades de cooperação internacional e do valor estratégico, assegurando ao país autonomia na colocação no espaço dos satélites, plataformas e cargas úteis de seu interesse." (Decreto no. 1.332, de 08 de dezembro de 1994, Anexo I, V. Diretrizes, item 5. Cooperação Internacional Consequente)*

Na interpretação da AIAB, os instrumentos legais referentes ao Programa Espacial Brasileiro estão em perfeito acordo com os ditames da Constituição Federal e com a END quanto à soberania, desenvolvimento nacional, autonomia tecnológica e a aplicação do conceito de que o mercado interno integra o patrimônio nacional.

Tendo apresentado o cenário da BID Aeroespacial em suas componentes históricas, geopolíticas e regulatórias, passemos agora a avaliar o seu ambiente econômico e de mercado.



2. Ambiente econômico e de mercado

Não é tarefa fácil fazer prognósticos sobre o ambiente econômico e sobre o mercado aeronáutico, o qual é bastante suscetível aos humores da economia mundial, que, por sua vez, tem apresentado ciclos de difícil previsão. Queda na atividade econômica normalmente significa, por um lado, aeroportos mais vazios, linhas aéreas canceladas e, por outro, opções de compra não exercidas e técnicos qualificados dispensados nas indústrias. Se essas dificuldades acontecem com a indústria aeronáutica civil, que é mais aberta, com mais dados disponíveis para os analistas, que dizer da indústria total e exclusivamente dedicada à defesa ou ao setor espacial? De qualquer maneira, algumas fontes de dados existem para nos permitir fazer análises e tentar esboçar cenários, com o alerta de que é difícil separar as atividades civis das militares, mesmo porque há compartilhamento de recursos e de ações entre os dois setores.

Os casos recentes dos grupos industriais Embraer e Odebrecht no Brasil são emblemáticos. O primeiro grupo atuava, até poucos anos atrás, quase em sua totalidade, concentrado no setor aeronáutico. Agora, faz parte do grupo a Embraer Defesa e Segurança e notícias recentes nos dão conta de que poderá haver investimento em satélites. O segundo grupo era devotado a diversos segmentos de

infraestrutura. Com a recente incorporação da Mectron, ela tornou-se mais um stakeholder do setor de defesa. Paralelamente, o segmento do transporte aéreo civil vem crescendo a espantosas taxas de 19% ao ano. Essas notícias mostram que a dinâmica do mercado setorial está bastante aquecida e atraente, justificando a realização deste estudo.

Nesta seção vamos explorar esse tema, dividindo-o em três segmentos. O primeiro vai tratar da economia e mercado mundial, com avaliação e comparação do desempenho da BID Aeroespacial brasileira em face deste mercado. No segundo segmento, vamos apresentar uma visão semelhante, porém exclusiva, do setor espacial. No terceiro, vamos apresentar os principais programas em andamento e suas relações com a BID Aeroespacial brasileira.

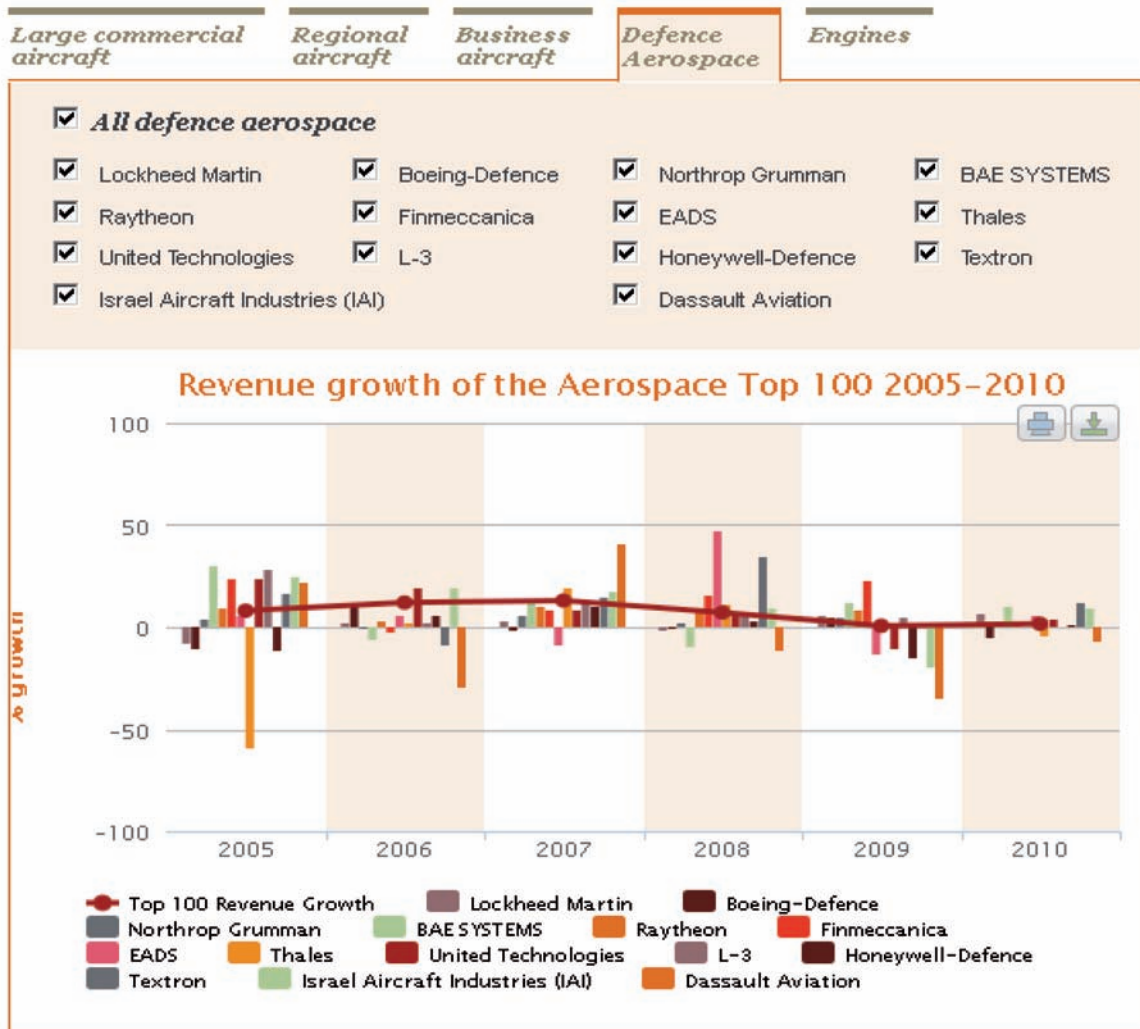
2.1 Aeroespço e Defesa

Em todo o mundo, a BID Aeroespacial é constituída por três setores: Aeronáutico, Espacial e de Defesa. Nesta subseção, vamos tratar do segmento de Aeronáutica e Defesa, que costuma ser tratado conjuntamente na literatura em função das características comuns que compartilham e que são de difícil discriminação.

Há 14 anos, a revista Flight International estabeleceu uma parceria com a Pricewaterhouse Coopers (PwC) ³ e, desde então, tem publicado avaliações anuais do mercado em cinco setores industriais: (1) grandes aeronaves comerciais, (2) aeronaves regionais, (3) aeronaves executivas, (4) aeroespço e defesa – foco deste estudo – e (5) motores. O acompanhamento desses relatórios permite-nos obter uma fotografia do momento e observar algumas tendências.

Os resultados econômicos mais recentes sobre o setor de Aeroespço e Defesa estão resumidos na Figura 7, que considera a evolução do faturamento de 2005 a 2010 das cem maiores empresas mundiais. Percebe-se daí uma clara queda e estagnação no faturamento do setor nos últimos três anos, acompanhando a situação da economia mundial.

Figura 7 – Evolução do faturamento das cem maiores indústrias de defesa de 2005 a 2010



Fonte: 14th Annual Flight International/PwC Aerospace Top 100 Report, 2011.

A Tabela 2 apresenta os resultados desta pesquisa com a lista das 50 maiores companhias do setor no ano de 2010. Nessa tabela vemos a liderança da Boeing e da EADS e a posição número 26 da Embraer, com um faturamento de 5,364 bilhões de dólares e um lucro operacional de 392 milhões de dólares. Comparado ao ano anterior, a Embraer apresentou um decréscimo de 2% no faturamento, porém um aumento de 3% no lucro operacional.

3 A PricewaterhouseCoopers (também chamada de PwC) é uma das maiores prestadoras de serviços profissionais do mundo. Resumidamente, ela presta os serviços de auditoria, consultoria e outros serviços acessórios para todo tipo de empresas e no mundo inteiro. Foi formada em 1998, na fusão entre Price Waterhouse e Coopers & Lybrand, ambas londrinas.

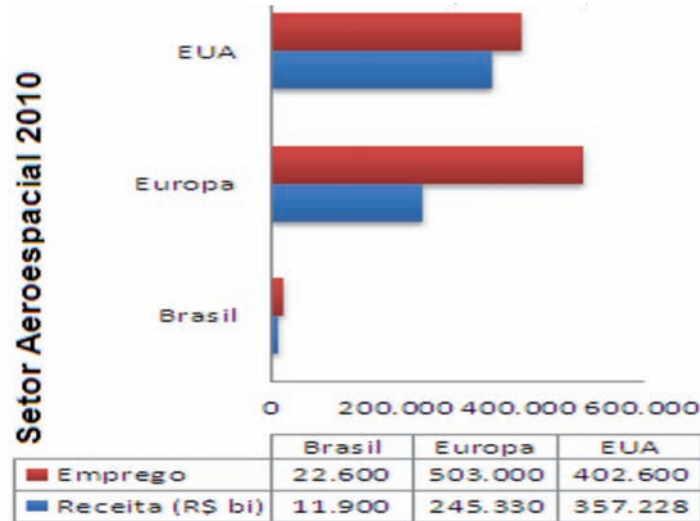
Tabela 2 – As 50 maiores companhias dos setores aeroespacial e de defesa

#	Company	Revenue US\$ millions			Operating Profit US\$ millions		
		2010	2009	Change	2010	2009	Change
1	Boeing	64,306	68,281	-6%	4,971	2,096	137%
2	EADS	60,599	59,558	2%	1,572	(568)	377%
3	Lockheed Martin	45,803	43,995	4%	4,097	4,415	-7%
4	Northrop Grumman	34,757	33,755	3%	3,070	2,483	24%
5	BAE Systems	34,609	34,306	1%	2,528	1,507	68%
6	General Dynamics	32,466	31,981	2%	3,945	3,675	7%
7	United Technologies	25,227	24,239	4%	3,838	3,585	7%
8	Raytheon	25,183	24,881	1%	1,804	1,936	-7%
9	Finmeccanica	24,762	25,280	-2%	1,631	1,936	-16%
10	GE Aviation	17,619	18,728	-6%	3,304	3,923	-16%
11	Thales	17,364	17,915	-3%	(161)	210	-177%
12	Rolls Royce	17,133	16,246	5%	1747	1,831	-5%
13	L-3 Communications	15,680	15,615	0%	1,750	1,656	6%
14	Safran	14,252	14,531	-2%	1,145	965	19%
15	SAIC	10,846	10,070	8%	867	776	12%
16	Honeywell Aerospace	10,683	10,763	-1%	1835	1,893	-3%
17	Bombardier Aerospace	9,357	9,965	-6%	473	896	-47%
18	Textron	7,783	8,061	-3%	628	742	-15%
19	Oshkosh Defense	7,162	2,595	176%	1,321	403	228%
20	Goodrich	6,967	6,686	4%	998	929	7%
21	CSC North American Public Sector	6,225	5,978	4%	538	482	12%
22	ITT Defense	5,897	6,067	-3%	752	761	-1%
23	Mitsubishi Aerospace	5,696	5,473	4%	(73)	(110)	34%
24	Dassault Aviation	5,546	4,758	17%	783	592	32%
25	Precision Castparts Corp.	5,487	6,801	-19%	1,409	1575	-11%
26	Embraer	5,364	5,498	-2%	392	379	3%
27	Harris Corp	5,206	5,005	4%	562	312	80%
28	Alliant Techsystems	4,808	4,583	5%	512	384	33%
29	Rockwell Collins	4,665	4,470	4%	802	867	-7%
30	Singapore Technologies	4,388	3,816	15%	430	334	29%
31	Spirit AeroSystems	4,172	4,079	2%	357	303	18%
32	MTU Aero Engines	3,613	3,745	-4%	330	384	-14%
33	DynCorp International	3,585	3,101	16%	212	188	13%
34	IHI Aero Engines and Space Operations	3,199	3,164	1%	80	118	-32%
35	CACI	3,149	2,730	15%	195	184	6%
36	Cobham	2,941	2,933	0%	473	460	3%
37	Serco Defence and Americas	2,882	2,798	3%	218	218	0%
38	Zodiac	2,848	3,068	-7%	318	347	-8%
39	Hawker Beechcraft	2,804	3,199	-12%	(174)	(712)	76%
40	Elbit Systems	2,670	2,832	-6%	207	263	-21%
41	Rheinmetall Defence	2,658	2,639	1%	310	299	4%
42	ManTech International	2,604	2,020	29%	215	179	20%
43	Kongsberg Gruppen	2,562	2,194	17%	366	218	68%
44	QinetiQ	2,512	2,523	0%	186	236	-21%
45	Hindustan Aeronautics Limited (HAL)	2,494	2,123	17%	585	478	22%
46	Kawasaki Aerospace	2,450	2,141	14%	19	(44)	143%
47	GKN Aerospace	2,243	2,318	-3%	250	264	-5%
48	MOOG	2,114	1,849	14%	149	111	34%
49	Babcock International Group	2,074	1,823	14%	213	168	27%
50	Saab	2,045	2,011	2%	86	194	-56%

Fonte: Pricewaterhouse Coopers International Limited, disponível em www.pwc.com/gx/en/aerospace-defence/aerospace-and-defence-2010-annual-review-and-2011-forecast.jhtml, acesso em dez. 2011.

Segundo dados da AIAB, a indústria aeroespacial brasileira é a maior do hemisfério sul. Entretanto, quando comparada às líderes do setor (EUA/ Europa), a comparação se modifica radicalmente. De acordo com a figura 8, a indústria aeroespacial brasileira obteve, no ano de 2010, 4,9% da receita da indústria europeia e 3,3% da norte-americana. Em termos de emprego, essas relações respectivas são 4,5% e 5,6%.

Figura 8 - Desempenho do Setor Aeroespacial

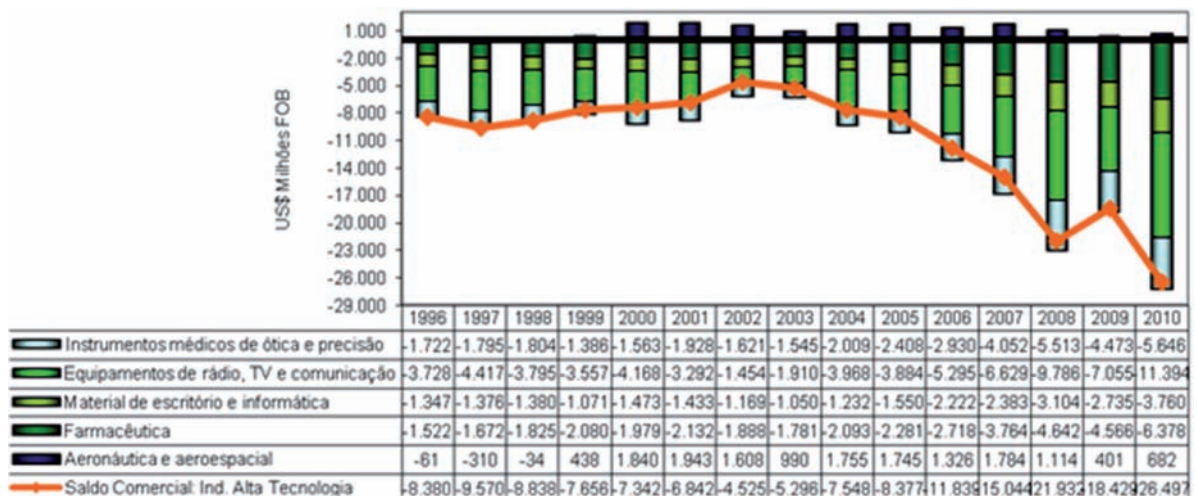


Fonte: COMDEFESA 2011.

Ainda que a indústria aeroespacial brasileira seja pequena na comparação com as líderes mundiais, ela é tratada com especial atenção por ser de alta tecnologia na estrutura produtiva do país e por vários anos ter liderado a pauta de exportações nacionais no segmento de alto valor agregado. Embora ainda haja muito a ser trabalhado para que o Brasil alcance um patamar mais elevado de competitividade, a avaliação do país no Setor Aeroespacial é considerada positiva e significativa, dado o caráter estratégico e a intensidade tecnológica do Setor.

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) tem definido os setores industriais e suas intensidades tecnológicas, destacando como sendo de alta tecnologia os setores aeronáutico e aeroespacial, farmacêutico, de instrumentação médica, informática e telecomunicações. A Tabela 3 (tenho dúvida se isto é uma tabela ou é um quadro combinado .. está mais para quadro do que para tabela ...) mostra o desempenho desses setores nos últimos 15 anos. Em decorrência do domínio tecnológico de seus produtos, a indústria aeroespacial brasileira, de acordo com dados da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) do MDIC, é o único setor industrial brasileiro de alta tecnologia a apresentar resultado positivo na balança comercial desde 1999.

Tabela 3 – Balanço de comércio exterior de setores de alta tecnologia.



Fonte: AIAB, 2011

Em uma economia centrada em commodities, como a nossa, o Setor Aeroespacial destaca-se pela produção de itens de alto valor agregado. Ainda de acordo com a AIAB (2011), “Repercutiu na imprensa o lançamento do livro *Time for a Visible Hand...*, com um alerta de que os países não podem basear suas estratégias de desenvolvimento e redução da pobreza no setor agrícola, em recursos naturais e/ou no comércio de commodities. Para o destacado economista Giovanni Dosi, que participa do livro, o ‘setor agrícola tem claros limites e nossa recomendação é para que nenhum país emergente dependa do setor para sair da condição de subdesenvolvimento’. O Brasil precisa de ‘mais Embraers’ e deveria compensar as desvantagens em relação à China e à Índia promovendo os setores de alta tecnologia.”

A tabela 4 mostra a evolução, nos últimos quatro anos, de quatro indicadores de desempenho do Setor Aeroespacial Brasileiro. A tendência desses indicadores tem acompanhado a evolução mundial já apresentada na figura 7. Após o pico de 2008, seguiu-se uma queda tendendo à estabilidade. Esses resultados decorrem da forte participação das exportações nas receitas (média de 90,8% em 2007, caindo para 73,8% em 2010, conforme Tabela 4). Apesar dessa queda, ainda há elevada dependência de exportações e do desempenho da economia mundial.

Tabela 4 - Contribuição Econômica do Setor Aeroespacial Brasileiro

Item/Ano	2007	2008	2009	2010
Receitas (US\$ bilhões)	6,2	7,5	6,76	6,7
PIB industrial (%)	1,9	2,02	2	1,1
Exportações (US\$ bilhões)	5,6	6,74	5,14	4,99
Empregos	25.200	27.100	24.000	22.600

Fonte: AIAB, 2011.

A segmentação do resultado econômico brasileiro total no período de 2007 a 2010, de acordo com a Tabela 5, mostra a forte concentração do setor aeronáutico, o crescimento recente do setor de defesa e a estabilidade e baixa participação do setor espacial.

Tabela 5 - Segmentação da Contribuição Econômica do Setor Aeroespacial Brasileiro

Item/Ano	2007	2008	2009	2010
Aeronáutica (%)	91,3	89,1	87,6	82,0
Defesa (%)	6,6	8,8	8,8	12,8
Espacial (%)	0,40	0,57	0,44	0,50
Outros (%)	1,7	1,5	3,2	4,7
Exportação (%)	90,8	89,2	74,0	73,8

Fonte: AIAB, 2011.

O Setor Aeronáutico é atualmente o principal ator da indústria aeroespacial nacional. Contribuiu com aproximadamente 82% (R\$ 9,76 bi) das receitas geradas por essa indústria em 2010 e possui a Embraer, como destaque desse mercado. A Embraer é uma das líderes mundiais, com percentual de 87% de exportações em 2010, vendendo inclusive para os EUA e Europa mais da metade desse montante.

Em segundo lugar está o Setor de Defesa, com 12,83% das receitas (R\$ 1,52 bi), com expectativa de que esse número se eleve nos próximos anos. Essa tendência de crescimento se justifica na movimentação e busca por políticas tributárias que foquem a indústria nacional de defesa e a participação mais efetiva no programa de Reaparelhamento das Forças Armadas com o programa KC-X, por exemplo, e com as potenciais vendas do A-29 (Super-Tucano) à Força Aérea Norte-Americana. Com isso, a BID Aeroespacial terá maiores oportunidades de expansão no setor, após tantos anos com baixos índices de participação nesse segmento.

Para completar essa discussão, vamos verificar o desempenho econômico e de mercado do Setor Espacial.

2.2 Setor Espacial

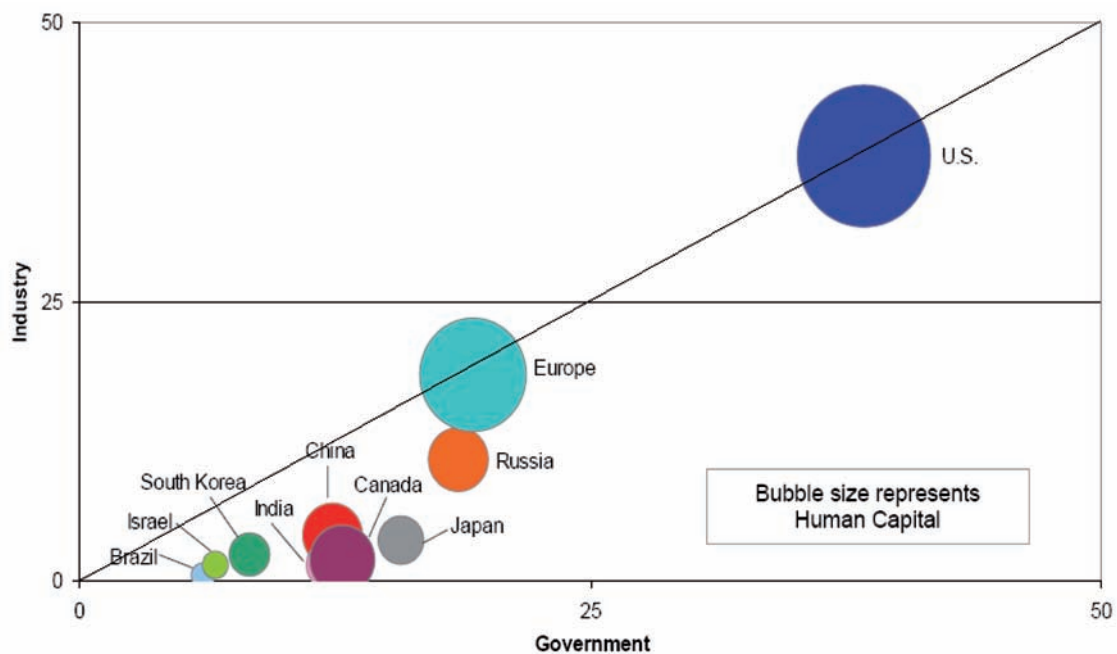
De acordo com a Tabela 5, as indústrias do Setor Espacial contribuíram com apenas 0,5% (R\$ 60 milhões) das receitas em 2010. Apesar do baixo faturamento, o Setor já apresentou resultados mais favoráveis em passado recente, em especial quando dos lançamentos dos satélites de coleta de dados SCD-1 e SCD-2, em 1993 e 1998, respectivamente, que possibilitaram ao país incorporar a estratégia de soberania por meio da ciência e tecnologia. No entanto, os satélites puramente nacionais não tiveram continuidade. Hoje o Brasil busca retomar tal estratégia com vistas a voltar a deter o controle das informações dos satélites em uso.

O primeiro passo para uma evolução saudável do Setor consiste em dobrar o orçamento anual do Programa Espacial Brasileiro (PEB), atualmente na faixa de R\$ 300 milhões. Esta cifra exclui os investimentos brasileiros na empresa binacional Alcantara Cyclone Space (ACS), destinada à ex-

ploração comercial de lançamentos de satélites a partir do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), no estado do Maranhão, por meio do foguete lançador Cyclone-4. Para o atendimento do Acordo Brasil-Ucrânia, espera-se que recursos financeiros específicos sejam alocados, desacoplando-os daqueles destinados ao suporte do PEB, eliminando entraves políticos que posicionam esse Acordo como aparente competidor do Programa.

A Futron Corporation é uma empresa de consultoria especializada no Setor Espacial, sendo referência da área nos últimos três anos. Ela elaborou um indicador próprio, que nominou de Space Competitivity Index (SCI), para medir o desempenho dos países do Setor. Este índice combina elementos da participação no Setor de governo, indústria e capital humano. A figura 9 apresenta os resultados dos dez países mais importantes do planeta em 2009, com o Brasil completando a lista. Por um lado, temos a celebrar o fato de nosso país estar incluído nesse seleto grupo. Por outro, tomamos consciência do enorme desafio que temos adiante para aumentar a nossa competitividade e melhorar nossa posição neste ranking.

Figura 9 – Compartilhamento da participação de governo e de indústria no Setor Espacial

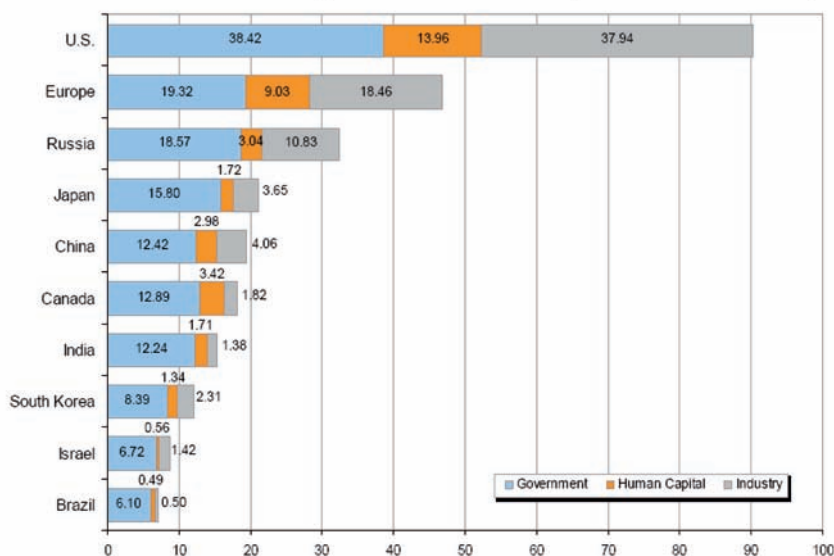


Fonte: Futron Corporation: Space Competitivity Index 2009.

A bissetriz do gráfico na figura 9 permite concluir que apenas Estados Unidos e Europa têm programas espaciais balanceados em termos de participação governamental e industrial. Em todos os demais países fica patente o subsídio governamental como sustentáculo maior de seus programas. Também nessa Figura, os raios dos círculos são proporcionais ao capital humano de cada país. Neste fator, o Brasil é competitivo apenas com Israel, perdendo para os demais.

A Figura 10 apresenta o índice de competitividade total dos dez países líderes. O caso brasileiro permite perceber a forte participação governamental (86% do índice), ficando os restantes 14% igualmente divididos entre capital humano e indústria. Esses resultados denunciam a urgente necessidade de investimentos na formação de recursos humanos e no desenvolvimento industrial do Setor.

Figura 10 - Índice de competitividade total dos países líderes no Setor Espacial.



Fonte: Futron Corporation: Space Competitivity Index 2009.

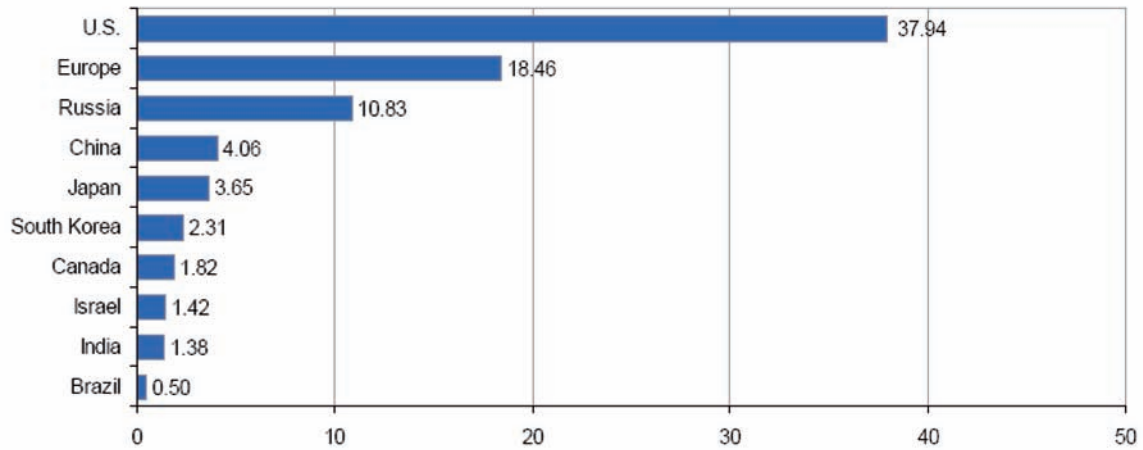
A Figura 11 põe foco no índice de competitividade industrial. Os Estados Unidos lideram com resultado 80 vezes superior ao nosso. Temos que evoluir com um fator de três vezes para melhorar duas posições no ranking, passando Índia e Israel, dois países que já têm capacidade de satelitização própria.

Por tratarmos de satelitização, apenas sete países aparecem na figura 12 por terem realizado lançamentos bem sucedidos de sistemas em órbita terrestre no período de 1999 a 2008. Na primeira metade desta década, Estados Unidos e Rússia compartilhavam a liderança. Nos últimos cinco anos, fica clara a liderança russa isolada, o que explica a preocupa-

ção do governo norte-americano no sentido de encontrar alternativas para realizar os lançamentos de satélites de seus programas espaciais.

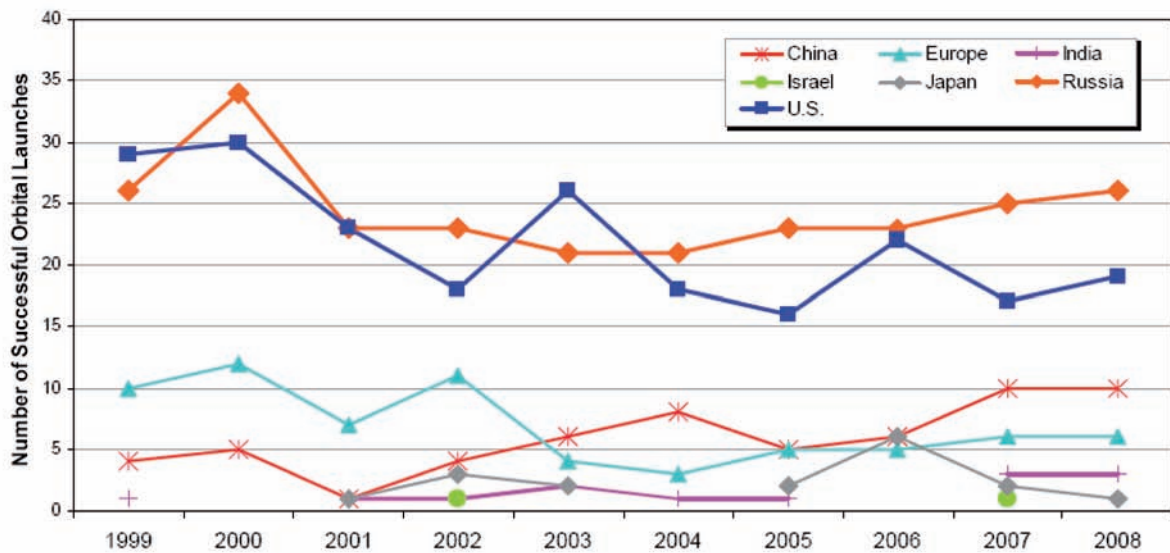
Os norte-americanos estão presentemente desenvolvendo veículos lançadores para competir nesse mercado nas seguintes empresas privadas norte-americanas: Boeing, SpaceX, Sierra Nevada Corporation e Blue Origin (Belfiore, 2007). Em decorrência dessa estratégia, a NASA fica liberada da satelitização em órbita terrestre e pode dedicar-se a projetos espaciais de maior complexidade, envolvendo a Lua, Marte e outros corpos celestes.

Figura 11 - Índice de competitividade industrial dos países líderes no Setor Espacial.



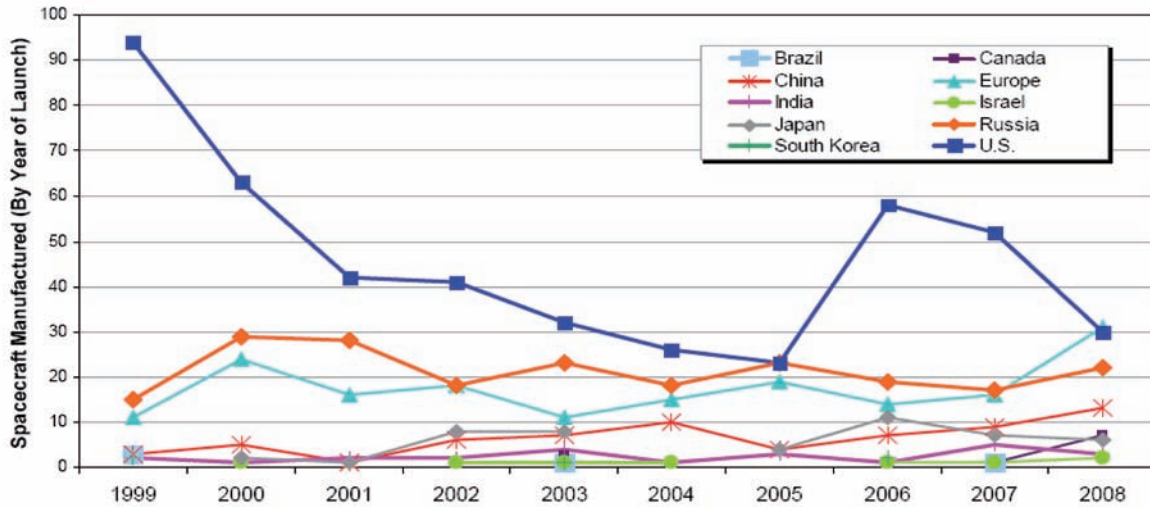
Fonte: Futron Corporation: Space Competitiveness Index 2009.

Figura 12 - Lançamentos orbitais bem sucedidos por países no período 1999-2008.



Fonte: Futron Corporation: Space Competitiveness Index 2009.

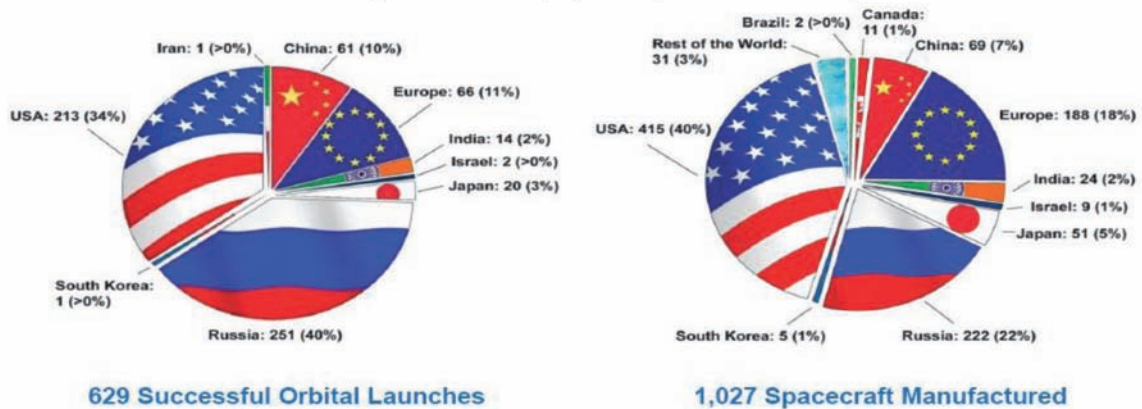
Figura 13 - Sistemas espaciais fabricados por países no período 1999–2008.



Fonte: Futron Corporation: Space Competitvity Index 2009.

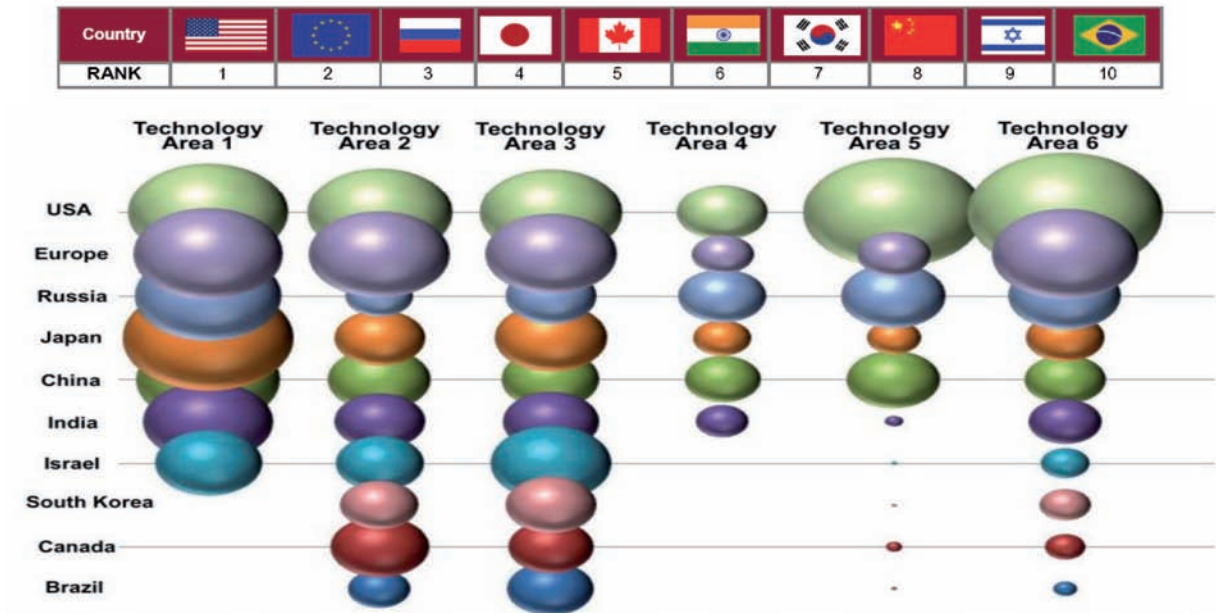
Na Figura 13, Brasil, Coreia do Sul e Canadá voltam a integrar o grupo de países destacados na figura 12, desta feita graças à capacidade de fabricarem sistemas espaciais, embora não possuam ainda capacidade própria de satelitização. É positivo observar esse reconhecimento da capacidade nacional por fonte independente. Porém, questiona-se a evolução dessa capacidade, dada a pequena quantidade de sistemas fabricados e integrados em nossos laboratórios e indústrias e o longo prazo para que isso viesse a acontecer. Como manter ativas equipes especializadas e infraestrutura com tão baixa escala de produção?

Figura 14 – Participação dos países no Setor Espacial na década 2000–2009.



Fonte: Futron Corporation: Space Competitvity Index 2010.

Figura 15 – Competitividade Geral e Tecnológica do Setor Espacial.











Fonte: Futron Corporation: Space Competitivity Index 2010.

O relatório da Futron de 2010 atualiza e avança na análise do desempenho e competitividade do Setor Espacial. A Figura 14 atualiza e resume a informação das Figuras 12 e 13 relativas a 2009. Quanto a lançamentos orbitais bem sucedidos, o período de 2000 e 2009 computa um número total de 629, com a liderança russa. Pela primeira vez são incluídos no grupo de países com essa capacidade a Coreia do Sul e o Irã. Quanto à fabricação de sistemas espaciais no mesmo período, a liderança é norte-americana. Contabiliza-se nesse indicador um total superior a um milhão de sistemas, dois dos quais produzidos no Brasil.

A Figura 15 traz informação nova relativa à competitividade no Setor Espacial. Continua apresentando o Brasil na décima posição como potência setorial, mas detalha os níveis de capacidades de cada um dos países distribuídas em seis áreas tecnológicas. O resumo executivo desse relatório da Futron não fornece mais detalhes, mas fica sugerido o convite a uma pesquisa mais aprofundada dessa fonte de informações.

A figura 16 confirma a presença do Brasil na última posição entre as dez mais importantes potências espaciais do planeta, mas traz um alerta: nosso país está perdendo competitividade para o nono colocado (Israel). Ações gerenciais urgentes são requeridas para reverter essa tendência, sob pena do Brasil não figurar mais nos futuros relatórios setoriais.

Figura 16 – Variação na competitividade espacial no último ano.

	 Brazil	 Canada	 China	 Europe	 India	 Israel	 Japan	 Russia	 S. Korea	 USA
Brazil	0.00					+0.73				
Canada		0.00							-2.58	
China			0.00		+3.23					
Europe				0.00				-3.36		
India		+2.90			0.00					
Israel	-0.73					0.00				
Japan				+3.22			0.00			
Russia								0.00		+2.34
S. Korea							-1.20		0.00	
USA			-4.55							0.00

Fonte: Futron Corporation: Space Competitivity Index 2011.

A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) para 2012-2015, documento patrocinado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) com a participação da AEB, prevê a participação, entre outras novidades, da iniciativa privada na produção de satélites. Dentre os objetivos visados pela Estratégia está “atender as demandas nacionais por satélites de telecomunicações, de observação da Terra, de meteorologia e para missões científicas e tecnológicas, com domínio de tecnologias críticas e aumento da indústria nacional no Programa Espacial Brasileiro (BRASIL, 2012, p. 67).

A proposta inclui a criação do Conselho Nacional de Política Espacial (CNPES), órgão de assessoramento superior do Presidente da República, para a formulação e implementação da política espacial brasileira. Nesse novo arranjo, a Agência Espacial Brasileira (AEB) teria por missão apoiar, técnica e administrativamente, as atividades do Conselho, exercendo o papel de braço executivo. A ideia é replicar a forma de gestão do programa do Satélite Geoestacionário Brasileiro (SGB) – em que um comitê diretor composto pelo MCTI, MD, Ministério das Comunicações e Telebrás aprova planos, orçamentos e cronogramas para a construção do equipamento e é o responsável final pela operação do sistema.

Satélites da classe SGB, que visam atender a demandas militares e ao Plano Nacional de Banda Larga (PNBL), estão sendo construídos por uma parceria entre a Telebras, representando os Ministérios da Defesa e das Comunicações, e a Embraer. Esta parceria inaugura a atuação do grupo Em-

braer no Setor Espacial, permitindo atrair outros parceiros à medida que o programa evoluir. Procura-se, assim, construir uma Parceria Público-Privada (PPP) no Setor, com a orientação normativa do Governo e execução ágil a cargo de empresas privadas. A expectativa é de que esse modelo de gestão possa acelerar o progresso do Setor, aumentando a competência nacional na execução de programas espaciais de alta complexidade e estimular a formação de recursos humanos especializados e a competitividade da BID Aeroespacial.

Para concluir a discussão do ambiente econômico e de mercado deste artigo, vamos examinar agora os principais programas industriais em andamento de interesse do Poder Aeroespacial Brasileiro.

2.3 Principais Programas em Andamento

Em consonância com a END e o PEMAER, o COMAER lançou o Plano de Articulação e Equipamento da Aeronáutica 2009–2031 (PLAER). Segundo este Plano, deverão ser executados ao longo de sua validade mais de duas centenas de projetos, muitos dos quais envolvendo a BID Aeroespacial, em atendimento à diretriz de “buscar o fortalecimento da Indústria Aeroespacial e de Defesa Brasileira”.

O Poder Aeroespacial é exercido, como já disposto neste artigo, pelo emprego de diversos sistemas aéreos e de solo, utilizados por recursos humanos especializados e treinados em suas operações. Esses sistemas podem ser classificados de acordo com os seus propósitos finalísticos e são agrupados normalmente em tipos de aviações que executam de-

terminados tipos de missões aéreas, espaciais ou de defesa.

No sentido de dotar a FAB de sistemas militares para que esta possa cumprir a sua missão constitucional de garantir a soberania de espaço aéreo brasileiro, segue-se lista dos principais programas de aquisição, pesquisa e desenvolvimento (P&D) em andamento no âmbito do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), do Comando-Geral de Operações Aéreas (COMGAR) e demais segmentos do COMAER. Para cada programa, procuramos indicar a fase do Ciclo de Vida (DCA 400-6) em que se encontra e as indústrias nacionais encarregadas de liderar a sua execução.

Aviação de Combate

- » FX-2 – fase de definição (importação e transferência de tecnologia)
- » AL-X – fase de produção/utilização (Embraer)
- » F-5M – fase de produção (Embraer)
- » A-1M – fase de desenvolvimento (Embraer)

Aviação de Transporte e de Reabastecimento em Voo

- » VC-X – fase de utilização (Embraer)
- » C-97 – fase de utilização (Embraer)
- » C-99 – fase de utilização (Embraer)
- » C-105 – fase de utilização (importação e transferência de tecnologia)
- » KC-X – fase de desenvolvimento (Embraer)
- » KC-X2 – fase de viabilidade (importação e transferência de tecnologia)

Aviação de Patrulha

- » P-3AM – fase de implantação (importação)

Aviação de Asas Rotativas

- » H60L BlackHawk – fase de utilização (importação)
- » AH-2 Sabre – fase de utilização (importação)
- » H-XBR – fase de produção/implantação (Helibras)

Aviação de Busca e Salvamento (SAR)

- » SC-105 – fase de utilização (importação e transferência de tecnologia)

Aviação de Reconhecimento, Controle e Alarme

- » E-99 – fase de utilização/modernização (Embraer)
- » R-99 – fase de utilização/modernização (Embraer)

Sistemas de Armas

- » MAA-1A – fase de produção/utilização (Mectron)
- » MAA-1B – fase de desenvolvimento (Mectron)
- » MAR – fase de desenvolvimento (Mectron)
- » A-DARTER – fase de desenvolvimento (Avibras/ Optoeletrônica/ Denel)
- » MSA – fase de aquisição (importação)

Radar Embarcado

- » Scipio – fase de desenvolvimento (Mectron)

Veículos Aéreos Não Tripulados

- » P&D – fase de desenvolvimento (DCTA)
- » Hermes 450 – fase de utilização (importação)

Controle do Espaço Aéreo (SISCEAB)

- » Radares – fase de desenvolvimento e aquisição
- » Equipamentos de Solo – fase de aquisição
- » Software – fase de desenvolvimento (Atech)
- » AGDLIC
- » AMHS
- » DA/COM
- » OPMET
- » SIGMA
- » STA/SOPM
- » SISTRASAG
- » VESP
- » VTER
- » WEBMET

Foguetes de Sondagem

- » VS-30 – fase de desenvolvimento (DCTA)
- » VS-30 Orion – fase de desenvolvimento (DCTA)
- » VSB-30 – fase de produção/utilização (DCTA)
- » VS-40 – fase de desenvolvimento (DCTA)

Veículos Lançadores de Satélites

- » VLS-1 – fase de desenvolvimento (DCTA)
- » VLM – fase de desenvolvimento (DCTA)

Satélites

- » SGB – fase de viabilidade (MD)
- » SARA – fase de desenvolvimento (DCTA)

Como destaques do PLAER, o COMAER ressalta o relacionamento com empresas nacionais como Embraer, Helibras, Equipaer, Ares, Atech, Avibras, Aeroeletrônica, Optoeletrônica, Mectron, Orbisat, Britanite, Akaer e outras. Outro grande destaque do Plano é o projeto do KC-X (EMB KC-390) com a Embraer. Para esse projeto, o COMAER celebrou em 2009 o contrato de desenvolvimento de dois protótipos por R\$ 4,19 bilhões. Recentemente, a empresa revela já contar com 60 intenções de compra por parte das Forças Aéreas de seis diferentes países — com 28 unidades solicitadas pela FAB — e uma perspectiva de mercado dez vezes superior às intenções já manifestadas. Esse projeto tem potencial comercial para revelar-se como o maior já desenvolvido pela empresa em toda a sua história.

Outra diretriz do PLAER é “alcançar a excelência no controle do espaço aéreo através do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) — sistema dual (civil e militar) de características singulares em termos mundiais”. Para isso, o COMAER está realizando estudos para desenvolvimento do Sistema SAGITARIO, acrograma de Sistema Avançado de Gerenciamento de Informações de Tráfego Aéreo e Relatório de Interesse Operacional, por meio da Atech. Além disso, estudos estão em andamento para lançar o Sistema Brasileiro de Vigilância (SISBRAV), com base em satélites, integrando atuais e futuros sistemas da Defesa Nacional.

Integram o SISBRAV, segundo os planos atuais, os seguintes sistemas:

- SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia,
- SISDABRA – Sistema de Defesa Aérea Brasileiro,
- SISGAAZ – Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul, e
- SISFRON – Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras.

O SISBRAV será a mais poderosa ferramenta de monitoramento dos nossos espaços territoriais terrestres, navais, aéreos e espaciais. Além disso, criará uma infraestrutura de integração entre as Forças Armadas, provendo meios de interoperacionalidade estabelecidos pela END e os meios civis ligados à proteção da Amazônia. A Portaria nº 3.090-MD, de 11 de outubro de 2011, criou a Comissão para Acompanhamento da Implantação, Desenvolvimento e Transformação do SISGAAZ, do SISFRON e do SISBRAV. Esta Comissão deverá prever os sistemas baseados em solo, no ar e no espaço, a serem desenvolvidos com a participação da indústria nacional (Bartels, 2010).

Além do atendimento às necessidades do COMAER, a indústria aeroespacial brasileira está envolvida em programas e projetos para atender a outras Forças Armadas, entidades do Governo Brasileiro — com destaque para a AEB, ou para exportação de produtos para governos de outros países com os quais o Brasil possui acordos de cooperação. A seguir, destacamos os principais programas e projetos em andamento nos seus respectivos setores de aplicação.

Comando da Marinha

Aviões

- A-4M — fase de desenvolvimento (Embraer)

Sistemas de armas

- Exocet MM40 — fase de modernização (Avibras e Mectron)
- MAN-SUP — fase de desenvolvimento (Avibras, Mectron, Omnisys, Atech e Ares)

Helicópteros

- H-X BR — fase de produção (Helibras)

Veículos Aéreos Não Tripulados

- P&D — fase de desenvolvimento (IPqM)

Comando do Exército

Sistemas de Armas

- *ASTROS 2020 — fase de desenvolvimento (Avibras)*
- *MSS 1.2 — fase de produção (Mectron)*

Helicópteros

- *HX BR — fase de produção (Helibras)*

Radares de Solo

- *SABER M60 — fase de produção (Orbisat)*
- *SABER M200 — fase de desenvolvimento (Orbisat)*

Veículos Aéreos Não Tripulados

- *Minivant Watchgog — fase de utilização (Flight Technologies)*
- *P&D — fase de desenvolvimento (CTEx)*

Radar Embarcado

- *OrbiSAR-1 (Banda P e X) — fase de desenvolvimento (Orbisat)*

Agência Espacial Brasileira

- *Satélite LEO de Sensoriamento Remoto (classe 500kg) Amazônia 1 e 2 — fase de desenvolvimento (Atech, Cenic, Fibraforte, Mectron, Optoeletrônica e Orbital)*
- *Satélite LEO de Sensoriamento Remoto (classe 2.500kg) CBERS 3 e 4, em cooperação Brasil/China — fase de desenvolvimento (Aeroeletrônica, Cenic, Equatorial, Fibraforte, Mectron, Omnisys, Optoeletrônica e Orbital)*

Exportação

Aviação de Combate

- *ALX — fase de produção (Embraer)*

Aviação de Transporte

- *Legacy 600 — fase de produção (Embraer)*
- *EMB 170/190 — fase de produção (Embraer)*
- *Lineage 1000 — fase de produção (Embraer)*

Aviação de Reconhecimento, Controle e Alarme

- *EMB 145 – AEW&C — fase de desenvolvimento (Embraer)*

Sistemas de Armas

- *Astros II — fase de utilização (Avibras)*
- *MAR — fase de desenvolvimento (Mectron, Avibras e Cenic)*

Veículo Aéreos Não Tripulados

- *Falcão — fase de desenvolvimento (Avibras)*

A seguir, analisamos meios de infraestrutura da BID Aeroespacial Brasileira.

Infraestrutura Industrial

O Poder Aeroespacial mais influente do planeta foi idealizado e construído nos Estados Unidos da América, a partir dos fins da II Guerra Mundial. Duas pessoas, um militar e um civil, foram os responsáveis por esta proeza. O militar foi o general Henry “Hap” Arnold (1886–1950), então comandante-em-chefe da mais poderosa Força Aérea do conflito, a Força Aérea do Exército Norte-Americano. O civil foi o cientista húngaro de nascimento Theodore von Kármán (1881–1963), então professor do Instituto de Tecnologia da Califórnia (CALTECH).

A história da concepção e da construção desse Poder é descrita detalhadamente em diversas referências. Aqui destacamos os livros *The Wind and Beyond: Theodore von Kármán, Pioneer in Aviation and Pathfinder in Space* (O Vento e Além: Theodore von Kármán, Pioneiro na Aviação e Desbravador no Espaço, von Kármán e Edison, 1967), *Architects of American Air Supremacy* (Arquitetos da Supremacia Aérea Norte-Americana, Daso, 1997) e *Hap Arnold and the Evolution of American Airpower* (Hap Arnold e a Evolução do Poder Aeroespacial Norte-Americano, Daso, 2000).

A história é longa e interessante. Em benefício da brevidade, a estratégia adotada pela dupla nessa construção de poder pode ser resumida em três passos fundamentais, a saber:

1. *Busca do conhecimento — começou pela absorção dos conhecimentos desenvolvidos pelos cientistas alemães de aeronáutica e de foguetes na II Guerra;*

2. *Gestão do conhecimento — prosseguiu pela criação do escritório do cientista-chefe da Força Aérea para assessorar diretamente as autoridades militares no Pentágono; e*

3. *Construção do conhecimento — concluiu pela tenaz perseguição de tecnologias consideradas críticas para o Poder Aeroespacial à época.*

É interessante observar quais eram as tecnologias incipientes ou inexistentes em 1945 e, dentre elas, quais evoluíram para se transformar em realidade no mundo atual, mais de seis décadas depois:

- *Voo supersônico — túneis aerodinâmicos supersônicos e asas enflechadas;*
- *Aeronaves sem piloto;*
- *Novos motores — turbojato, turbo-hélice, turbofan, estatojato, pulsojato e foguete;*
- *Aeronaves com propulsão nuclear;*
- *Aeronaves sem cauda;*
- *Aerodinâmica — sensores e controle de camada limite;*
- *Radar;*
- *Aplicações do infravermelho;*
- *Aeronaves de asas rotativas (helicópteros); e*
- *Dirigíveis.*

Nenhuma dessas tecnologias pôde ser desenvolvida sem uma infraestrutura de suporte. O desenvolvimento de sistemas aeroespaciais que empregam essas tecnologias demanda a existência de centros de pesquisa e laboratórios, os quais demandam a capacidade de executar ensaios em voo e de certificar os produtos desenvolvidos. Somente com tal apoio, disponível por meios próprios da indústria ou fornecidos pelo Governo, pode a indústria aeroespacial prosperar comercialmente e ter sucesso nos mercados nacionais e internacionais. Nesses termos, esta seção é devotada à infraestrutura da BID Aeroespacial Brasileira.

2.4 Infraestrutura de Pesquisa e Desenvolvimento

É fácil verificar, se não pela clara percepção dos entes envolvidos, pelos resultados apresentados, que o Setor Aeroespacial Brasileiro apresenta-se bem estruturado no conjunto da BID. Tal situação não ocorre por acaso, mas pela própria essência de sua constituição, que foi concebida segundo um plano ousado e consistente, emulando no Brasil a dupla norte-americana Arnold e von Kármán. Em nosso caso, o militar foi o então coronel-aviador e engenheiro Casimiro Montenegro Filho, idealizador do atual DCTA, e o civil foi o professor norte-americano Richard Harbert Smith, primeiro reitor do ITA.

Alicerçado no trinômio Ensino (educação), Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Produção (indústria), o então Centro Técnico da Aeronáutica (CTA) teve como núcleo uma Escola de Engenharia, responsável por “promover, por meio da educação, do ensino, da pesquisa e da extensão, o progresso das ciências e das tecnologias relacionadas com o Campo Aeroespacial e a formação de profissionais de nível superior nas especializações de interesse do COMAER e do Setor Aeroespacial em geral”.

O plano do Professor Smith definia, ainda, a formação de outros Institutos, além do ITA, a serem criados, em um momento posterior, para atender à expansão das atividades do CTA nos campos da P&D, bem como para atender à coordenação e à cooperação do desenvolvimento técnico-industrial do país, assegurando o controle da qualidade dos produtos, conforme exigiam os requisitos de eficiência e segurança aeronáutica. Com o ITA formando “engenheiros competentes e cidadãos conscientes” desde 1950, o plano concebido pôde seguir adiante.

Com a formação de recursos humanos especializados em nível de graduação, em diversas especialidades de engenharia, a Força Aérea Brasileira reconheceu a importância de se preparar para ativar a futura indústria aeronáutica no país, criando, para isso, um instituto que fosse capaz de se encarregar da promoção e coordenação das atividades de pesquisas tecnológicas e desenvolvimento aeronáutico. Assim, o segundo Instituto do CTA a se instalar foi o Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD), criado em 1953, com o objetivo de estudar os problemas técnicos, econômicos e operacionais relacionados com a aeronáutica, cooperar com a indústria e buscar soluções adequadas às atividades da aviação nacional.

Foi no IPD que o projeto denominado IPD-6504⁴ veio a se tornar o embrião da moderna indústria aeronáutica brasileira, com o desenvolvimento do avião Bandeirante. Foram realizados milhares de desenhos e testes com equipamentos e trabalhadas 110 mil horas, jornada que envolveu uma equipe de 300 pessoas, chefiada pelo então tenente-coronel-aviador Ozires Silva, Engenheiro de Aeronáutica da Turma de 1962 do ITA.

O projeto do Bandeirante somente foi bem sucedido porque o IPD contava com vários laboratórios: túneis aerodinâmicos; bancadas para testes de motores e hélices; máquinas para testar estruturas aeronáuticas e trens-de-pouso segundo critérios estáticos, dinâmicos, de fadiga e de impacto; máquinas para produzir e testar materiais de emprego aeronáutico; e bancadas para testes de sistemas elétricos e

⁴ ano 1965 e número do projeto 04.

eletrônicos, dentre muitos outros componentes. O Instituto contava, também, com a capacidade de realizar ensaios em voo para confirmar as estimativas teóricas e, eventualmente, corrigir algo que tivesse escapado ao escrutínio dos pesquisadores. E em todos esses laboratórios era imprescindível a capacidade de se fazer medições de parâmetros, assegurando-se a qualidade dessas medições, de forma que, ao final, fosse possível atribuir um selo de qualidade à aeronave em desenvolvimento.

O projeto do Bandeirante e a subsequente criação da Embraer em 1969 para a produção seriada desse avião geraram duas novas necessidades: a de transferir conhecimento dos órgãos de pesquisa para a indústria e a de certificar os produtos da empresa. Para atender a esses dois objetivos, foi criado o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), visando fomentar e garantir a qualidade das empresas da cadeia produtiva aeronáutica, executando as atividades de Normalização, Metrologia, Certificação de produtos e de sistemas de gestão pela qualidade, Gestão da Propriedade Industrial e transferência de tecnologia, Coordenação Industrial e de Compensação Industrial (Offset).

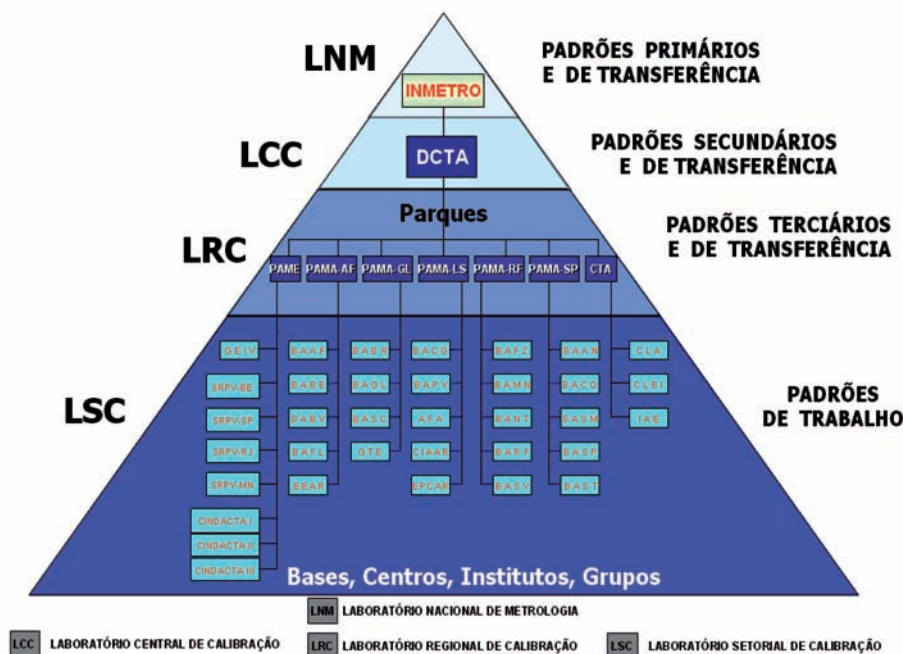
As atividades de certificação visam garantir a operacionalidade, a segurança e a disponibilidade dos sistemas e materiais de emprego pela FAB. Possuir a capacidade de certificação permite reduzir drasticamente o prazo de desenvolvimento do produto e os custos de exportação, colocando o produto brasileiro em condições de igualdade com os competidores internacionais. A redução do preço final do produto e do time to market são elementos fundamentais para garantir a competitividade dos produtos da indústria nacional. Por esta razão, a capacidade de certificação é estratégica para a BID, devendo ser permanentemente apoiada em termos de materiais e de recursos humanos.

Poucos são os países que possuem tal capacidade reconhecida internacionalmente (DRUMOND, 2004). O Brasil está, desde 1971, nesse seleto grupo. Essa capacidade fica completada com o reconhecimento obtido, em 2004, de nossa Escola de Ensaios em Voo, uma das poucas do planeta inserida no Instituto de Pesquisas e Ensaios em Voo (IPEV), mais recente organização da estrutura do DCTA.

A capacidade de certificação está suportada pelo Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO), relacionado à metrologia, normalização, qualidade industrial e avaliação de conformidade, do qual o IFI é organização acreditada. Como parte do SINMETRO, o COMAER desenvolveu o Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA), cuja estrutura é descrita na Figura 17. O SISMETRA tem início no Laboratório Nacional de Metrologia (LNM), da estrutura do Inmetro, com seus padrões primários; passa pelos Laboratórios Centrais de Calibração (LCC); pelos Laboratórios Regionais (LRC); e pelos Laboratórios Setoriais (LSC), com seus padrões de medida de transferência secundário, terciário e de trabalho, respectivamente. Dessa forma, toda a estrutura de P&D, de manutenção e emprego de sistemas aeroespaciais, incluindo as escolas de formação do COMAER, é parte integrante do SISMETRA.

Além do ITA, do IPD (hoje incorporado ao Instituto de Aeronáutica e Espaço – IAE), do IFI, e do IPEV, o DCTA conta com o Instituto de Estudos Avançados (IEAv) na sua estrutura executiva, com seus laboratórios de ótica, fotônica, eletromagnetismo, sensores e geointeligência. Como resultado de todo esse esforço de construção do Poder Aeroespacial, o DCTA conta hoje em seus institutos com mais de uma centena de laboratórios, 20% deles integrados ao SISMETRA.

Figura 17 – Estrutura do Sistema de Metrologia Aeroespacial (SISMETRA).



Fonte: IFI (2011).

Um dos resultados importantes para a infraestrutura da BID foi a elaboração do CESAER (Catálogo de Empresas do Setor Aeroespacial). Este Catálogo, produzido pelo IFI, registra dados das empresas nacionais diretamente relacionadas ao Setor Aeroespacial. Na fase atual, estão contempladas as fabricantes de aeronaves, foguetes de sondagem, veículos lançadores, satélites, simuladores, equipamentos de apoio em solo, equipamentos de radionavegação e/ou comunicação, de sensoriamento e de sistemas de defesa, assim como suas partes, peças, componentes separados, conjuntos, subconjuntos, sistemas, acessórios, ferramental, ferramentas especiais, gabaritos, instrumentos, software e hardware, ensaios e testes, tratamentos superficiais e térmicos. O CESAER registra atualmente 292 empresas e encontra-se disponível na rede mundial pelo elo eletrônico www.ifi.cta.br/produtos_cesaer_info-cadastro.php, não existindo versão impressa desde 1997.

Completam o portfólio de serviços públicos providos pelo IFI cursos de preparação de pessoal de certificação, auditoria e ensaios não destrutivos e aqueles serviços que decorrem de seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT). Esses serviços serão descritos na próxima seção deste artigo.

Até recentemente, o IFI se encarregava da certificação de sistemas aeronáuticos civis, militares e espaciais. Com a criação do Ministério da Defesa, em 1999, e a ativação da

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em 2005, foi transferida a essa Agência a responsabilidade pela certificação de sistemas aeronáuticos civis, em processo transitório já completado. Portanto, no que se refere à BID, o órgão central de certificação continua sendo o IFI.

A certificação em nosso país segue os ditames dispostos nos Regulamentos Brasileiros da Indústria Aeroespacial (RBIA). Eles resultam da compilação de procedimentos gerados e comprovados por órgãos congêneres dos Estados Unidos, Europa e Ásia, além da própria experiência brasileira acumulada nas últimas quatro décadas.

Completam a infraestrutura do Poder Aeroespacial as capacidades das organizações militares e civis (universidades, institutos de P&D e associações) que atuam com tecnologias associadas ao aerospaço e defesa. Como órgãos representativos de interesse da BID, além da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), incluímos como parte da infraestrutura nacional a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), no seu Departamento de Indústria de Defesa (COMDEFESA). Segundo a FIESP, “a indústria aeroespacial é caracterizada como estratégica por integrar atividades multidisciplinares, gerando alta tecnologia e emprego de capital humano especializado. Além de impulsionar outros setores, melhorando a qualidade dos produtos em suas cadeias produtivas por meio da incorporação de

procedimentos de inovação e tecnologias sensíveis, estimulando a independência de importação e possibilitando maior penetração no mercado de exportação. Sendo assim, este é considerado um setor chave para o desenvolvimento do País, e necessita de políticas de apoio bem definidas a fim de tornar forte e notável a indústria aeroespacial nacional”.

Outro órgão representativo que compõe a nossa infraestrutura organizacional setorial é a Associação Aeroespacial Brasileira (AAB), com sede em São José dos Campos (SP). Recentemente, a AAB emitiu o documento A Visão da AAB para o Programa Espacial Brasileiro (AAB, 2010), onde está disposta a posição política da Associação a respeito do desenvolvimento, fabricação e lançamento de satélites, com a participação da indústria nacional, entre outros temas.

2.5 Evolução Desejada

Segundo as diretrizes do Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica (DCA 400–6), a fase de P&D completa-se com a aprovação da certificação do produto desenvolvido junto à indústria e prossegue com o recebimento do mesmo pelo cliente. A certificação deve ser entendida como a confirmação pela autoridade competente de que o produto foi desenvolvido e produzido em conformidade com os requisitos aplicáveis estabelecidos pela referida autoridade. Durante o desenvolvimento de um novo produto aeroespacial e de defesa, executam-se tarefas de engenharia de concepção, projeto, análise e teste de sistemas.

Da concepção à análise, requer-se apoio computacional sempre crescente, incluindo-se as recentes tecnologias de realidade virtual. Portanto, toda ação gerencial voltada ao crescimento da capacidade brasileira para efetuar cálculos e produzir imagens com rapidez e eficiência convergirá na direção de fortalecer a BID Aeroespacial. As necessidades de hardware e software são sempre crescentes, assim como sempre mais exigentes são os clientes dos sistemas finais produzidos na indústria e postos em operação militar. Em termos de Tecnologia da Informação (TI), diz-se, em consequência da dinâmica setorial, que o estado da arte nunca se estabelece, sendo rapidamente levado à obsolescência.

Na fase de desenvolvimento, vale a máxima de que os custos de ensaios em voo são uma ordem de grandeza superior aos de laboratórios em solo, e de que os custos laboratoriais no solo são uma ordem de grandeza superior aos custos de simulações computacionais. Assim, reduzir os custos gerais de desenvolvimento requer estratégias que enfatizem simulações computacionais, ensaios em solo e ensaios em voo, nesta ordem, maximizando as opções mais baratas.

Porém, por mais que possamos investir em simulação, jamais poderemos abrir mão de ensaios em laboratórios e de en-

saaios em voo, por força dos requisitos de certificação. Em outras palavras, por mais que o desempenho do A–380 tenha sido demonstrado em simulações computacionais ou em ensaios no solo, não se pôde abrir mão de realizar ensaios de flutter em voo, levando o maior avião de transporte comercial do mundo a mergulhar com velocidades equivalentes a 0,96 em termos de número de Mach.

No Brasil, há uma enorme carência de grandes laboratórios de suporte ao desenvolvimento de sistemas aeroespaciais e de defesa. Nosso maior túnel aerodinâmico, por exemplo, é da classe capaz de testar aviões como o Bandeirante e nada além disso. Desde a década de 1990, ensaios de desempenho de aeronaves da Embraer, por exemplo, foram feitos no exterior, externalizando recursos de desenvolvimento e deixando de internalizar conhecimentos e equipamento de testes adequados a tais sistemas no Brasil. O projeto do túnel transônico e supersônico (TTS) do IAE não progrediu desde o final dos anos de 1990.

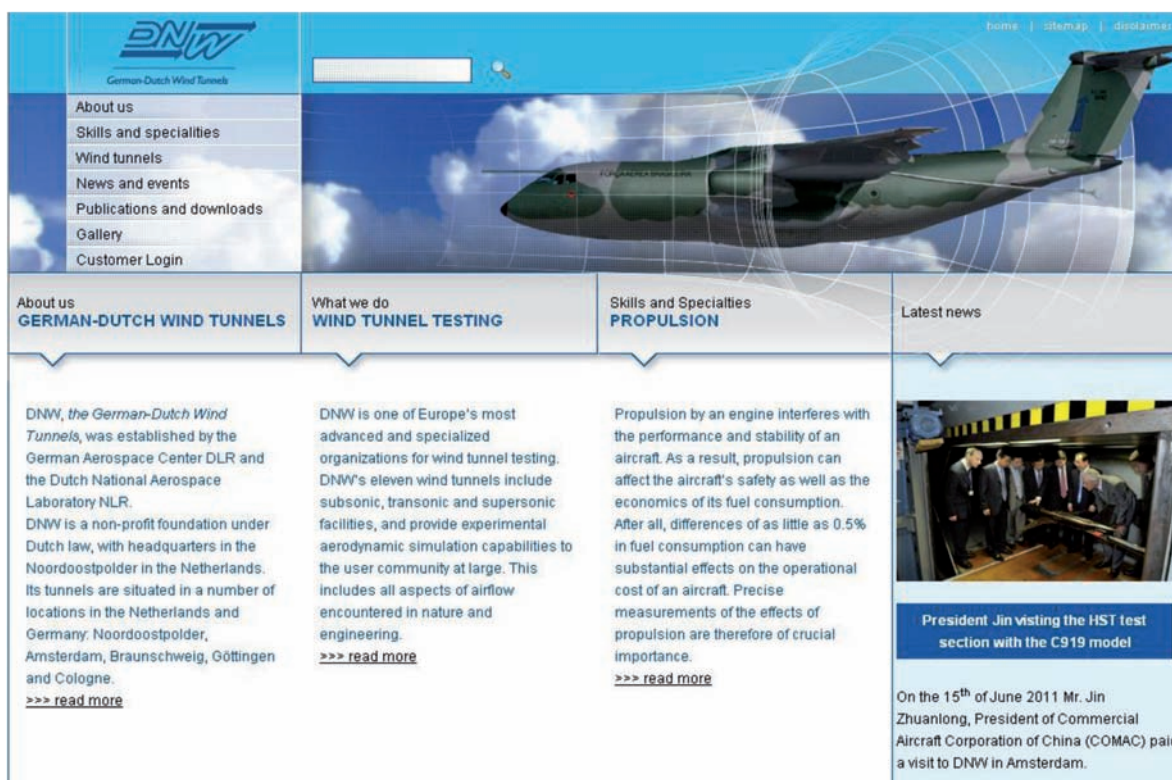
Em contraste, os países mais desenvolvidos no Setor Aeroespacial dispõem de grandes laboratórios estatais e privados capazes de apoiar todos os seus projetos. Nos Estados Unidos, além dos laboratórios das próprias indústrias, dos institutos de P&D e de universidades, existem vários centros de pesquisa da NASA com instalações adequadas para esses testes. Cita-se aqui, apenas como exemplo, o maior túnel aerodinâmico do planeta, localizado no NASA Ames Research Center, em Mountain View, California (www.nasa.gov/centers/ames/home/index.html). Na Rússia, viemos a conhecer os Laboratórios Centrais de Máquinas (entenda-se Aeronaves; Tsniimash new.tsniimash.ru), Aerohidrodinâmica (TsAGI; www.tsagi.com) e Motores Aeroespaciais (TsIAM; www.ciam.ru), capazes de apoiar o desenvolvimento de qualquer sistema de interesse — note-se o realce no pronome indefinido qualquer. Situação semelhante é verificada na Europa, encontrando-se grandes laboratórios na França, Inglaterra, Alemanha e Holanda. Os sucessos industriais da EADS e demais empresas europeias do Setor Aeroespacial são devidos, em grande parte, à existência desses laboratórios.

No Brasil, laboratórios da classe indicada simplesmente não existem, são obsoletos ou inadequados aos projetos atuais e futuros. Recentemente, vimos recursos do contrato de desenvolvimento do KC–X (KC–390) do COMAER junto à Embraer serem investidos em testes aerodinâmicos realizados na Alemanha/ Holanda. Conforme disposto na figura 18, o nosso mais avançado projeto de avião militar, ostentando o nome da Força Aérea Brasileira, encontrava-se em destaque, em dezembro de 2011, na página do laboratório europeu German–Dutch Wind Tunnels – DNW (www.dnw.aero/home.aspx). Vale uma reflexão sobre as razões de tais testes não estarem sendo realizados no Brasil.

Finalmente, em termos de infraestrutura, temos a lamentar a falta generalizada de centros de P&D industriais brasileiros. A indústria nacional típica é de origem multinacional, com sede no exterior, onde são levadas a cabo as tarefas de concepção e desenvolvimento em engenharia. Aqui em nossa terra, a indústria típica tem foco em produção e comércio. Empregos de qualidade para atrair e manter talentos criativos no Brasil são a exceção, não a regra.

É sabido que a BID Aeroespacial brasileira tem um perfil diferenciado da maioria das demais bases industriais estabelecidas no país. Isso resultou da cultura desenvolvimentista e integradora que deu origem ao atual DCTA. Muitos estudiosos atribuem exatamente a essa cultura o sucesso experimentado nos negócios do Setor. Neste sentido, vimos recentemente iniciativas da Boeing e da SAAB de estabelecer no Brasil centros de P&D, dizem, desacoplados dos interesses imediatos da competição pelo projeto FX-2.

Figura 18 – O projeto do avião KC-390 da Embraer em realce na página do DNW.



Fonte: www.dnw.aero/home.aspx, Acesso em dez. 2011.

O que se deseja, em resumo, é que a infraestrutura da BID evolua em três direções:

1. Manter e aprimorar as capacidades já conquistadas — o que já não é tarefa fácil, perante as dificuldades estruturais e conjunturais existentes;
2. Estabelecer novos laboratórios nacionais — que sejam adequados aos projetos em desenvolvimento e planejados a ocorrer no futuro; e
3. Incentivar a criação de centros industriais de P&D — para fixar talentos e deslocar para a indústria o centro de gravidade da inteligência de desenvolvimento da BID.

A seguir, discutimos o cenário tecnológico e de inovação da BID, no sentido de completar o panorama deste artigo.



3. Ambiente tecnológico e de inovação

Ainda que a indústria nacional dos setores aeroespacial e de defesa possua considerável desenvolvimento tecnológico no nosso contexto regional, competindo em alguns nichos com sucesso, ela permanece enfrentando os desafios da competitividade global. Constantemente são importados materiais e sistemas de defesa usando o argumento da oportunidade, em virtude de se priorizar a aquisição menos onerosa e o resultado de curto prazo. Contudo, devem-se avaliar as consequências oriundas de escolhas desse tipo, considerando o enfraquecimento do país quanto à conquista da autonomia tecnológica, um objetivo mais importante, de maior impacto em intensidade e de longo prazo. Por essa razão, é prioritário que esse assunto esteja inserido com a ênfase necessária na agenda das políticas públicas setoriais.

Antes que nos coloquemos neste artigo a discutir tecnologia, inovação e temas correlatos, vale a pena observar que o Setor Aeroespacial tem algumas características singulares que merecem destaque. São elas:

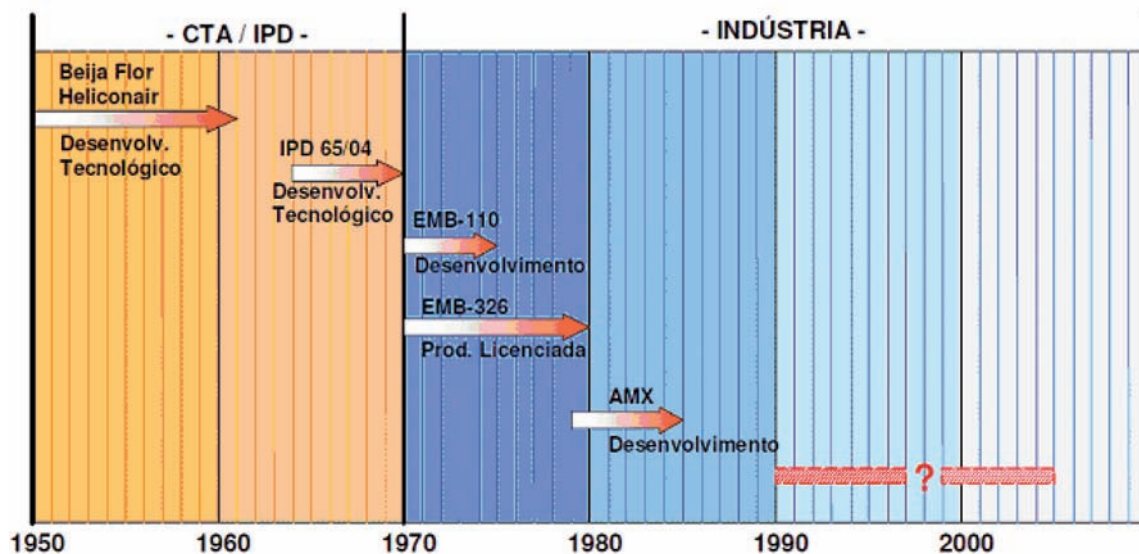
- *Parcerias estratégicas estabelecidas com companhias estrangeiras com vistas ao desenvolvimento conjunto de novos produtos;*

- *Controles e embargos internacionais como desafios a serem vencidos por meio das parcerias, da criatividade, inovação e geração de novos produtos de maior competitividade;*
- *Necessidade de proteção à indústria nacional estratégica pelo Governo, de forma a garantir o sucesso de start-ups de potencial competitivo;*
- *Uso inteligente e bem planejado de contrapartidas comerciais, industriais e tecnológicas (offsets), no sentido de melhorar a qualidade de nossas pesquisas e a competitividade de nossas indústrias;*
- *Emprego da dualidade, diversificação e escala de produção como instrumentos políticos e de planejamento para aumentar as possibilidades de sucesso de nossos produtos no mercado interno e para exportação;*
- *Necessidade de recursos humanos e financeiros em quantidade adequada aos projetos em andamento e a serem lançados no futuro;*

- *Infraestrutura de P&D adequada aos projetos dos sistemas em desenvolvimento, de forma a proteger os conhecimentos gerados no país;*
- *Qualidade assegurada por meio da certificação realizada no país dos sistemas desenvolvidos a partir de normas internacionais de amplo reconhecimento;*
- *Adensamento da cadeia produtiva, de forma a garantir uma linha de suprimento de qualidade e com alternativas redundantes; e*
- *Políticas públicas e legislações que suportem a BID de maneira a estimular criatividade, inovação e competitividade.*

A evolução da indústria aeroespacial brasileira deu-se em torno de desafios criados por plataformas tecnológicas. A figura 19 mostra os trabalhos pioneiros do antigo CTA/IPD (Beija-Flor e Bandeirante), levando à criação da Embraer, à produção licenciada no Brasil do avião EMB-326 (Xavante) e ao posterior projeto do avião de ataque AMX, juntamente com empresas italianas. Essas plataformas tecnológicas permitiram o desenvolvimento de capacidades nacionais e a absorção de tecnologias de parceiros mais avançados. Porém, esse modelo deixou de ser aplicado há duas décadas, gerando dificuldades na prática para tecnologias pré-competitivas. Como recuperá-lo ou apresentar alternativas que gerem os mesmos resultados a médio e longo prazo?

Figura 19 – Interrupção da sequência de plataformas tecnológicas da indústria aeronáutica



Fonte: AIAB (2011).

Conforme já apresentado neste estudo, as tecnologias do setor aeroespacial são classificadas em primeiro lugar de intensidade pela OCDE, no grupo de Alta Tecnologia. A intensidade tecnológica do setor manifesta-se tanto embutida nos produtos quanto nos processos requeridos para o desenvolvimento e produção industrial. Para chegar-se a inovações, tem-se que obrigatoriamente trabalhar todo o tempo na fronteira do conhecimento. Este domínio tecnológico é considerado primordial na demonstração do poder de uma Nação (BRANDÃO, 2005, e BARTELS, 2011).

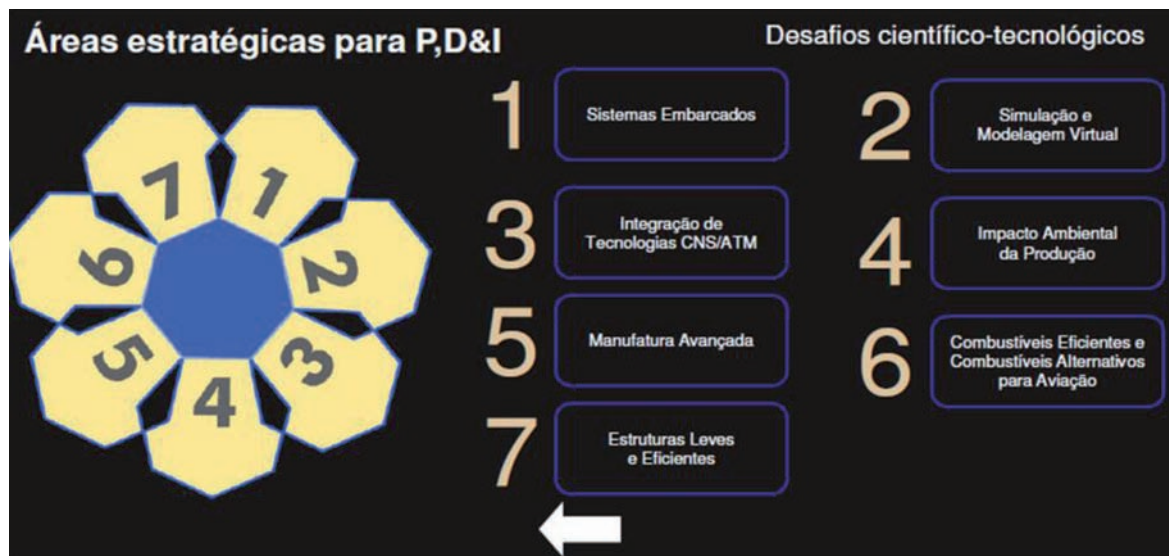
Conforme também apontado neste estudo, as tecnologias setoriais são compartilhadas pelos segmentos aeronáutico, espacial e de defesa. A razão disso é que a natureza impõe os mesmos princípios físicos em situações semelhantes, diferenciadas apenas pelas aplicações desses princípios. Nesta seção analisamos as tecnologias críticas para a BID Aeroespacial, a questão dos recursos humanos para enfrentar os desafios existentes e futuros, a questão da inovação e da transferência tecnológica e, finalmente, a questão das contrapartidas comerciais, industriais e tecnológicas (offset) em programas de aquisição e desenvolvimento de sistemas aeroespaciais e de defesa.

3.1 Tecnologias Críticas

Em 2003, após mais de um ano de consultas às comunidades científica, militar e industrial, foi feito o lançamento conjunto pelo Ministério da Defesa (MD) e pelo então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID). O documento Concepção Estratégica consolidou esse lançamento, com o detalhamento do Sistema e a identificação de 23 grupos de tecnologias considerados estratégicos para a Defesa Nacional (MD, 2003).

No final de 2007, a ABDI publicou o documento Estudo Prospectivo Setorial Aeronáutico – Relatório Geral, fruto de uma encomenda ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), resultado de um trabalho conjunto de Governo e Indústria conduzido por um Comitê Gestor. No referido documento foram estabelecidas as necessidades de P&D pré-competitivo da cadeia produtiva aeronáutica, cujos eixos principais constituíram as Áreas Estratégicas de PD&I, definidas pela Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) – Indústria Aeronáutica, lançada em maio de 2008, e dispostas na figura 20.

Figura 20 – Áreas tecnológicas estratégicas da indústria aeronáutica.



Fonte: ABDI (2007).

Com base nesses estudos já mencionados e adicionando contribuições de outras fontes, chegamos, para o propósito do presente artigo, à relação disposta a seguir de 36 grupos tecnológicos considerados críticos para a BID Aeroespacial. Na relação que se segue, empregamos a palavra aeronave em seu sentido lato, ou seja, abrangendo aeróstatos (balões e dirigíveis) e aeródinos (aviões, planadores, helicópteros, mísseis, foguetes e satélites).

1. Projeto de aeronaves de modo totalmente integrado em computador e sem uso de mock-ups físicos — Refere-se a todas as tecnologias de projeto integrado em computador (CAD, CAE, CAT, CAM e CIM), às tecnologias de realidade virtual para utilização de mock-ups eletrônicos das aeronaves em desenvolvimento e às tecnologias de modelagem e simulação. Essas tecnologias estão em contínuo aperfeiçoamento e em crescente integração.

2. Sistemas de comando de voo fly-by-wire — Refere-se às tecnologias que levam a sistemas de comando das superfícies de controle de aeronaves e/ou propulsores vetorados que sejam automatizados via sistemas de informação embarcados e levem em consideração a flexibilidade das estruturas. Permitem estabilizar e controlar aeronaves, aliviar a carga de controle, levando a voos mais confortáveis e seguros mesmo em condições atmosféricas adversas e com danos estruturais parciais resultantes de combates aéreos.

3. Fusão de dados em sistemas complexos — Refere-se às tecnologias de coleta, cruzamento, integração, interpretação e síntese de dados registrados em tempo real por todos os sensores embarcados ou já existentes em bancos de dados da aeronave. Esses dados fluem para os computadores de bordo e, via sistemas especialistas, são transformados em informações, as

quais, sob demanda da tripulação, podem ser utilizadas em tomadas de decisão em benefício da segurança, desempenho e conforto do voo, considerando todas as restrições aplicáveis.

4. Sistemas de navegação e ataque de aeronaves controlados digitalmente — Refere-se às tecnologias que permitem integrar a aeronaves militares sistemas de navegação e de ataque de última geração, alimentados pelas mais recentes centrais inerciais, sensores dos tipos satélite, radar, termal e visual, integrados digitalmente em computador de bordo a bancos de dados e sistemas especialistas, de forma a reduzir a carga de trabalho de pilotos e auxiliá-los em tomadas de decisão em tempo real em cenários dinâmicos e complexos.

5. Aeronaves do tipo alerta-radar (AWACS) — Refere-se às tecnologias que permitem integrar a aeronaves militares (tripuladas ou não tripuladas) sistemas com capacidades de vigilância, alerta em voo contra perigos potenciais e reais, comando, controle e gerenciamento de combate. O acrônimo AWACS (Airborne Warning and Control System) é traduzido em português por Sistema de Controle e Alerta Antecipado em Voo.

6. Radares de bordo para aeronaves — Refere-se às tecnologias associadas a radares de banda larga, radares a laser, sensores para identificação não cooperativa e radares de abertura sintética (Synthetic Aperture Radar – SAR) de pequeno tamanho que possam ser instalados a bordo de aeronaves militares. São itens críticos, insumos indispensáveis para os sistemas apontados anteriormente nesta lista, continuamente aperfeiçoados por seus fabricantes em virtude da permanente busca por melhores rendimentos operacionais.

7. Sistemas de radar meteorológico do tipo doppler — Refere-se às tecnologias relacionadas à integração em aeronaves militares de sistemas de radares para aplicações meteorológicas que tenham funcionamento no princípio pulso-doppler. Este princípio é moderno e associado à computação digital de bordo, acoplado a modernas técnicas de processamento de sinais digitais.

8. Sistemas de gerenciamento de programas internacionais de cooperação — Refere-se às tecnologias de gestão integrada de programas e projetos entre indústrias nacionais e seus parceiros estrangeiros. Em adição a especificidades legais dos países envolvidos, existem fluxos de dados e de informações técnicas entre os parceiros que requerem permanente atenção dos gestores para minimização de conflitos.

9. Dinâmica dos Fluidos Computacional (Computational Fluid Dynamics – CFD) — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas à modelagem e solução em computa-

dor das equações da aerodinâmica envolvendo variáveis, tais como massa específica, pressão, temperatura e três componentes da velocidade do fluido. Essas seis variáveis precisam ser determinadas de forma a permitir a estimativa de forças e momentos aplicados às aeronaves quando em voo, donde podemos extrair todas as suas características de desempenho.

10. Aeroacústica interna e externa — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas à compreensão dos mecanismos de geração, propagação e controle do som por meio do ar e das estruturas das aeronaves em voo, incluindo os efeitos de flexibilidade estrutural. O objetivo deste tema é buscar soluções tecnológicas para redução dos níveis de ruído no interior da fuselagem, incluindo tecnologias de anti-som, e no exterior da aeronave, de forma a atender a requisitos de certificação e minimizar identificação da aeronave por assinatura sonora.

11. Aeroservoelasticidade – Refere-se ao conjunto de tecnologias destinadas a integrar conhecimentos de aerodinâmica, dinâmica estrutural e servocontroles ativos em tempo real. O objetivo é desenvolver sistemas de controle por meio da movimentação de superfícies ou vetorização de fluxos de gases para ganhos em segurança de voo, redução de vibrações, redução da carga de controle e melhoria da qualidade de voo, mesmo com danos advindos de combate aéreo.

12. Perfis aerodinâmicos — Refere-se ao conjunto de tecnologias de CFD e experimentais em túneis aerodinâmicos utilizadas para o projeto das seções transversais das asas e empenagens (aerofólios) de forma a, entre outros objetivos, obter melhor sustentação e menor arrasto aerodinâmico. A evolução do tema tem permitido o projeto de novos perfis, com melhores indicadores de desempenho e menores consumo de combustível, indicadores estes protegidos pelas empresas que buscam tais soluções.

13. Controle aerodinâmico — Refere-se ao conjunto de tecnologias destinadas à investigação de possibilidades de melhoria do desempenho e do controle de voo por meio de sistemas microeletromecânicos (MEMS), sopro de jato de ar para controle de camada limite, atuadores piezoelétricos e outras técnicas que manipulam diretamente algumas características do escoamento em torno das aeronaves, como vórtices e turbulências.

14. Materiais Avançados — Refere-se ao conjunto de tecnologias necessárias para a pesquisa, desenvolvimento, qualificação, produção e emprego de novos materiais envolvendo matrizes poliméricas, metálicas, cerâmicas, de carbono ou híbridas, com diversos tipos de fibras reforçadoras. O objetivo a atingir nesta área é o de obter condições cada vez

mais vantajosas em termos de peso, absorção de energia eletromagnética, resistência mecânica estática, dinâmica, a impactos, à fadiga, à corrosão e a cargas térmicas e resistência à erosão pela submissão desses materiais a escoamentos química e eletromagneticamente reativos.

15. Estruturas aeroespaciais — Refere-se ao conjunto de tecnologias empregadas na evolução dos conceitos de projeto, emprego, inspeção, manutenção, reparo em tempo real e monitoramento de saúde de materiais em estruturas aeroespaciais. Espera-se que nas próximas décadas as indústrias avancem no emprego de novos materiais compostos (como a fibra de carbono) ou materiais híbridos como o GLARE em estruturas primárias, em substituição aos materiais metálicos atualmente em uso.

16. Motores aeronáuticos — Refere-se ao conjunto de tecnologias de componentes e de motores a jato, em busca de contínuo aumento de eficiência, baixa assinatura radar e redução de impactos ambientais. O interesse em motores mais limpos e silenciosos, resultantes de greener technologies é crescente. Melhores resultados são esperados com o emprego de novos materiais, como ligas de materiais metálicos, compostos, cerâmicos e híbridos, superligas metálicas para altas temperaturas e materiais nanoestruturados.

17. Motores foguetes — Refere-se ao conjunto de tecnologias de motores de propulsão líquida e seus componentes, como turbo-bombas, injetores, tubeiras e sistemas de controle, em substituição ou atuação simultânea com motores de combustível sólido hoje empregados. Demandará avanços em novos materiais metálicos e compostos, como também em tecnologias criogênicas.

18. Otimização multidisciplinar (Multidisciplinary Optimization – MDO) — Refere-se ao conjunto de tecnologias para combinação de análises e métodos de projeto de várias disciplinas para a otimização de sistemas de engenharia complexos e completos. Estão identificadas oportunidades para desenvolvimentos de técnicas de mapeamento e gestão do conhecimento, prototipagem de processos, colaboração eletrônica e web semântica.

19. Nanoeletrônica — Refere-se ao conjunto de tecnologias evolutivas de micro e nanoeletrônica que visam aperfeiçoar sistemas já existentes. Há progressiva redução no tamanho de transistores e correspondente aumento do diâmetro do wafers de silício, de forma a se obter chips que contenham mais de um trilhão de transistores. Isto trará a capacidade de supercomputação a praticamente qualquer dispositivo eletrônico a ser embarcado em aeronaves e ao desenvolvimento de chips militares de alto desempenho.

20. Sensores ativos e passivos — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas ao desenvolvimento, qualificação e integração a sistemas embarcados em aeronaves de sensores que recebam sinais de qualquer tipo (passivos) ou que ativamente emitam algum tipo de sinal e recolham respostas das emissões para fins de identificação e/ou coleta de inteligência sobre outras aeronaves (ativos). Inclui sensores que operam nas faixas ultravioleta, visível e infravermelho do espectro eletromagnético e outros sensores que operam nas faixas de frequências do espectro acústico.

21. Sensoriamento remoto — Refere-se ao conjunto de tecnologias que empreguem sensores dos mais variados tipos e redes de sinais geoespaciais de forma a permitir rastreamento preciso da posição de aeronaves em voo, potencialmente incluindo o controle remoto de aeronaves comerciais. Além disso, sensores embarcados em aeronaves poderão auxiliar pilotos a minimizar emissões de poluentes em todas as etapas de voo.

22. Meio ambiente — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas a estudos ambientais de alta resolução e previsão de características ambientais com alta acurácia (meteorologia de precisão). As preocupações em se obter dados precisos do aquecimento global fazem da atividade aérea uma excelente plataforma em tempo real para fornecimento de dados que levem a uma mais precisa previsão do tempo, da intensidade e do processo de mudança das condições climáticas. Há uma crescente preocupação com a poluição produzida pela atividade aeronáutica em altas altitudes e a sua interação com a camada de ozônio da atmosfera. Greener technologies estão na ordem do dia.

23. Sistemas integrados de produção — Refere-se ao conjunto de tecnologias do grupo CIM acrescidas de tecnologias de gestão e coordenação da produção, com a verificação da segurança e de emissões, a ergonomia do chão de fábrica, eficiência energética, informações e comunicações. Dentre elas, citamos: MEMS, prototipagem rápida, fabricação com forma livre, manufatura net-shape, que dispensa acabamento, processos fixtureless, que dispensam gabaritos, usinagem ultraveloz, usinagem e soldagem via laser, soldagem por atrito (friction stir welding), montagem inteligente, com usos crescentes de técnicas de robótica, manuseio de materiais flexíveis e remanufatura de produto para ciclos de vida fechados.

24. Sistemas de informação — Refere-se ao conjunto de tecnologias de hardware e software para aplicações aeroespaciais e de defesa. Dentre elas, citamos arquiteturas de computação paralela (integração de processadores heterogêneos e distribuídos, sistemas e periféricos dedicados, projeto de arquiteturas, desenvolvimento de algoritmos,

ferramentas, linguagens, compiladores, sistemas operacionais e debugadores), confiabilidade de software embarcado (aplicações em tempo real, tolerância à falha, ambientes e processos de geração automática de software), processamento de sinais (modelagem, simulação, técnicas de filtragem, processamento multidimensional adaptativo e de sinais de matrizes controladas por fases).

25. Inteligência de máquinas e robótica — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas à aquisição e à representação do conhecimento, inteligência artificial, sistemas especialistas, interface homem-máquina, sensores, atuadores, controladores e dispositivos mecânicos articulados e flexíveis para atuação em tempo real. Além de impactar processos produtivos na indústria, este conjunto de tecnologias é importante para o emprego de aeronaves não tripuladas (VANTs).

26. Controle de assinaturas — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas ao controle ativo ou passivo do sinal que aeronaves registram quando captadas por sensores externos a elas em todo o espectro de frequências conhecido. Incluímos aqui as assinaturas de sinal radar, termal, visual e acústico, bem como as formas de propagação desses sinais, particularmente das ondas acústicas, em meio ao ar e à água.

27. Fontes de energias renováveis — Refere-se ao conjunto de tecnologias que permitem o funcionamento por longo período de unidades móveis autônomas no solo ou em voo, a qualquer hora do dia ou da noite. Dentre as possibilidades conhecidas hoje se destacam as células combustíveis à base de hidrogênio, empregadas para a geração de energia, que produzem água como subproduto. Não estão descartadas outras opções, como a energia solar, desde que elas venham a demonstrar praticabilidade operacional.

28. Novos combustíveis — Refere-se ao conjunto de tecnologias que visam desenvolver e qualificar novos combustíveis para motores aeronáuticos. Os norte-americanos têm realizado pesquisas para atestar o desempenho e a segurança de combustível sintético de aviação, derivado do carvão mineral. Já os brasileiros pesquisam a utilização de biocombustíveis como soluções alternativas. Greener technologies, novamente.

29. Nanotecnologia — Refere-se ao conjunto de tecnologias que utilizam estruturas materiais de dimensões da ordem de milésimos de micra. Essas tecnologias poderão expandir o desempenho de qualquer dispositivo já criado pelo homem e permitirão a criação de novos dispositivos e processos em diversos setores da atividade humana. Em particular, poderão ter emprego no setor aeroespacial e de defesa. Permanecem dúvidas sobre como fabricar nanomateriais e como integrar as nano e macro escalas.

30. Hipervelocidade — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas a escoamentos de alta velocidade, no regime hipersônico — com números de Mach superiores a 5; e de meios propulsivos (scramjets) em conexão com a concepção, desenvolvimento e produção de aeronaves hipervelozes e de seus sistemas de proteção térmica. Nesse contexto, à aerodinâmica tradicional associam-se problemas de cinética química, interações moleculares, eletromagnéticas e de calor, requerendo maior integração de conhecimento.

31. Fotônica — Refere-se às tecnologias associadas a dispositivos que empreguem a luz como elemento sensor, condutor de informações ou condutor de potência. Dentre esses dispositivos estão aqueles baseados em fibra óptica, como sensores e redes de comunicação e de potência, dispositivos ópticos como diodos laser, moduladores, comutadores e interconectores, componentes e circuitos de óptica integrada. O uso dessas tecnologias em aeronaves poderá significar redução de peso e de potência elétrica consumida, com a substituição de sistemas fly-by-wire por sistemas fly-by-light.

32. Supercondutividade — Refere-se ao conjunto de tecnologias associadas ao desenvolvimento, processamento e aplicação de novos materiais que apresentem transição de condutividade em temperaturas cada vez mais elevadas, bem como a integração dos mesmos com dispositivos semicondutores para aplicações em micro e nanoeletrônica de interesse aeroespacial.

33. Biotecnologia — Refere-se ao conjunto de tecnologias da área biológica que podem ser adaptadas para emprego aeroespacial. Dentre elas citamos o uso de materiais naturais, fibras, enzimas, catalisadores, lubrificantes, aromáticos, biossensores, materiais orgânicos com propriedades eletro-ópticas, resinas e colas orgânicas estruturais, técnicas em biocorrosão, em biomímica, processos naturais e ambientais.

34. Segurança de voo — Refere-se ao conjunto de tecnologias que aprimorem o desempenho e investigação dos fatores humanos, operacionais e materiais para aumento da segurança de voo. Em torno de 80% dos acidentes aéreos ocorrem nas fases de pouso e decolagem, tendo o fator humano como principal causa. De dispositivos de proximidade e sensores para bagagem a subcomponentes de aeronaves, todos serão continuamente aperfeiçoados visando alertas de perigo e falha. Mesmo acidentes por sabotagem e más condições atmosféricas serão mais facilmente investigados.

35. Ergonomia e conforto — Refere-se ao conjunto de tecnologias dedicadas a reduzir a carga de trabalho e o nível de stress das tripulações, das equipes de manutenção de aeronaves e dos passageiros. Vários confortos de cabine

estão previstos para acontecer e serem incluídos em projetos aeronáuticos em curto prazo: desde telefonia e Internet não interferente com os sistemas eletromagnéticos de bordo e assentos auto ajustáveis aos corpos dos passageiros a toilettes equipadas com sistemas de check-up de saúde do usuário.

36. Assertividade humana — Refere-se ao conjunto de tecnologias destinadas a possibilitar melhores projetos de interfaces entre seres humanos e máquinas, dado o crescente ritmo da automação de sistemas e da reação das pessoas a mudanças. Este tema começou a ser considerado mais seriamente quando da transição dos displays analógicos para os de cristal líquido (glass cockpit) na cabine de pilotagem. Tema multidisciplinar por natureza, envolve treinamento e desenvolvimento (T&D) de pessoas, tomada de decisão e adentra a Psicologia, as relações humanas e a administração por competências.

Estudos mais aprofundados, de maior profundidade e abrangência, são requeridos para uma ampliação e consolidação de conhecimentos sobre esses 36 grupos tecnológicos críticos.

3.2 Recursos Humanos

A importância do capital humano já foi ressaltada neste artigo. Sabe-se que há um grande déficit de profissionais especializados nas áreas de tecnologias sensíveis no Brasil. Além disso, organizações de P&D, como o DCTA, sofrem com a perda de pesquisadores para a iniciativa privada e por motivo de aposentadorias, sem a competente e oportuna renovação.

Há aproximadamente uma década, apenas o ITA formava recursos humanos totalmente dedicados a temas aeroespaciais, tanto em nível de graduação (engenheiros), quanto de pós-graduação (especialistas, mestres e doutores). Atualmente, a formação em graduação realiza-se também em outras universidades pelo país, como é o caso da USP e da UFMG. Continua, porém, a demanda por profissionais especializados no Setor Espacial. Como forma de diminuir essa lacuna, o ITA lançou em 2010 o curso de Engenharia Aeroespacial e pratica o mestrado profissional em Engenharia Aeroespacial.

Algumas empresas da iniciativa privada que carecem de engenheiros aeroespaciais firmaram parcerias com o ITA no sentido de investir na formação e especialização de seus profissionais. Os resultados têm sido positivos, pois as empresas ganham em qualidade e o ITA amplia suas atividades de formação. A iniciativa do ITA é de extrema importância e indispensável. Mas há necessidade de adoção de medidas para atender em maior escala e sustentar a demanda por formação no mercado.

É imprescindível que cada país tenha uma base científica forte e estruturada em atividades de P&D e Inovação. Por meio de universidades e centros de pesquisa, os conhecimentos adquiridos são acompanhados pelo Estado e repassados às indústrias. Dessa forma, com apoio e troca mútua de conhecimentos, são criadas as possibilidades para o Setor Aeroespacial e de Defesa se desenvolver de forma geral, com a participação produtiva da indústria nacional.

Mesmo que venham a existir recursos financeiros para apoiar todos os programas de aquisição e P&D requeridos pelo Poder Aeroespacial, é bastante possível que venhamos a ter dificuldades ou mesmo experimentar fracassos na indústria devido ao apagão de mão de obra especializada. Embora profissionais de várias formações sejam necessários ao esforço de concepção, desenvolvimento e produção de sistemas aeroespaciais e de defesa, estamos aqui fazendo referência explícita à falta de engenheiros e de técnicos especializados para a condução dos trabalhos requeridos.

Situação semelhante a esse cenário foi encontrada pela Embraer há cerca de uma década, quando a empresa viu crescer enormemente a sua carteira de pedidos sem encontrar no mercado, tanto no Brasil como no exterior, os engenheiros em quantidade e especialidade necessárias. A solução, nesse caso em particular, foi instituir o Programa de Especialização em Engenharia (PEE), destinado a dar formação aeronáutica a engenheiros de outras especialidades. Atualmente, esse programa transformou-se em mestrado profissional no ITA, o que constitui um caso de sucesso no âmbito restrito de Treinamento e Desenvolvimento (T&D) industrial.

Embora uma solução local tenha sido encontrada para a Embraer, ela não possui caráter geral, e as raízes do problema permanecem as mesmas. Há falta de engenheiros no mercado e há falta, em particular, de engenheiros com formação em especialidades que os habilitem a trabalhar com sistemas aeroespaciais — aeronáuticos, espaciais e de defesa. Simplesmente tentar transformar engenheiros já formados em alguma especialidade em engenheiros capazes de atuar em tais sistemas aeroespaciais soa como puxar um cobertor curto para cobrir uma parte do corpo, deixando outra descoberta.

É fato sabido que o Brasil forma apenas a metade dos engenheiros de que precisa (cerca de 80 mil por ano), que apenas pequena parcela dos estudantes de Engenharia concluem o curso (da ordem de 10 a 20%), que o tempo de formação se alonga em consequência desse atrito (chegando a nove anos ou mais), que cerca de dois terços dos engenheiros formados tiveram formação com qualidade aquém da mínima desejável e que, finalmente, apenas um

terço dos engenheiros formados acaba efetivamente trabalhando em Engenharia. Em resumo, precisamos melhorar a qualidade e eficiência na formação de nossos engenheiros e gerar oportunidades de emprego atraentes, que retenham talentos nas tarefas de engenharia.

Felizmente, os empregos gerados pela concepção, desenvolvimento e produção de sistemas aeroespaciais na indústria aeroespacial e de defesa são de alta remuneração e evitados de desafios — nacionais e internacionais —, tudo o que almejam os jovens engenheiros da geração Y. Fatores motivacionais não faltam, apenas precisam ser conhecidos e praticados.

Em recente encontro nacional para análise de estudos estratégicos (Brandão, 2011), verificamos que os desafios do tema recursos humanos em engenharia para a defesa apontam para os nossos pontos fracos estruturais, assim identificados:

1. *Falta de mentalidade de defesa e segurança da sociedade brasileira;*
2. *Falta de divulgação e de aprofundamento da END;*
3. *Necessidade de investimento público em grandes programas de defesa e segurança;*
4. *Insuficiência de educação voltada para CT&I;*
5. *Falta de engenheiros face às necessidades de defesa e segurança nacionais;*
6. *Necessidade de adequação do perfil de formação de nossos engenheiros;*
7. *Grande evasão dos estudantes de graduação em engenharia;*
8. *Falta de atração e retenção de talentos de pós-graduação em engenharia;*
9. *Falta de maior diálogo e de sinergias entre Defesa, Academia e Indústria;*
10. *Falta de centros de P&D nas indústrias nacionais;*
11. *Falta de identificação das necessidades de RH para médio e longo prazo;*
12. *Falta de políticas e ações do Estado em áreas estratégicas e inovadoras; e*
13. *Falta de laboratórios de suporte ao desenvolvimento de novos programas.*

Tais problemas, porém, têm soluções. Sem procurarmos ser exaustivos, elencamos aqui as seguintes sugestões como soluções estruturantes:

1. *Programas educacionais em todos os níveis voltados para defesa e segurança;*
2. *Discussão, em vários ambientes, dos temas levantados pela END;*
3. *Implementação de programas de defesa e segurança do Estado Brasileiro;*
4. *Foco nas Ciências, Empreendedorismo e Responsabilidade Social (NBR ISO 26000);*
5. *Aumento do número de escolas e de vagas para as engenharias;*
6. *Incentivos à formação de engenheiros de concepção e desenvolvimento;*
7. *Modernização do ensino de Engenharia e laboratórios adequados aos arranjos produtivos locais (APLs);*
8. *Pesquisas voltadas a problemas reais, contratação de especialistas e bolsas de pesquisa;*
9. *Painéis permanentes e periódicos de relacionamento entre Defesa, Academia e Indústria;*
10. *Incentivos à internalização do conhecimento e à geração de patentes;*
11. *Adoção, pelas indústrias, de universidades corporativas;*
12. *Lançamento de programas mobilizadores para a Indústria de Defesa;*
13. *Planejamento estratégico de RH para programas e gestão por competências;*
14. *Centros (ou núcleos) próprios de P&D nas empresas brasileiras; e*
15. *Criação de laboratórios nacionais para novos programas industriais.*

Se, por um lado, há carência de recursos humanos para a BID Aeroespacial na esfera privada, na esfera pública, particularmente para aplicações espaciais, a situação assume caráter de urgência (Brandão, 2010). A questão a resolver é a evasão dos quadros de pesquisadores, professores e técnicos, a maioria por aposentadoria. Dados macroscópicos permitem oferecer o seguinte cenário resumido: metade da mão de obra especializada estará dispensada em uma década.

Diversos segmentos de Governo no âmbito do COMAER, do Ministério da Defesa (MD) e do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), que ultimamente decide as ações da área, já foram devidamente alertados do problema. Prosseguindo sem ações executivas de curto prazo, perderemos capital humano, inteligência e não haverá repasse de conhecimento e experiência para as futuras gerações de servidores. Dentro desse cenário grave, aumenta exponencialmente a probabilidade de virem a se repetir erros técnicos e administrativos das mais diversas naturezas na condução dos temas requeridos pela BID.

Uma solução estruturante para esse problema está em aplicar-se a pesquisadores e técnicos da carreira de Ciência e Tecnologia (C&T) de Governo o mesmo mecanismo que já vem sendo aplicado aos professores: os bancos de equivalência, de forma a garantir a continuidade dos trabalhos em projetos estratégicos, de interesse do Estado Brasileiro.

3.3 Inovação e Transferência de Tecnologia

O tema inovação é inerente e imanente ao Setor Aeroespacial e de Defesa. Todos os sistemas aeroespaciais e de armas já nasceram umbilicalmente relacionados a inovações operacionais. Normalmente, é a inovação no teatro de operações, como o foguete de William Congreve em 1809, que faz a diferença.

Em termos oficiais, a inovação está presente no conjunto de organizações do atual DCTA há três décadas. O Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) do então CTA foi constituído em 1981 e implementado em 1982, em decorrência de um amplo convênio gerenciado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com recursos oriundos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Esse convênio criava, na época, cerca de vinte núcleos vinculados a universidades e a centros de P&D no Brasil.

O NIT então criado no CTA ficou subordinado diretamente à Direção do IFI. Seu papel era procurar sintonizar a oferta tecnológica com as demandas do setor produtivo tendo, portanto, as seguintes funções básicas:

- *localizar as demandas existentes no setor produtivo;*
- *desenvolver o processo de negociação tecnológica;*
e
- *servir de canal de comunicação entre as unidades dos sistemas de geração e as unidades do sistema produtivo nacional.*

O convênio gerenciado pelo CNPq tornou-se inativo em 1983. Porém, a direção do CTA optou por sua continuidade, mantendo-o com recursos próprios. Criou-se ainda, em meados de 1982, a Comissão Permanente de Transferência de Tecnologia (CPTT), presidida pelo diretor do IFI, com representantes dos demais Institutos do CTA. O objetivo da CPTT era viabilizar e formalizar os processos de transferência das tecnologias geradas no âmbito do CTA para o fortalecimento da indústria nacional. O NIT, juntamente com a Comissão, tinha, à época, o seguinte conjunto de atribuições:

- *Orientar e coordenar a exploração de patentes de invenção, de modelos de utilidade, de modelos e desenhos industriais de interesse do então Ministério da Aeronáutica (MAER), especialmente os relativos à indústria aeronáutica de que o Ministério fosse proprietário ou coproprietário;*
- *Aumentar o grau de articulação das atividades de P&D com o Setor Produtivo, objetivando a utilização dos resultados dessas atividades para o desenvolvimento tecnológico nacional da indústria aeroespacial;*
- *Promover estudos e incentivar os membros das instituições de P&D do CTA, no sentido de detectar as demandas tecnológicas, propondo soluções para os problemas tecnológicos existentes na indústria aeroespacial; e*
- *Apoiar as providências que visassem ao patenteamento de invenções, de modelos de utilidade, de modelos e desenhos industriais, de interesse do MAER.*

Em 2004, com a aprovação da Lei nº 10.973, conhecida como Lei de Inovação Tecnológica, o tema ganhou renovação, abrangência e visibilidade. A Lei determina, em seu art. 16, que cada Instituição Científica e Tecnológica (ICT) deve dispor de NIT próprio ou em associação com outras ICTs com a finalidade de gerir sua política de inovação. Como resultado, reiniciou-se o processo de implantação do Núcleo, o que ocorreu com a publicação da Portaria nº 014/CTA/SDE, de 19 de maio de 2006, que recriou o Núcleo de Inovação Tecnológica do Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial – NIT/CTA. O novo NIT recebeu o seguinte elenco de missões:

- *buscar fomentos e linhas de crédito para o desenvolvimento de invenções e descobertas oriundas das pesquisas realizadas nos Institutos do CTA, ocorrendo, dessa forma, a proteção e o licenciamento da Propriedade Intelectual (PI);*

- *fomentar o desenvolvimento tecnológico da indústria aeroespacial brasileira por meio da proteção e do licenciamento da PI nacional;*
- *apoiar o processo de inovação tecnológica para o Setor Aeroespacial por meio da proteção e do licenciamento da PI oriunda do CTA;*
- *apoiar o processo de inovação tecnológica para o Setor Aeroespacial por meio da proteção da PI e da transferência de tecnologias oriundas do CTA;*
- *apoiar o surgimento de inovações tecnológicas no Setor Aeroespacial por meio da proteção e do licenciamento da PI oriunda do CTA; e*
- *apoiar o desenvolvimento das pesquisas realizadas no CTA por meio da proteção e do licenciamento da PI resultante de pesquisa.*

Em decorrência de sua evolução, o atual NIT/DCTA tem as seguintes atribuições:

- *difundir a cultura de PI;*
- *conhecer as possibilidades e as oportunidades de investimentos em P&D para o setor aeroespacial sensíveis para o desenvolvimento econômico e social do país, por meio da prospecção tecnológica em âmbito nacional;*
- *orientar pesquisadores na elaboração e na redação do pedido de patente;*
- *depositar e acompanhar os pedidos de patente, de modelo de utilidade e de registro de programa de computador no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI); e*
- *coordenar a transferência de tecnologia desenvolvida no DCTA para a indústria nacional.*

A Transferência de Tecnologia pode ser considerada parte da cadeia mais ampla denominada Inovação Tecnológica. Pode ser definida como um processo de fornecimento de dados e informações técnicas, a fim de que o receptor obtenha conhecimentos e técnicas a serem aplicados na produção de bens de consumo ou de insumos em geral e obtenha conhecimentos sobre a metodologia de desenvolvimento tecnológico usada, com vistas a adquirir a indispensável autonomia relativamente a modificações, adaptações, melhoramentos do produto ou processo e, mesmo, ser capaz de desenvolver outros produtos ou processos da mesma classe de tecnologia.

Para o estabelecimento de um processo de transferência de tecnologia é necessário um contrato, ou seja, um com-

prometimento inequívoco entre as partes envolvidas, formalizado em documento onde estejam explicitadas as condições econômicas da transação e os aspectos de caráter técnico. O contrato deverá indicar claramente o seu objeto, a remuneração ou os royalties, os prazos de vigência e de sua execução, assim como as demais cláusulas especiais e condições da contratação.

Por disposição legal, devem ser averbados pelo INPI todos os contratos que impliquem transferência de tecnologia, sejam entre empresas nacionais ou entre empresas nacionais e sediadas ou domiciliadas no exterior. O INPI averba os contratos que impliquem transferência de tecnologia, assim entendidos os de licença de direitos (exploração de patentes e de desenho industrial e uso de marcas), os de aquisição de conhecimentos tecnológicos (fornecimento de tecnologia e prestação de serviços de assistência técnica e científica) e, finalmente, os contratos de franquia.

O desenvolvimento de um novo produto é o processo de transformar uma ideia sobre um produto em um conjunto de instruções para a sua fabricação. Esse processo envolve etapas como o planejamento do produto, a configuração do projeto, o projeto detalhado, a engenharia de produção e a fabricação. A Lei de Inovação faculta às ICTs a celebração de acordos de parceria para a realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e desenvolvimento de tecnologia, produto ou processo, com instituições públicas e privadas. As partes deverão prever, em contrato, a titularidade da propriedade intelectual e a participação nos resultados da exploração das criações resultantes da parceria, assegurando aos signatários o direito ao licenciamento. A propriedade intelectual e a participação nos resultados serão asseguradas, desde que previsto no contrato, na proporção equivalente ao montante do valor agregado do conhecimento já existente no início da parceria e dos recursos humanos, financeiros e materiais alocados pelas partes contratantes.

Vale notar que o NIT é uma peça fundamental para a ICT dentro do modelo no qual a atividade de P&D é executada por entidade pública e seus resultados são explorados por empresas privadas. O NIT deve acompanhar todo o processo de P&D desde sua concepção, para que possa indicar os potenciais parceiros, orientar quanto às questões de PI e quanto à modalidade de repasse da tecnologia para a indústria. Assim, o NIT resguarda o patrimônio público, zelando pela proteção da PI e contribui para o cumprimento da missão da ICT, fazendo a ligação desta com o setor produtivo.

Com a atividade de prospecção tecnológica, o NIT é ainda uma peça chave para, no sentido inverso, identificar no setor produtivo empresas que estejam desenvolvendo tec-

nologias de interesse para a Defesa e propor parceria com suas ICTs.

Dentro desse arcabouço regulatório e estrutural, a BID Aeroespacial vem evoluindo na sua capacidade de inovação; transferência tecnológica; e exploração de contrapartidas industriais, tecnológicas e comerciais (offset), em aproveitamento aos contratos de produção ou de modernização de sistemas aeroespaciais colocados pelo Governo Brasileiro junto a fornecedores no Brasil e no exterior. Nesse sentido, a AIAB tem celebrado todo ano o sucesso de suas empresas consorciadas na conquista do Prêmio FINEP de Inovação. Na edição de 2011 foram mais duas as comemorações, a saber:

1. *A Fundação Aplicações de Tecnologias Críticas – Atech (SP) foi a vencedora na Categoria Instituição Científica e Tecnológica (ICT) e*
2. *A Orbital Engenharia (SP) foi, pela terceira vez, vencedora na Categoria Pequena Empresa.*

3.4 Compensação Industrial, Tecnológica e Comercial (Offsets)

O offset faz parte da família das contrapartidas comerciais (countertrade). Ele vem sendo progressivamente praticado nos grandes contratos de compras governamentais feitas de empresas no exterior, principalmente nos que se referem a material de defesa. É formalizado por meio de Acordos de Compensação que os governos compradores impõem a seus fornecedores estrangeiros. Os contratos para importação de material de Defesa são, assim, condicionados à aceitação de obrigações de contrapartidas pelos contratados. Essas obrigações são salgadas por diferentes formas de transações, como transferências de tecnologia (desenvolvimento conjunto, coprodução, subcontratação, produção sob licença e treinamento) ou investimentos diversos na economia do Estado importador.

Diferentemente das práticas mais conhecidas de contrapartidas comerciais, como as alegóricas “compras” de equipamentos “pagas” com produtos da agropecuária, o offset visa compensar o investimento que será feito pelo país importador. Ou seja, uma vez que, por falta de domínio tecnológico ou produtivo local, um Estado tem que recorrer a adquirir de um fornecedor estrangeiro equipamento de defesa com elevado conteúdo tecnológico, ele compensa essa evasão de recursos que seriam aplicados internamente, gerando para o fornecedor uma obrigação de contrapartida a ser salgada por uma ou mais das transações mencionadas anteriormente.

A prática de offset vem sendo adotada por muitos países como instrumento capaz de criar alternativas de inves-

timento para buscar o fortalecimento tecnológico e o desenvolvimento industrial. Os benefícios são consideráveis, especialmente para os países em desenvolvimento: novos investimentos, geração de empregos, aumento dos fluxos de comércio, oportunidades para pequenas e médias empresas e, sobretudo, a transferência de tecnologia capaz de tornar possível, no país receptor, o crescimento do número de empresas de base tecnológica.

Torna-se importante ressaltar que a prática do offset é também interessante para os fornecedores, uma vez que lhes possibilita maior inserção internacional, agregação de parceiros de risco e outsourcing, apenas para citar as mais evidentes (WARWAR, 2004).

É preciso ter cuidado, no entanto, para que se dê a correta interpretação da prática do offset de modo a não gerar inquietação na indústria local. Por exemplo, a posição da indústria aeroespacial brasileira, externada pela AIAB, é de frontal oposição, por entender que se utilize o offset como alternativa à aquisição local. Essa oposição seria pertinente, caso a premissa fosse verdadeira. Na visão do COMAER, a prática do offset é um instrumento de política de desenvolvimento tecnológico e industrial, mas não é e não pode ser usada como único instrumento, nem instrumento central, dessa política. A prática do offset deve ser bem entendida como instrumento de compensação pela impossibilidade circunstancial de investimento no parque industrial local e não como alternativa para esse investimento. Offset é, assim, efeito colateral benéfico para o remédio que se deve tomar em caso de alguma deficiência.

No âmbito do COMAER, de acordo com sua Política de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica (Diretriz do Comando da Aeronáutica DCA 360-1, de 13 Dez 2005), offset é: “toda e qualquer prática compensatória acordada entre as partes, como condição para a importação de bens e/ou serviços, com a intenção de gerar benefícios de natureza comercial, industrial e tecnológica...”. Conforme ainda estabelece a DCA 360-1, “... esses benefícios poderão concretizar-se na forma de: coprodução, produção sob licença, produção subcontratada, investimento financeiro em capacitação industrial e tecnológica, transferência de tecnologia, treinamento de recursos humanos, contrapartida comercial etc.”

O offset ocorre quando um acordo de compensação é firmado, sendo esse acordo o instrumento que formaliza o compromisso do fornecedor estrangeiro de compensar as importações realizadas pelos diversos órgãos do COMAER. O acordo poderá ser fundamentado por meio de uma cláusula de compensação dentro dos seguintes instrumentos:

- *contrato de aquisição;*
- *contrato específico correlacionado à compra; ou*
- *acordo de cooperação industrial e tecnológica.*

Competirá ao fornecedor estrangeiro relacionar-se com as organizações do COMAER, organizações públicas e privadas, visando desenvolver um plano de compensação previsto pelo Acordo de Compensação, sendo-lhe, para esse fim, recomendada a consulta ao CESAER.

A história do offset no COMAER remonta ao princípio dos anos 1950, quando ocorreu o que pode ser considerada a primeira operação de contrapartida, sob a forma de Barter, quando o MAER adquiriu da Inglaterra aeronaves Gloster Meteor TF-7 e F-8, que foram trocadas pelo valor equivalente em algodão.

Em 1974, o offset foi utilizado pelo MAER na aquisição de aeronaves F-5E, por meio da transferência de tecnologia para a produção e montagem de estabilizadores verticais e de pilones das aeronaves F-5E pela Embraer. As tecnologias de materiais compostos (honeycomb bonding), de tratamentos térmicos e de usinagens especiais obtidas pela empresa foram transferidas para os novos projetos das aeronaves EMB-121 Xingu e EMB-120 Brasília, por efeito de spin-off.

Outra operação de offset ocorreu quando, por ocasião da aquisição do Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle do Tráfego Aéreo – Cindacta I, à empresa francesa Thomson-CSF, foi negociada a venda para a Força Aérea Francesa de 41 aeronaves Xingu, que ainda hoje equipam um esquadrão de treinamento de pilotos de transporte daquele país.

Ao longo das décadas de 1970 e 1980, o CTA implementou, por intermédio do IFI, diversas ações de offset, contemplando a transferência de tecnologia para produção, no país, de partes de motores e diversos outros componentes e peças que possibilitaram saltos tecnológicos a diversas empresas do Setor Aeroespacial brasileiro.

Em 1979, negociações conjuntas com o Grupo Aeromot e autoridades do MAER possibilitaram a obrigatoriedade de que as aeronaves Boeing 737 e Airbus A300 adquiridas pela Varig e Vasp tivessem instaladas poltronas fabricadas pela empresa brasileira, contemplada com transferência de tecnologia e treinamento.

Em 1992, uma negociação de vulto levada a cabo pelo então Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento (DEPED) relativa à aquisição de aeronaves MD-11 pela Varig, proporcionou à Embraer sucessivos contratos de fabricação dos conjuntos de flaps daquelas aeronaves (em um total de

300 conjuntos), incluindo treinamento e transferência de tecnologia, além de financiamento de aeronaves EMB-120 Brasília para o mercado dos EUA.

Em 1991 e 1992, tendo sido aprovadas a Política de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica do MAER e a Diretriz 360-1, que regulava essa Política, os diversos projetos contratados com fornecedores estrangeiros, como modernização das aeronaves F-5E/F, aquisição de aeronaves de caça (F-X), transporte (CL-X), patrulhamento marítimo (P-3BR), aquisição de sistemas e sensores e a modernização das aeronaves A-1, todos contemplaram exigências de compensação.

Em 27 de dezembro de 2002, com a aprovação, por meio da Portaria Normativa nº 764/MD, da Política de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica do Ministério da Defesa, o MD passou a assumir a coordenação estratégica das compensações em benefício da BID, a partir das importações de sistemas e de equipamentos pelas Forças Armadas.

Esses resultados demonstram que as empresas da BID Aeroespacial são inovadoras, competitivas e estão atentas a todas as oportunidades para realizarem bons negócios em suas áreas de competência. Por outro lado, o Governo, por meio do MD e do COMAER, cumpre o papel que lhe cabe no fomento e coordenação das atividades da BID. São constatações como essas que nos fornecem a certeza da evolução positiva dos Setores Aeroespacial e de Defesa do país no futuro.



4. Conclusões

A citação anterior sintetiza as conclusões deste trabalho. Primeiro, observemos o momento histórico, a meio caminho entre o término da II Guerra Mundial (1945) e o início da Era Espacial (1957). Segundo, observemos o sentimento geral de superioridade, pelas conquistas alcançadas e pelo potencial percebido de poder realizar mais. Terceiro, observemos a motivação do desafio de fazer algo novo e ao alcance das capacidades do país.

O Brasil é um dos poucos países do planeta que teve sucesso na implantação de uma Base Industrial de Defesa Aeroespacial estruturada em fundamentos que lhe conferem perenidade e solidez. No hemisfério sul, é o único país a ter alcançado esse resultado. Possui marcas próprias, capazes de competir vantajosamente em diversos nichos do mercado global. Somos um povo criativo, capaz de realizar muito com poucos recursos.

Porém, temos nossa quota de problemas. Temos realmente bons cientistas e engenheiros, mas eles não existem na quantidade desejada. Nossa superioridade industrial é verdadeira em nosso entorno geopolítico, porém insuficiente para uma competição global. Nosso arcabou-

ço legal progride, mas a passos mais lentos do que o desejável. Nossa infraestrutura avança, mas é insuficiente para atender aos projetos atuais e futuros.

Vivemos em ambiente de paz desde a Guerra do Paraguai e assim desejamos permanecer. Mas conflitos acontecem quando menos se espera, onde não se sabe, envolvendo atores não muito bem conhecidos. Assim tem sido a história da humanidade, acumulando mais de três mil guerras em seis mil anos de registros escritos e contabilizados. Uma média de uma guerra a cada dois anos. Estatisticamente, o brasileiro é um povo muito feliz por não ter sido obrigado a enfrentar em seu próprio solo a triste realidade da guerra.

Por outro lado, temos grandes espaços a vigiar, muitas riquezas a proteger e muitos compromissos a cumprir. A perspectiva geral é de crescimento dessas necessidades, o que requer o fortalecimento de nossas capacidades próprias de defesa e segurança.

Pela Política, conhecemos os nossos objetivos. Pela Estratégia, sabemos o que há por ser feito e como deve ser feito. Resta-nos a ação.

Continuamos a adotar o conselho de fortalecer a nossa BID Aeroespacial por meio do estímulo virtuoso de toda a cadeia de maturidade tecnológica, envolvendo a educação, a pesquisa e a inovação. Assim aconselharam, o general Henry Arnold e o professor Theodore von Kármán, o Governo norte-americano. Assim aconselharam o marechal-do-ar Casimiro Montenegro Filho e o professor Richard Smith o governo brasileiro. A receita do bom caminho é bem conhecida. Basta perseverar em sua aplicação.

Qualquer processo de aquisição junto à indústria estrangeira deve ser negociado em bases vantajosas para a nossa indústria, por meio de mecanismos de transferência tecnológica, necessariamente envolvendo recursos humanos, os institutos de P&D e as universidades, no sentido de garantir a real absorção dos conhecimentos e das experiências dos países mais avançados.

Devemos abominar imediatismos, já que o perigo não nos é imediato, mas jamais perder a capacidade de vigiar e de estar presente com nosso Poder Aeroespacial onde e quando ele for requerido. Por razões de autonomia e soberania, devemos sempre favorecer a pesquisa em nossos laboratórios e universidades, assim como o desenvolvimento de sistemas aeroespaciais e de defesa em nossas indústrias.

Precisamos construir grandes laboratórios para apoiar a fase de desenvolvimento de nossos produtos, como observamos existir nos países de maior avanço da BID

Aeroespacial. Se nossas indústrias não forem capazes de tê-los por meios próprios, competirá ao Estado tal tarefa. Caberá também ao Estado estimular as indústrias a constituírem seus próprios Centros de P&D, de forma a deslocar o centro de gravidade da inteligência e criatividade nacional em engenharia do ambiente acadêmico para o ambiente industrial, como sói acontecer nos países líderes dos setores Aeroespacial e de Defesa.

Para gerarmos escala industrial, precisamos buscar sinergia e foco com a harmonização de requisitos para sistemas de defesa entre as FFAA, por meio do MD. Precisamos explorar a nossa capacidade de exportar tais sistemas e de manter aquecidas nas indústrias as nossas competências técnicas e produtivas empregando a dualidade. Precisamos manter o nosso nível de alerta industrial por meio da catalogação e do permanente treinamento de mobilização. Para tanto, precisamos buscar sempre o aperfeiçoamento dos modelos de gestão existentes e considerados como bem-sucedidos.

Finalmente, retornando à citação que dá início a estas conclusões, para cumprirmos esta agenda de boas intenções é absolutamente necessário mantermos boas políticas como ferramentas do Estado Brasileiro, permitindo o benefício da continuidade. Os governos passam e o Brasil permanece em berço esplêndido, com um povo maravilhoso que quer continuar a viver em paz. É nossa esperança que este artigo possa contribuir para o avanço das questões dispostas nesse panorama.



5. Referências

- ABBOT, W. J. *Aircraft and submarines: the story of the invention, development, and present-day uses of war's newest weapons*. New York: The Knickerbocker Press, 1918. Disponível em www.gutenberg.org/ebooks/30047. Acesso em nov. 2011.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Estudo prospectivo aeronáutico. Série Cadernos da Indústria ABDI, Volume XIV*. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2009. Disponível em www.abdi.com.br/Paginas/detalhamento_acao.aspx?f=Aeron%C3%A1utico. Acesso em nov. 2011.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Brasília: AEB, c2005. Disponível em www.aeb.gov.br. Acesso em nov. 2011.
- AIR FORCE INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *Critical technologies for national defense*. Washington, D. C.: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1991.
- ALMEIDA, S. F. M.; BRANDÃO, M. P.; GERENCER, R. *A Filosofia CIM e a Tecnologia da Mobilidade*. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE, 2., 1993, São Paulo. Anais... São Paulo: SAE Brasil, 1993 (SAE Technical Paper 931654P).
- ASSOCIAÇÃO AEROESPACIAL BRASILEIRA. *A visão da AAB para o programa espacial brasileiro*. São José dos Campos: Associação Aeroespacial Brasileira, 2010. Disponível em www.aeroespacial.org.br/aab/downloads.php. Acesso em dez. 2011.
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL [homepage] [S.l.]: AIAB, c2011. Disponível em www.aiab.org.br/portugues. Acesso em nov. de 2011.
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *A importância da indústria aeroespacial para o Brasil*. São José dos Campos: AIAB, 2007.

- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *A Indústria e os modelos internacionais*. In: 62º Fórum de Debates Projeto Brasil – Tecnologia Militar: A Defesa e o Novo Plano de Política Industrial. São Paulo: AIAB, 2008.
- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *Visão da indústria aeroespacial brasileira*. São José dos Campos: AIAB, 2011.
- BARTELS, W. *As plataformas tecnológicas da indústria aeronáutica brasileira*. Revista Engenharia Automotiva e Aeroespacial, Ano 9, nº 39 e 40. São Paulo: SAE, 2009.
- BARTELS, W. *Prioridade da indústria quanto ao Programa Nacional de Atividades Espaciais – PNAE e cooperação internacional: Cadernos de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica nº 7*, Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.
- BARTELS, W. *A atividade espacial e o poder de uma nação: desafios do Programa Espacial Brasileiro*. Brasília: Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2011.
- BELFIORE, M. *The department of mad scientists: how DARPA is remaking our world, from the internet to artificial limbs*. New York: Harper, 2010.
- BELFIORE, M. *Rocketeers: how a visionary band of business leaders, engineers, and pilots is boldly privatizing space*. New York: Smithsonian Books, 2007.
- BNDES. *Adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica brasileira*. [S.l.]: BNDES, 2006. Estudo realizado por Furtado, A., Bernardes, R., Quadros, R. e Salles, S., Unicamp.
- BOEING. *Defense, Space & Security [homepage]* [S.l.]: Boeing, c1995-2011. Disponível em www.boeing.com/bds/a_to_z.html. Acesso em nov. 2011.
- BRANDÃO, M. P. *Recursos humanos: desafios e soluções para a indústria nacional de defesa*. In: XI Encontro Nacional de Estudos Estratégicos. Escola Naval, Rio de Janeiro: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – SAE/PR, 2011. Disponível em www.slideshare.net/saepr/painel-5-itabrigengpazini. Acesso em dez. 2011.
- BRANDÃO, M. P. *Recursos humanos para a consecução da política espacial brasileira*. Caderno de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica nº 7. Parte II – Análises Técnicas, p.53-66. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.
- BRANDÃO, M. P. *Ciência, tecnologia, inovação e a defesa nacional*. Parcerias Estratégicas, Brasília, nº 20, parte 2, p. 831-860, jun. 2005. Edição especial Seminários Temáticos para a 3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.
- BRASIL. *Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986*. Dispõe sobre o código brasileiro de aeronáutica. Disponível em www.anac.gov.br/biblioteca/leis/cba.pdf. Acesso em nov. 2011.
- BRASIL. *Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em www.mct.gov.br/index.php/content/view/3293.html. Acesso em nov. 2011.
- BRASIL. *Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005*. Dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica. Disponível em www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11196.htm. Acesso em jun. 2007.
- BRASIL. *Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005*. Aprova a Política de Defesa Nacional.
- BRASIL. *Medida Provisória nº 544, de 29 de Setembro de 2011*. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações de produtos, de sistemas de defesa, e de desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa, e dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa e dá outras providências. Disponível em www.brasilmaior.mdic.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/mp_544.pdf. Acesso em nov. 2011.
- BRASIL. *Estado-Maior da Defesa*. Escola Superior de Guerra. Manual básico. Rio de Janeiro: Escola Superior de Guerra, 2006. v. 1-2

- BRASIL. Ministério da Aeronáutica. DMA 14-5: política militar da aeronáutica. Brasília: Ministério da Aeronáutica, 1998.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Estratégia nacional de defesa. 2ª ed. Brasília: Ministério da Defesa, 2008. 71p. Disponível em www.defesa.gov.br/projetosweb/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf. Acesso em nov. 2011.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria nº 400/SPEAI/MD, de 21 de setembro de 2005. Orienta os planejamentos estratégicos militares das forças armadas e do estado-maior da defesa. Brasília: Ministério da Defesa, 2005.
- BRASIL. Ministério da Defesa e Ministério da Ciência e Tecnologia. Concepção estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional. Brasília: Ministério da Defesa e Ministério da Ciência e Tecnologia.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. DCA 14-2: política da aeronáutica para a pesquisa e o desenvolvimento. Brasília, Comando da Aeronáutica, 2002.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. DCA 14-3: política da aeronáutica para o desenvolvimento da indústria aeroespacial. Brasília: Comando da Aeronáutica, 2002.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. DCA 80-2: plano estratégico de pesquisas e desenvolvimento. Brasília: Comando da Aeronáutica, 2005.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. DCA 400-6: ciclo de vida de sistemas e materiais da aeronáutica. Brasília: Comando da Aeronáutica, 2007.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. PEMAER: plano estratégico militar da aeronáutica 2010-2031. Brasília: Força Aérea Brasileira, 2010. Disponível em www.fab.mil.br/portal/docs/pemaer.pdf. Acesso em nov. 2011.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Ministério da Fazenda. Oportunidade para uma Política de Desenvolvimento Produtivo. Brasília: MDIC, MF, BNDES e ABDI, 2008.
- BRASIL. Decreto Nº 6.703, de 18 de Dezembro de 2008. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6703.htm. Acesso em 12 de abril de 2012.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf >. Acesso em 12 de maio de 2012.
- BUDIANSKY, S. Air power: the men, machines, and ideas that revolutionized war, from Kitty Hawk to Iraq. New York: Penguin Books, 2004.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Estudo prospectivo setorial aeronáutico: Relatório Geral. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2007.
- CHANG, H.-J. Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. São Paulo: Editora UNESP, 2002.
- CONGREVE, W. A concise account of the origin and progress of the rocket system. London: J. Whiting, 1810. Disponível em books.google.com.br/books/about/A_concise_account_of_the_origin_and_prog.html?id=0vcYSQAACAAJ&redir_esc=y. Acesso em nov. 2011.
- CONGREVE, W. A treatise on the general principles, powers, and facility of application of the congreve rocket system, as compared with artillery. London: Longman, Rees, Orme, Brown, and Green, 1827. Disponível em books.google.com.br/books/about/A_Treatise_on_the_General_Principles_Pow.html?id=YVH3a15L0zUC&redir_esc=y. Acesso em nov. 2011.
- CONCEPÇÃO estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional. Brasília: Ministério da Defesa/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2003. 56p. Disponível em www.defesa.gov.br/arquivos/pdf/ciencia_tecnologia/palestras/cti.pdf. Acesso em nov. 2011.

- DAY, D. A. *Lightning rod: a history of the air force chief scientist's office*. Washington, DC: USAF, 2000.
- DASO, D. A. *Architects of american air supremacy: gen. Hap Arnold and dr. Theodore Von Kármán*. Montgomery, AL: Maxwell Air Force Base/Air University Press, 1997. 461p.
- DASO, D. A. *Hap Arnold and the evolution of american airpower*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 2000.
- DOUHET, G. *O domínio do ar*. Rio de Janeiro: Editora Itatiaia e Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1988.
- DRUMOND, C. G. *Asas do Brasil: uma história que voa pelo mundo*. São Paulo: Editora de Cultura, 2004.
- EDWARDS, J. *The geeks of war: the secretive labs and brilliant minds behind tomorrow's warfare technologies*. New York: American Management Association, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA. *Embraer in numbers [homepage]*. São José dos Campos: Embraer, c2011. Disponível em www.embraer.com/en-US/ConhecaEmbraer/EmbraerNumeros/Pages/Home.aspx. Acesso em nov. 2011.
- ENDEAVOR BRASIL [homepage]. Disponível em www.endeavor.org.br/. Acesso em nov. 2011.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Departamento da Indústria de Defesa – COMDEFESA [homepage]. São Paulo: FIESP, c2009. Disponível em www.fiesp.com.br/defesa/default.aspx. Acesso em nov. 2011.
- FRIEDMAN, G.; FRIEDMAN, M. *Poder mundial: a tecnologia e o domínio dos Estados Unidos no século XXI*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 2009.
- FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Carta de intenção entre a FAPESP e a EMBRAER para a colaboração em pesquisas acadêmicas no estado de São Paulo em biocombustíveis de aviação [homepage]*. São Paulo: FAPESP, [20--]. Disponível em: www.fapesp.br/6650. Acesso em nov. 2011.
- FUTRON. *Futron's 2011 Space Competitiveness Index (SCI) [homepage] [S.l.]*: Futron Corporation, c1999-2010. Disponível em www.futron.com/SCI_2011.xml. Acesso em dez. 2011.
- GAINOR, C. *To a distant day: the rocket pioneers*. Lincoln: University of Nebraska Press, 2008.
- GOMES, V. A. *Poder aeroespacial não convencional: tendências doutrinárias de emprego de sistemas de veículos aéreos não tripulados*. 2006. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aeroespaciais) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2006.
- GRIFFITH-JONES, S.; OCAMPO, J. A.; STIGLITZ, J. E (Ed.). *Time for a visible hand: lessons from the 2008 world financial crisis (initiative for policy dialogue)*. London: Oxford University Press, 2010.
- HIRSCHEL, E. H.; PREM, H.; MADELUNG, G (Ed.). *Aeronautical research in Germany: from Lilienthal until today*. Berlin: Springer, 2004.
- IANAKIEV, G.; MLADENOV, N. *Offset Policies in Defence Procurement: Lessons for the European Defence Equipment Market*. Disponível em aspheramedia.com/v2/wp-content/uploads/2011/02/ianakiev1.pdf. Acesso em dez. 2011.
- INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO [homepage]. São José dos Campos: IAE, c2008. Disponível em: www.iae.cta.br/. Acesso em nov. 2011.
- INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS [homepage]. São José dos Campos: IEAv, [20--]. Disponível em www.ieav.cta.br/. Acesso em nov. 2011.
- INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL [homepage]. São José dos Campos: IFI, [20--]. Disponível em www.ifi.cta.br/. Acesso em nov. 2011.
- INSTITUTO DE FOMENTO E COORDENAÇÃO INDUSTRIAL. *Catálogo de Empresas do Setor Aeroespacial – CESAER [homepage]*. São José dos Campos: IFI, [20--]. Disponível em www.ifi.cta.br/produtos_cesaer_info-cadastro.php. Acesso em nov. 2011.

- INSTITUTO DE PESQUISAS E ENSAIOS EM VOO [homepage]. São José dos Campos: IPEV, [20--]. Disponível em www.geev.cta.br. Acesso em nov. 2011.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA [homepage]. São José dos Campos: ITA, [20--]. Disponível em www.ita.br. Acesso em nov. 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL [homepage]. Rio de Janeiro: INPI, [20--]. Disponível em www.inpi.gov.br. Acesso em dez. 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. ISO 26000 Diretrizes de Responsabilidade Social [homepage] [S.l.]: INMETRO, [20--]. Disponível em www.inmetro.gov.br/qualidade/responsabilidade_social/iso26000.asp. Acesso em nov. 2011.
- JOBIM, N. A defesa e o programa espacial brasileiro: Caderno de Altos Estudos e Avaliação Tecnológica nº 7, Parte I, p.91-106. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.
- LEMOS, M. B. Indústria nacional de produtos de defesa: repercussões para o desenvolvimento econômico, social e tecnológico do Brasil. In: XI Encontro Nacional de Estudos Estratégicos. Escola Naval, Rio de Janeiro: Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República – SAE/PR, 2011. Disponível em www.slideshare.net/saepr/painel-2-abdimauborges. Acesso em dez. 2011.
- MACROTEMPO & KAISER ASSOCIATES. Perfil do parque tecnológico de São José dos Campos: a construção de um cluster aeroespacial e de defesa em São José dos Campos. [S.l.]: Macrotempo & Kaiser Associates, 2007. Relatório final.
- MANKINS, J. D. Technology readiness levels: white paper. Washington, DC: NASA, 1995.
- MARCIAL, E. C.; GRUMBACH, R. J. S. Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004.
- MITCHELL, W. *Memoirs of world war I: from start to finish of our greatest war*. New York: Random House, 1960.
- NORDEEN, L. O. *Air warfare in the missile age*. 2.ed. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 2002.
- NOOR, A. K.; VENNERI, A. L (Eds.). *Future aeronautical and space systems*. Reston: AIAA, c1997. 579p (Progress in Aeronautics and Astronautics, 172).
- OLIVEIRA, L. G. A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer. 2005. 221f. Dissertação (Doutorado em Política Científica e Tecnologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000374642. Acesso em nov. 2011.
- PINTEC – Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica [homepage]. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [20--]. Disponível em www.pintec.ibge.gov.br. Acesso em nov. 2011.
- SANTEN, R. van; KHOE, D.; VERMEER, B. *2030: technology that will change the world*. Oxford: Oxford University Press, 2010.
- SANTOS DUMONT, A. *O que eu vi, o que nós veremos*. São Paulo: Fundação Projeto Rondon, 1986. Edição fac-similada do original publicado em 1918.
- SEVERSKY, A. *P. A vitória pela força aérea*. Belo Horizonte: Editora Itatiaia e Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 1988.
- SISMETRA – Sistema de Metrologia da Aeroespacial [homepage]. Brasília, DCTA, c2007. Disponível em www.sismetra.cta.br. Acesso em nov. 2011.
- SMALLEY, R. E. *Top ten problems of humanity for the next 50 years*. In: ENERGY AND NANO TECHNOLOGY CONFERENCE, 2003, Rice University.

- STOKES, D. E. *O quadrante de Pasteur: a ciência básica e a inovação tecnológica*. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.
- TOFFLER, A. *O choque do futuro*. 4º ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 1985.
- TOFFLER, A.; TOFFLER, H. *Guerra e antiguerre*. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 1999.
- TOFFLER, A.; TOFFLER, H. *Riqueza revolucionária: o significado da riqueza no futuro*. São Paulo: Editora Futura, 2006.
- UNITED NATIONS. GENERAL ASSEMBLY (59th: 2004: New York, NY). *High Level Threat Panel*. New York, NY: United Nations, 2004. Disponível em www.un.org/secureworld/report.pdf. Acesso em dez. 2011.
- VEGETIUS RENATUS, F. P. *De re militari*. Translation by John Clarke, 1767. Disponível em www.pvv.ntnu.no/~madsb/home/war/vegetius/. Acesso em dez. 2011.
- VON CLAUSEWITZ, C. *On war*. London: N. Trübner, 1873. Disponível em www.clausewitz.com/readings/OnWar1873/TOC.htm. Acesso em dez. 2011.
- VON KÁRMÁN, T.; EDSON, L. *The wind and beyond: Theodore von Kármán, pioneer in aviation and pathfinder in space*. Boston. Little Brown, 1967.
- WARWAR, Z., (Ed.). *Panorama da prática do offset no Brasil: uma visão da negociação internacional de acordos de compensação comercial, industrial e tecnológica*. Brasília: Ministério das Relações Exteriores, 2004.



6. Anexo

Mauricio Pazini Brandão, PhD (Currículo Lattes: lattes.cnpq.br/0359018757990812) – Professor Titular de Engenharia Aeroespacial do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos (SP). Possui graduação em Engenharia Aeronáutica e mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo ITA, doutorado em Engenharia Aeronáutica e Astronáutica pela Universidade de Stanford, EUA, e MBA em Gestão Institucional Estratégica pela Universidade Federal Fluminense (UFF). É Professor do ITA desde 1979, onde exerceu vários cargos de gestão acadêmica como Chefe da Divisão de Engenharia Aeronáutica, Pró-Reitor de Administração e Pró-Reitor de Extensão e Cooperação. Foi Professor Titular de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté (UNITAU) de 1991 a 1999, Professor Titular de Engenharia de Automação e Controle e de Ciências Aeronáuticas da Universidade Braz Cubas (UBC) de 1996 a 2009 e Professor Titular de Administração das Faculdades IBTA em 2006 e 2007. Foi chefe da Divisão de Sistemas Aeronáuticos do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), de 1996 a 2000. Foi diretor do Instituto de Estudos Avançados (IEAv) de 2000 a 2005. Foi membro do Conselho

de Orientação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de 2003 a 2007. Atua como editor internacional do Journal of Aircraft do American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) e como consultor para a FAPESP, CGEE e CAPES, em temas de interesse para a geração de políticas públicas para o Setor Aeroespacial, particularmente em pesquisa, desenvolvimento, indústria e defesa. É Membro da American Helicopter Society (AHS). É piloto privado, com experiência em ensaios em voo. É oficial-engenheiro da Força Aérea Brasileira, chegando ao posto de Brigadeiro, atualmente na Reserva. Como oficial-general, exerceu os cargos de subdiretor de Patrimônio da Diretoria de Engenharia da Aeronáutica (DIRENG), no Rio de Janeiro (RJ), e chefe do Subdepartamento de Administração do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), em São José dos Campos (SP). Suas realizações têm foco em Engenharia Aeroespacial, atuando principalmente em aerelasticidade, aeroacústica, aerodinâmica, dinâmica estrutural, projeto de aeronaves e gestão em ciência, tecnologia, inovação e defesa nacional.

Carlos Magno Vilela do Nascimento, Engenheiro de Aeronáutica (Currículo Lattes: lattes.cnpq.br/7964564007927961) – Pró-Reitor de Administração do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), oficial-aviador pela Academia da Força Aérea (AFA) e Engenheiro de Aeronáutica pelo ITA (1992). Possui o Curso de Negociação de Contratos Internacionais (CNEG) do Instituto de Logística da Aeronáutica (ILA) e o Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE) da Escola Superior de Guerra (ESG). Atua no campo da Engenharia Aeroespacial, em âmbito governamental, no setor de defesa. Foi Assessor Técnico junto à Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), no desenvolvimento de um radar embarcado multimodo para a Aeronave AM-X, junto às empresas brasileiras Embraer e Tecnasa S.A. e italiana SMA S.p.A. Foi analista de custos de empresas do setor aeroespacial, analista técnico e comercial de ofertas, negociação e elaboração de termos de contrato para o desenvolvimento e produção de sistemas de defesa para a Força Aérea junto a empresas brasileiras e estran-

geiras do setor aeroespacial. Participou da avaliação técnica (in company) e operacional (avaliação em voo) de radares embarcados para o projeto de modernização das aeronaves F-5, junto a empresas nos Estados Unidos, Itália e Israel. Atuou no gerenciamento de projetos de desenvolvimento, aquisição e modernização de aeronaves e sistemas aeroespaciais e na assessoria técnica à Advocacia Geral da União (AGU) em processo de arbitragem na Corte Internacional de Arbitragem, em Paris, sobre contencioso entre os governos da Itália e do Brasil a respeito do pagamento de royalties à empresa britânica Rolls-Royce, plc. relativos à produção do motor Spey Mk-807, da aeronave AM-X. Dirigiu o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e foi membro do Conselho Deliberativo da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de 2007 a 2009. Como trabalho de conclusão de curso na ESG, publicou monografia com o tema “Tecnologia estratégica de defesa — parâmetro norteador de investimentos governamentais”.

