UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Economia

DINÂMICA DA INOVAÇÃO E MUDANÇAS ESTRUTURAIS: UM ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA AERONÁUTICA MUNDIAL E A INSERÇÃO BRASILEIRA

Marcos José Barbieri Ferreira

Tese de Doutoramento apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Doutor em Ciências Econômicas — área de concentração: Teoria Econômica, sob a orientação do Prof. Dr. Fernando Sarti.

Este exemplar corresponde ao original da tese defendida por ***Marcos José Barbieri Ferreira*** *em* ***28/09/2009*** *e orientado pelo* ***Prof. Dr. Fernando Sarti.***

CPG, 28 / 09 / 2009

Campinas, 2009

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca do Instituto de Economia/ UNICAMP

F413d

Ferreira, Marcos José Barbieri.
Dinâmica da inovação e mudanças estruturais: um estudo de caso da indústria aeronáutica mundial e a inserção brasileira / Marcos José Barbieri Ferreira. -- Campinas, SP: [s.n.], 2009.

Orientador : Fernando Sarti.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.
1. EMBRAER. 2. Força Aérea Brasileira. 3. Inovações tecnológicas. 4. Política industrial. I. Sarti, Fernando. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. III. Titulo.

09-038-BIE

Título em Inglês: Dynamics of innovation and structural changes: a case study of the global aeronautical industry and Brazilian industry international insertion
Keywords : Technological innovations ; Aeronautical industry ; Industrial policy ; EMBRAER ; Brazilian Air Force
Área de concentração : Teoria Econômica
Titulação : Doutor em Ciências Econômicas
Banca examinadora : Prof. Dr. Fernando Sarti
Prof. Dr. Paulo Bastos Tigre
Prof. Dr. Ricardo Machado Ruiz
Prof. Dr. Carlos Américo Pacheco
Prof. Dr. Paulo Sérgio Fracalanza
Data da defesa: 28-09-2009
Programa de Pós-Graduação: Ciências Econômicas

Tese de Doutorado

Aluno: MARCOS JOSÉ BARBIERI FERREIRA

"Dinâmica da Inovação e Mudanças Estruturais: Um Estudo de Caso da Indústria Aeronáutica Mundial e a Inserção Brasileira"

Defendida em 28 / 09 / 2009

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. FERNANDO SARTI
Orientador – IE / UNICAMP

Prof. Dr. PAULO BASTOS TIGRE
UFRJ

Prof. Dr. RICARDO MACHADO RUIZ
Cedeplar/UFMG

Prof. Dr. CARLOS AMÉRICO PACHECO
IE/UNICAMP

Prof. Dr. PAULO SÉRGIO FRACALANZA
IE/UNICAMP

Dedico este trabalho à minha mãe, *Lourdes,*
e à memória do meu pai, *José*

"Quando Dédalo, que pode ser visto como o patrono dos técnicos de grande parte da Grécia antiga, colocou em seu filho, Ícaro, as asas que ele tinha feito, de modo que este pudesse voar e escapar do labirinto de Creta que o próprio Dédalo tinha inventado, ele disse: "Voe moderadamente. Não voe muito alto, senão o sol derreterá a cera das suas asas e você cairá. Não voe muito baixo, senão as ondas do mar o apanharão". O próprio Dédalo voou moderadamente, mas viu o filho, em êxtase, voando muito alto. A cera derreteu e o rapaz caiu no mar. Por alguma razão fala-se mais de Ícaro que de Dédalo, como se as asas, em si, fossem responsáveis pela queda do jovem astronauta. Mas nada se diz contra a indústria e a ciência. O pobre Ícaro despencou nas águas; mas Dédalo, que voou moderadamente, conseguiu atingir a outra margem".

Joseph Campbell

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e orientador *Fernando Sarti*, cujo apoio foi fundamental para elaboração do presente trabalho. Pela confiança em mim depositada, permitindo que eu recuperasse a coragem e o entusiasmo necessários para avançar e concluir esta importante etapa.

Aos professores *Célio Hiratuka* e *Paulo Fracalanza* pelas valiosas e abrangentes contribuições.

Ao Prof. *Mariano Laplane*, pela permanente atenção ao longo dos anos e à Profa. *Ana Lucia*, pelo apoio inicial.

Aos amigos do NEIT, *Adriana Marques*, *Ana Rosa*, *Zeca*, *FH*, *Dani* e, particularmente, ao meu colega de sala *Rodrigo Sabbatini*, pela solidariedade e companheirismo. À *Bia* e *Samantha* pelo esforço e dedicação às minhas contínuas demandas.

À *Cida* pelo constante suporte na Secretaria de Pós-graduação e à *Gabriela Laplane* pelo amparo nas horas incertas.

Agradeço especialmente a todos os entrevistados, por compartilharem informações e experiências essenciais para uma compreensão mais aprofundada da indústria aeronáutica.

À minha mãe, *Lourdes*, pela imensa dedicação, carinho e esperança. Às minhas irmãs *Mara* e *Frida*, pelo constante incentivo.

Agradecimento especial à *Lilian*, pelo amor, entusiasmo e dedicação com que se juntou à minha luta.

A Deus, por tudo.

RESUMO

Este trabalho procura avançar no entendimento da dinâmica da inovação e das mudanças estruturais na indústria aeronáutica mundial, analisando os determinantes da capacidade competitiva da indústria. Na seqüência, é interpretado o desempenho competitivo dos principais países produtores de aeronaves e das suas respectivas empresas líderes. Por fim, o trabalho propõe um estudo mais aprofundado da indústria aeronáutica brasileira e da sua inserção internacional, com destaque para a avaliação da sua empresa líder, a Embraer. Para tanto, a metodologia está fundamentada na Teoria Neoschumpeteriana, além de se utilizar de conceitos das Teorias Institucionalista e dos Custos de Transação. O período estudado parte da origem da indústria aeronáutica no início do século XX e alcança os dias atuais, contudo, está focado nas recentes mudanças do setor aeronáutico mundial. O principal argumento relaciona-se ao fato de que a indústria está passando por profundas transformações, especialmente centradas na exacerbação da dinâmica da inovação e na maior concentração da estrutura produtiva. Sendo assim, a posição de destaque conquistada pela indústria aeronáutica brasileira, na figura da Embraer, passa a ser colocada em xeque pela nova configuração do setor aeronáutico. Nesse contexto, a Embraer terá de construir novas vantagens competitivas para se manter entre as empresas líderes do mercado aeronáutico internacional.

Palavras-chaves: inovação, desenvolvimento tecnológico, indústria aeronáutica, política industrial, política científica e tecnológica, Embraer, Força Aérea Brasileira.

ABSTRACT

This study seeks to advance in the comprehension of the dynamics of innovation and structural modifications in the global aeronautical industry, analyzing the determinants of its competitive capacity. Subsequently, the competitive performance of the main aircraft-producing countries and their respective leading companies is interpreted. Finally, the study proposes a deeper investigation of the Brazilian aeronautical industry and its international insertion, with special emphasis on the evaluation of its leading company, Embraer. To that end, the methodology is founded on the Neoschumpeterian Theory, in addition to using concepts of the Institutional Environment and Transaction Costs Theories. The studied period goes from the origins of the aeronautical industry in the beginning of the 20th Century to reach the current days, although it focuses the recent changes occurring in the global aeronautical sector. The main argument is related to the fact that the industry is going through profound transformations, especially centered in the exacerbation of innovative dynamics and greater concentration of the productive structure. Therefore, the outstanding position conquered by the Brazilian aeronautical industry, represented by Embraer, is now challenged by the new configuration of the aeronautical sector. In this context, Embraer will have to build new competitive advantages to remain among the leading companies of the international aeronautical market.

Key words: innovation, technological development, aeronautical industry, industrial policy, scientific and technological policy, Embraer, Brazilian Air Force.

SUMÁRIO

RESUMO xi
ABSTRACT xiii
SUMÁRIO xv
ÍNDICE DE TABELAS, GRÁFICOS, QUADROS E FIGURAS xvii

Introdução 1

I. Indústria Aeronáutica Mundial: Dinâmica da Inovação e Mudanças Estruturais 7

I.1. A Dinâmica da Inovação na Indústria Aeronáutica 7
I.1.1. Características Básicas da Inovação na Indústria Aeronáutica 7
I.1.2. A Dinâmica da Inovação na Produção de Aviões Comerciais 11
I.1.3. A Dinâmica da Inovação na Produção de Aviões Militares 20
I.1.4. A Dinâmica da Inovação e os Crescentes Custos das Aeronaves 34
I.1.5. A Dinâmica da Inovação e a Incerteza 39

I.2. Mudanças Estruturais na Indústria Aeronáutica 44
I.2.1. A Dinâmica da Inovação e o Tamanho da Empresa 44
I.2.2. Concentração 46
I.2.3. Coordenação 53

I.3. Principais Atores da Indústria Aeronáutica 59
I.3.1. O Estado 59
I.3.2. A Grande Empresa 62

II. Indústria Aeronáutica Mundial: Estrutura e Competitividade 65

II.1. Mercado Internacional 65
II.1.1. Mercado Aeronáutico Mundial 65
II.1.2. Aviões de Grande Porte 68
II.1.3. Aviões de Médio Porte 69
II.1.4. Aviões de Pequeno Porte 69
II.1.5. Helicópteros 70
II.1.6. Componentes Aeronáuticos: Partes, Sistemas e Motores 71
II.1.7. Exportações e Estrutura Produtiva 77

II.2. Estrutura de Mercado 78
II.2.1. Indústria Aeronáutica Norte-Americana 78
II.2.2. Indústria Aeronáutica Européia 89
II.2.3. Indústria Aeronáutica Canadense 99
II.2.4. Indústria Aeronáutica Japonesa 102
II.2.5. Indústria Aeronáutica Russa 106
II.2.6. Indústria Aeronáutica Chinesa 110
II.2.7. Indústria Aeronáutica Indiana 112
II.2.8. Indústria Aeronáutica Sul-Coreana 114

III. Indústria Aeronáutica Brasileira: Inserção Competitiva 117

III.1. Evolução Histórica 117
III.1.1. Tentativas e Fracassos na Implantação da Indústria Aeronáutica no Brasil 117
III.1.2. CTA e Embraer: As Bases da Indústria Aeronáutica Brasileira 123

III.2. EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica SA 128
III.2.1. Construção da Capacitação Tecnológica e da Competência Empresarial 128
III.2.2. Inserção na Estrutura Produtiva Nacional e Internacional 150
III.2.3. Capacitação Tecnológica e Estratégias de Mercado 163

III.3. Cadeia Produtiva da Embraer 172
III.3.1. Evolução da Relação Interfirma 172
III.3.2. Parceiros de Risco 174
III.3.3. Fornecedores 180
III.3.4. Subcontratados 181
III.3.5. Características Gerais 183

III.4. Nichos de Mercado 184
III.4.1. Helicópteros 184
III.4.2. Aviões Leves 189
III.4.3. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) 190
III.4.4. Serviços de Manutenção, Reparo e Revisão Aeronáutica 191

III.5. Principais Características 192
III.5.1. Estratégica para o Desenvolvimento e a Segurança Nacional 192
III.5.2. Decisiva Participação do Estado 197
III.5.3. Existência de uma Infra-estrutura Tecnológica Compatível 201
III.5.4. Estrutura Produtiva Concentrada na Empresa Líder 204
III.5.5. Regionalmente Localizada 208

III.6. Desafios Competitivos 210
III.6.1. O Desafio Tecnológico 210
III.6.2. O Desafio Estrutural 213

IV. Considerações Finais 217

Entrevistas Realizadas 227

Referências Bibliográficas 229

ÍNDICE DE TABELAS, GRÁFICOS, QUADROS E FIGURAS

Tabelas

Tabela 1 – *Boeing 787*: Fontes de financiamento do desenvolvimento (P&D), 2008 18
Tabela 2 – Programa *F-35 Lightning II*: Parcerias internacionais, 2008 33
Tabela 3 – Principais Aviões de Caça da Força Aérea Norte-Americana: Custo unitário e volume de produção, 1941-2008 34
Tabela 4 – Principais Aviões de Caças Ocidentais: Custo de desenvolvimento (P&D), 1996-2008 35
Tabela 5 – Aviões Comerciais: Custo de desenvolvimento (P&D), 1936-2008 37
Tabela 6 – Aeronaves Comerciais da Boeing: Custo unitário, 1955-2008 38
Tabela 7 – 10 Maiores Grupos Aeroespaciais do Mundo: Faturamento e funcionários, 2007 48
Tabela 8 – 10 Maiores Grupos Aeroespaciais do Mundo: Segmentos de atuação, 2007 49
Tabela 9 – Conteúdo Estrangeiro em Aeronaves da Boeing, 1963-2008 56
Tabela 10 – Mercado Aeronáutico Internacional: Categoria de produto, 2007 66
Tabela 11 – Mercado Internacional de Aeronaves: Principais países exportadores por categoria de produto, 2007 67
Tabela 12 – Mercado Internacional de Aeronaves: Taxa de crescimento por categoria de produto, 2000 e 2007 68
Tabela 13 – Mercado Internacional de Componentes Aeronáuticos: Principais países exportadores por categoria de produto, 2007 75
Tabela 14 – Mercado Internacional de Aeronaves: Principais países exportadores, 2000 e 2007 .. 77
Tabela 15 – Fontes de financiamento do projeto *ERJ-145*, 1996 138
Tabela 16 – Fontes de financiamento do projeto *EMB-170/190*, 2004 141
Tabela 17 – Embraer: Investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), 2000-2007 153
Tabela 18 – Brasil: Maiores empresas exportadoras, 2000-2008 156
Tabela 19 – Participação dos aviões produzidos pela Embraer na frota da Força Aérea Brasileira, 2007 158
Tabela 20 – Brasil: Estrutura de controle dos 50 maiores grupos econômicos, 2007 159
Tabela 21 – Indústria Aeronáutica Mundial: 10 maiores empresas por país de origem, 2007 161
Tabela 22 – Maiores fabricantes mundiais de aeronaves comerciais, 2006-2007 162
Tabela 23 – Embraer: Mercados, aeronaves e preços, 2008 171
Tabela 24 – Frota de Helicópteros a Turbina no Brasil: Participação da Helibras de acordo com a categoria de uso, 2007 187
Tabela 25 – Indústrias de Alta Tecnologia no Brasil: Investimentos e funcionários em atividades internas de P&D, 2005 193
Tabela 26 – Indústrias de Alta Tecnologia no Brasil: Comércio exterior, 2007 194
Tabela 27 – Indústria Aeronáutica Brasileira: Comércio exterior, 2000-2007 194
Tabela 28 – Escolaridade dos Trabalhadores na Indústria Brasileira: Aeronáutica X Transformação, 2007 196
Tabela 29 – Remuneração Média do Trabalho na Indústria Brasileira: Aeronáutica X Transformação, 2007 196
Tabela 30 – Indústria Aeronáutica Brasileira: Grau de concentração econômica, 2007 205
Tabela 31 – Saldo Comercial da Indústria Aeronáutica Brasileira: Aeronaves X Componentes, 2000-2007 205
Tabela 32 – Indústria Aeronáutica Brasileira: Classificação das empresas de acordo com o porte, 2000 e 2007 206
Tabela 33 – Participação do Estado de São Paulo na Indústria Nacional: Aeronáutica X Transformação, 2007 209

Gráficos

Gráfico 1 – Indústria Aeronáutica Mundial: Evolução e ruptura da trajetória tecnológica, 1980-2015 9
Gráfico 2 – Indústria Aeronáutica Mundial: Evolução da liderança no segmento de aeronaves comerciais, 1900-2000 79
Gráfico 3 – Mercado Mundial de Grandes Aviões Comerciais: Boeing X Airbus, 1998-2007 93
Gráfico 4 – Embraer: Modelos de aeronaves comerciais entregues, 2002-2008 142
Gráfico 5 – Aviões Comerciais da Embraer: Evolução do preço X capacidade, 1972-2006 151
Gráfico 6 – Embraer: Receita líquida X Aeronaves comerciais, 1996-2008 154
Gráfico 7 – Embraer: Nível de escolaridade dos funcionários, 2008 155
Gráfico 8 – Embraer: Receita líquida, exportação e importação, 2000-2008 156
Gráfico 9 – Embraer: Estrutura de capital, dezembro de 2008 160
Gráfico 10 – Embraer: Composição da receita por segmento de mercado, 2002-2008 163
Gráfico 11 – Embraer: Composição da receita por região, 2002-2008 166
Gráfico 12 – Indústria Aeronáutica Brasileira: Destino das exportações por região, 2007 195
Gráfico 13 – Receita Líquida: Indústria Aeronáutica Brasileira X Embraer, 1996-2007 204
Gráfico 14 – Investimentos da Embraer: Total X P&D, 2000-2007 211
Gráfico 15 – 10 Maiores Grupos Aeroespaciais do Mundo, 2007 214
Gráfico Síntese – Aeronaves Comerciais e Militares: Evolução do custo unitário, 1950-2008 219

Quadros

Quadro 1 – Classificação das Aeronaves Militares: Segmentos e categorias 20
Quadro 2 – Indústria Aeronáutica Mundial: Estruturas de controle, 2007 52
Quadro 3 – Indústria Aeronáutica Mundial: Políticas públicas de consolidação, 2000-2007 61
Quadro 4 – Embraer: Composição do Conselho de Administração, dezembro de 2008 160
Quadro 5 – Principais Fabricantes de Jatos Comerciais com até 120 assentos: Modelos por categoria, 2008 164
Quadro 6 – Principais Fabricantes de Jatos Executivos: Modelos por categoria, 2008 168
Quadro 7 – Embraer: Parceiros de risco do *ERJ-145* 175
Quadro 8 – Embraer: Parceiros de risco da família *EMB-170/190* 177
Quadro 9 – Cadeia Produtiva da Embraer: Principais características por categoria de fornecedores, 1996-2005 183
Quadro Síntese I – Indústria Aeronáutica Mundial: Caracterização da dinâmica da inovação 218
Quadro Síntese II – Indústria Aeronáutica Mundial: Caracterização dos processos de concentração e coordenação 222

Figuras

Figura 1 – *Douglas DC-3* 8
Figura 2 – *Boeing 787 Dreamliner* 13
Figura 3 – *Boeing 787*: Matérias-primas utilizadas nos componentes estruturais (% do peso) 14
Figura 4 – Esquema de produção de seção da fuselagem em material composto 15
Figura 5 – *Boeing 787*: Parceiros de Risco 17
Figura 6 – Semelhança entre os projetos do *Boeing 787 Dreamliner* e do *Airbus A-350 XWB* 19
Figura 7 – Semelhança do design aerodinâmico dos aviões de caças de quinta geração *F-35 Lightning II* e *F-22 Raptor* 28
Figura 8 – *Lockheed Martin F-35 Lightning II*: Cabine 30
Figura 9 – *Lockheed Martin F-22 Raptor:* Parceiros de risco 32
Figura 10 – Indústria Aeronáutica Mundial: Processo de concentração no segmento de aeronaves comerciais, 1980-2008 46
Figura 11 – Cadeia Produtiva da Indústria Aeronáutica: Produtores de aeronaves e fornecedores 72
Figura 12 – Processo de Consolidação na Indústria Aeroespacial Norte-Americana, 1992-2001 .. 80
Figura 13 – Processo de Consolidação na Indústria Aeroespacial Européia, 1992-2000 89
Figura 14 – United Aircraft Corporation: Estrutura corporativa, 2009 108
Figura 15 – Fábrica do Galeão, 1946 119
Figura 16 – Vôo do primeiro protótipo do avião *Bandeirante*, 1968 125
Figura 17 – *AMX* 132
Figura 18 – *ERJ-145* 137
Figura 19 – *EMB-195, EMB-190, EMB-175* e *EMB-170* 143
Figura 20 – Embraer: Unidades produtivas no Brasil 146
Figura 21 – Embraer: Unidades produtivas e de assistência técnica no Mundo 148
Figura 22 – Embraer: Parceiros de risco do *ERJ-145* 176
Figura 23 – Embraer: Parceiros de risco do *EMB-170/190* 178
Figura 24 – *Helibras HB-350 Esquilo* 186

Introdução

O objeto de estudo do presente trabalho, a indústria aeronáutica[1], neste pouco mais de um século de existência, tem despertado o interesse de um grande número de pesquisadores. Os produtos finais dessa indústria, as aeronaves — basicamente aviões e helicópteros — incorporam um elevado nível de conhecimento e de técnica. Desde o *14 Bis* de Santos Dumont[2] até o modelo *787* da Boeing, as aeronaves são equipamentos que se apresentam muito próximos da fronteira tecnológica, do "estado da arte". Por isso, o interesse em se estudar uma indústria que tem se mantido na vanguarda tecnológica há mais de um século. A partir disso os pesquisadores se voltaram para os mais diferentes temas, entre eles, a construção da capacitação nas empresas, a importância da indústria no contexto econômico e, até mesmo, os estudos sobre o caráter estratégico dessa indústria, dado que as aeronaves apresentam uso dual, isto é, civil e militar.

No caso brasileiro, tem se observado, ao longo dos últimos anos, a publicação de um grande número de pesquisas que têm na indústria aeronáutica brasileira o centro de suas análises. Entre essas publicações encontram-se trabalhos acadêmicos, estudos técnicos de instituições públicas ou organizações privadas, livros de jornalistas especializados e de ex-dirigentes da própria indústria. Essa bem vinda fonte de dados e informações deve a sua proliferação ao excepcional desempenho da indústria aeronáutica brasileira ao longo da última década. Ela se tornou um caso atípico e singular, pois é a única indústria de alta tecnologia do país que conseguiu alcançar uma posição de destaque no mercado internacional[3].

A sua empresa líder, a Embraer — que praticamente se confunde com a própria indústria — é um caso particular de sucesso, posicionando-se entre as líderes mundiais. Em

---

[1] A indústria aeronáutica esta relacionada ao desenvolvimento, produção e manutenção de aeronaves. Isto compreende uma variada gama de produtos e serviços: aviões, helicópteros, conjuntos e partes estruturais, motores, componentes e peças, equipamentos de comunicação e navegação, sistemas e equipamentos embarcados. Também estão incluídos os serviços de manutenção, reparo e revisão geral de aeronaves, motores, componentes e sistemas de bordo, além de serviços de projeto e engenharia e serviços industriais relacionados (AIAB, 2008).

[2] Para uma análise da vida e obra de Santos Dumont, e da controvérsia com os irmãos Wright sobre o vôo da primeira aeronave mais pesada que o ar, ver DRUMOND (2009) e CROUCH (2008).

suma, o único *global player* nacional de um setor de alta tecnológica. Nesse sentido, a quase totalidade dos estudos referentes à indústria aeronáutica brasileira teve como objetivo principal a análise de uma ou mais dimensões econômicas da Embraer[4]. Nesse contexto, tive a oportunidade de participar de alguns estudos em que a indústria aeronáutica brasileira ou a Embraer eram o foco central.

A partir da realização dos estudos setoriais e de reflexões mais aprofundadas sobre o tema foi possível constatar que a indústria aeronáutica mundial está passando por um grande processo de transformação. Dessa maneira, foram formuladas duas questões: Primeiro, qual a natureza e profundidade das mudanças que estão ocorrendo na indústria aeronáutica em âmbito mundial? Segundo, de que forma essas mudanças afetam a indústria aeronáutica brasileira como um todo e a sua empresa líder, em particular? Nesse sentido, apesar da preocupação central continuar sendo a competitividade da indústria brasileira, o foco da minha análise se deslocou para o estudo da indústria aeronáutica mundial.

Na revisão bibliográfica, verificou-se que a literatura internacional sobre o tema é suficientemente ampla, entretanto, muito segmentada. Tradicionalmente, os estudos têm como objetivo a análise de segmentos, categorias ou mesmo o *estudo de caso* de uma determinada empresa ou aeronave. Praticamente não se encontram publicações que tratam da indústria aeronáutica como um todo, que analisem os segmentos comercial e militar de forma conjunta. Uma limitação ainda mais importante encontrada na literatura internacional refere-se à carência de trabalhos dedicados ao entendimento da dinâmica competitiva e da estrutura de mercado da indústria aeronáutica mundial. Por outro lado, os estudos de teoria econômica raramente enfocam um setor em particular, de forma que, na melhor das hipóteses, a indústria aeronáutica foi tratada como um apêndice, sendo utilizada para exemplificar um ou outro conceito teórico específico[5]. Como exceções destacam-se os

---

[3] Pelo critério da OCDE as indústrias de alta tecnologia são: aeroespacial, farmacêutica, informática, equipamentos eletrônicos e de comunicação e instrumentos de precisão (OECD, 2008).

[4] Entre esses trabalhos destacam-se: BERNARDES (2000b), que enfatiza a relação da Embraer com o Estado; MARTINEZ (2007), que foca a internacionalização da Embraer; GOMES et. al. (2005), LIMA et. al. (2005), OLIVEIRA (2005) e MONTORO & MIGON (2009), que centram a análise na relação da Embraer com seus fornecedores. Outros trabalhos ainda focam aspectos financeiros, comerciais e organizacionais da empresa líder da indústria aeronáutica brasileira.

[5] Cabe ressaltar o trabalho de UTTERBACK (1996), que utiliza exemplos da indústria aeronáutica para exemplificar o conceito de projetos dominante.

trabalhos de Mowery & Rosenberg (2005 e 2006), que procuram unificar e aprofundar a análise da indústria aeronáutica com a teoria econômica.

Nesse sentido, o primeiro objetivo desse trabalho é avançar no entendimento da dinâmica da inovação e da estrutura que constituem a indústria aeronáutica mundial. Analisar os fatores que determinam o processo evolutivo dessa indústria, além de realizar um mapeamento da estrutura de mercado em nível mundial que interprete o desempenho competitivo dos principais países produtores de aeronaves e das suas respectivas empresas líderes. O segundo objetivo, derivado do primeiro, é realizar um estudo mais aprofundado da indústria aeronáutica brasileira e da sua inserção internacional. Desse modo, a análise estará centrada no desempenho competitivo da sua estrutura produtiva, com destaque para a avaliação da empresa líder, Embraer. A partir disso, verificar quais os principais desafios competitivos colocados para o setor aeronáutico brasileiro em face das transformações que estão ocorrendo na indústria aeronáutica em nível mundial.

De acordo com que foi apresentado são formuladas duas hipóteses:

Hipótese 1: a indústria aeronáutica mundial está passando por profundas transformações, a exacerbação do dinamismo inovador está levando a uma maior concentração da estrutura produtiva que, por sua vez, possibilita esse maior dinamismo da inovação.

Hipótese 2: as profundas transformações, consideradas na hipótese anterior, estão colocando em xeque as vantagens competitivas construídas pela indústria aeronáutica brasileira, de modo que esta indústria terá de construir novas competências para manter a posição de liderança no contexto internacional.

O presente trabalho está estruturado em quatro capítulos, descritos a seguir. O primeiro capítulo realiza a discussão sobre a dinâmica da inovação e as mudanças estruturais da indústria aeronáutica mundial, ao mesmo tempo em que são definidos os marcos teóricos necessários para essa análise. A construção dos fundamentos teóricos e da análise setorial é feita de forma concomitante e complementar, dado que a teoria fornece os fundamentos para o estudo setorial, enquanto a avaliação dos casos reais sanciona a teoria apresentada. Cabe destacar que a análise teórica está fundamentada nos autores neoschumpeterianos, além de utilizar conceitos de autores institucionalistas e da Teoria dos

Custos de Transação. O capítulo está dividido em três partes e, na primeira, será realizada uma análise da dinâmica da inovação na indústria aeronáutica. As dinâmicas da inovação dos segmentos comercial e militar são apresentadas de maneira separada, demonstrando as semelhanças e diferenças que existem entre elas e, principalmente, como interagem. Na seqüência, discute-se as relações da dinâmica da inovação com os custos das aeronaves — particularmente os custos de desenvolvimento — e com a incerteza. A segunda parte do capítulo trata das mudanças estruturais da indústria aeronáutica, destacando-se o avanço dos processos de concentração e coordenação em torno das empresas líderes. Por fim, estará demonstrado que essas grandes empresas aeronáuticas são, ao mesmo tempo, causa e resultado do amplo processo de reestruturação dessa indústria.

O segundo capítulo, que descreve a indústria aeronáutica mundial, está dividido em duas partes. Na primeira, será apresentada a classificação e o dimensionamento do mercado internacional em diferentes segmentos. Nesta descrição são verificadas as principais características, empresas e desempenho de cada um dos segmentos de mercado. A segunda parte do capítulo está centrada no estudo das indústrias aeronáuticas dos principais países produtores de aeronaves, com ênfase na avaliação das empresas líderes. As informações necessárias foram alcançadas através de uma ampla revisão bibliográfica e de fontes secundárias, com destaque para os dados obtidos dos relatórios anuais das empresas aeronáuticas.

No terceiro capítulo foi elaborada uma extensa análise da indústria aeronáutica brasileira. De início é apresentada a evolução histórica dessa indústria, desde os primeiros empreendimentos nos anos 30 até a constituição da Embraer no final dos anos 60. A partir disso, procura se compreender como a Embraer construiu um diferencial competitivo a ponto de se posicionar entre as líderes mundiais. Na seqüência há uma avaliação da cadeia produtiva da empresa líder, na qual se destaca a constituição das parcerias de risco. Depois são apresentados os nichos de mercado do setor aeronáutico, no caso, helicópteros, aviões leves, veículos aéreos não tripulados e serviços aeronáuticos. O capítulo segue analisando as principais características da indústria aeronáutica brasileira: caráter estratégico, decisiva participação estatal, existência de uma infra-estrutura compatível e a elevada concentração, tanto da estrutura produtiva como na localização. Por fim, o terceiro capítulo realiza uma discussão sobre os principais desafios que estão sendo colocados à indústria aeronáutica

brasileira. O capítulo foi realizado a partir de uma exaustiva revisão bibliográfica, das fontes secundárias e, principalmente, das informações obtidas através de diversas entrevistas realizadas junto aos dirigentes das empresas, associações de classe e instituições públicas que fazem parte da indústria aeronáutica brasileira.

Por fim, no quarto e último capítulo são realizadas as considerações finais, demonstrando-se a nova configuração do setor aeronáutico mundial e os desafios impostos a inserção da indústria aeronáutica brasileira.

I. Indústria Aeronáutica Mundial: Dinâmica da Inovação e Mudanças Estruturais

I.1. A Dinâmica da Inovação na Indústria Aeronáutica

Desde sua origem no início do século XX, com os vôos do *14 Bis*, de Santos Dumont, e do *Flyer*, dos irmãos Wright, a evolução da indústria aeronáutica mundial tem se dado através da introdução de inovações tecnológicas. Sendo assim, é fundamental para a análise dessa indústria a compreensão da dinâmica da inovação e das suas conseqüências para a estrutura produtiva. Inicialmente, serão apresentadas as características básicas da inovação na indústria aeronáutica. Dado que os segmentos de aeronaves comerciais e militares apresentam padrões de inovação diferenciados, eles serão analisados separadamente. Na seqüência, será enfocada a relação existente entre a incorporação de novas tecnologias e o crescente custo das aeronaves. Por fim, será feita uma análise sobre o efeito da incerteza na dinâmica da inovação da indústria aeronáutica.

I.1.1. Características Básicas da Inovação na Indústria Aeronáutica

O padrão de concorrência da indústria aeronáutica está centrado na contínua e crescente introdução de inovações, particularmente tecnológicas[6]. Contudo, a mudança técnica não ocorre por acaso, não é aleatória. Na maioria das vezes, ela avança de maneira cumulativa, baseando-se nas inovações realizadas anteriormente[7]. *"Em geral, os avanços tecnológicos de hoje tendem a seguir os avanços de ontem, baseados sobre e a partir do que foi previamente alcançado, melhorando-os em várias direções"*[8]. Por sua vez, essa natureza cumulativa das inovações faz com que ela se expresse de maneira relativamente

---

[6] *"Definimos tecnologia como um conjunto de parcelas de conhecimento — tanto diretamente "prático" (relacionado a problemas e dispositivos concretos), como "teórico" (mas praticamente aplicável, embora não necessariamente já aplicado) — de know-how, métodos, procedimentos, experiências de sucessos e insucessos e também, é claro, dispositivos físicos e equipamentos"* (DOSI, 2006, p.40).

[7] Para uma análise mais profunda sobre a trajetória da mudança técnica, ver DOSI, 2006.

[8] SILVA, 2004, p.225.

ordenada, seguindo uma trajetória tecnológica, uma trajetória "normal" de evolução do progresso técnico[9].

Como exemplo dessa trajetória tecnológica, "o advento do D*C-3 nos anos 1930 definiu um regime tecnológico particular, de aviões com casco totalmente metálicos, asas baixas e motor a pistão. Seus engenheiros tinham noções relativas ao potencial desse regime. Por mais de duas décadas as inovações em projetos de aeronaves envolveram essencialmente uma melhor exploração desse potencial: mediante o aprimoramento dos motores, o aumento do tamanho dos aviões e de sua eficiência"*[10].

Figura 1 – *Douglas DC-3*

Fonte: Douglas Aircraft Company.

Entretanto, a introdução de uma inovação radical[11] tem como resultado a ruptura da trajetória tecnológica até então vigente. Na indústria aeronáutica, as inovações radicais tem se apresentado na forma de produtos tecnologicamente novos: *"De acordo com o Manual de Oslo, 'produto tecnologicamente novo é aquele cujas características fundamentais*

[9] *"Definimos a trajetória tecnológica como o padrão de atividade "normal" de resolução do problema (isto é, do "progresso"), com base num paradigma tecnológico"* (DOSI, 2006, p.42).

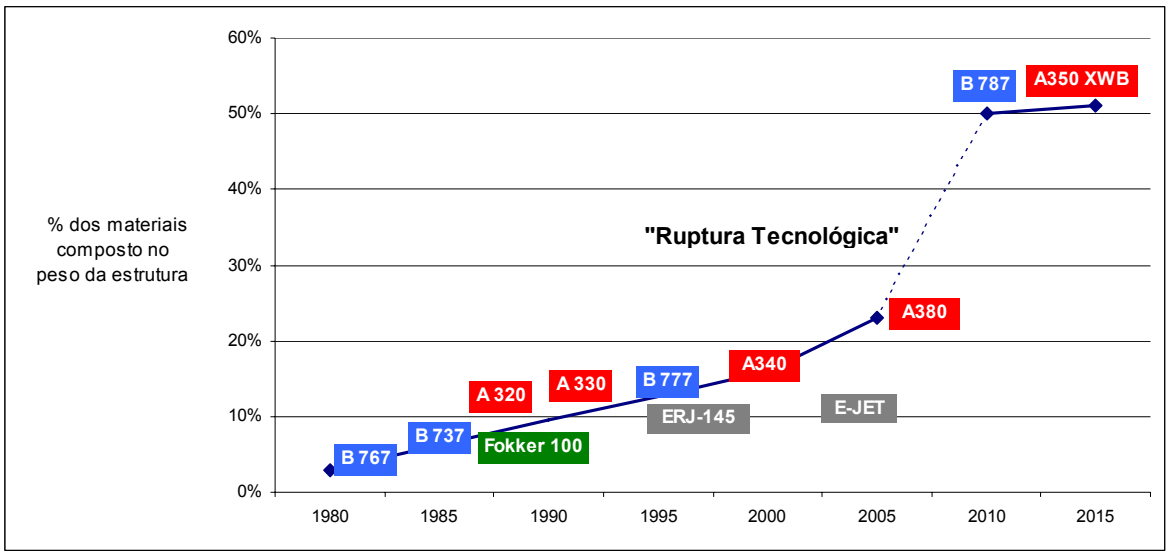
[10] NELSON & WINTER, 2005, p.373-374. Cabe destacar que estes autores utilizam o termo "trajetórias naturais" ao invés de "trajetórias tecnológicas".

[11] Segundo FREEMAN (1984, p.497): *"most of these are concentrated in deep depressions, we have maintained that they are more randomly distributed. They are discontinuous events and their diffusion (as*

diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa'. Inclui também aperfeiçoamentos tecnológicos de produtos previamente existente cujo desempenho foi substancialmente aprimorado através da utilização de novas matérias-primas ou componentes e subsistemas de maior rendimento"[12].

Um dos principais exemplos de inovação radical na indústria aeronáutica comercial está relacionado com a introdução dos motores a jato, em meados dos anos 50. A introdução desse novo sistema de propulsão revolucionou a forma de se desenvolver, produzir e utilizar um avião comercial. Atualmente, o segmento comercial da indústria aeronáutica está passando por um novo momento de descontinuidade da trajetória tecnológica. Como pode ser observado no gráfico 1, desde os anos 80, os materiais compostos vem sendo crescentemente utilizados nos aviões comerciais, mas de forma complementar. Contudo, os novos projetos da Boeing e da Airbus rompem com os acréscimos incrementais dos materiais compostos, transformando-os na principal matéria-prima das novas aeronaves.

Gráfico 1 – Indústria Aeronáutica Mundial: Evolução e ruptura da trajetória tecnológica, 1980-2015



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer e de outras fontes secundárias.

A introdução de inovações, particularmente as de caráter disruptivo, está assentada nos elevados esforços de pesquisa e desenvolvimento (P&D) realizados pela indústria

---

opposed to their first introduction) may often take a cyclical form and may be associated with long cycles of the economy as a whole. A new material (...) is an example of such innovations".

aeronáutica. Além disso, *"uma característica central para o entendimento do processo de inovações no ramo da indústria aeronáutica comercial reside na grande complexidade sistêmica do produto final"*[13], no fato das aeronaves serem compostas por uma crescente variedade de componentes e sistemas. Isso faz com que a indústria aeronáutica se beneficie não apenas da tecnologia gerada internamente, mas também passe a absorver, melhorar e aplicar as inovações desenvolvidas por outras indústrias, como a mecânica, a eletrônica[14], a química e a metalúrgica[15]. *"Embora a P&D da "própria" indústria de aeronaves tivesse sido essencial para a absorção e aplicação de tecnologias desenvolvidas fora de seus domínios, a pesquisa externa a essa indústria foi tão importante para o desenvolvimento de seu desempenho quanto a realizada dentro dela"*[16]. Sendo assim, *"a indústria aeronáutica beneficiou-se desproporcionalmente do fluxo intersetorial de inovações que caracteriza as economias modernas"*[17].

Por fim, o grande dinamismo inovador da indústria aeronáutica é corroborado pelo crescente nível de exigência do mercado, tanto o comercial quanto o militar, que buscam aeronaves cada vez mais seguras, econômicas e eficientes. Segundo os estudos realizados por Mowery & Rosenberg (2006, p.247), *"os custos operacionais diretos por milha-passageiro caíram mais de 90% entre a época dos trimotores Ford e Fokker dos anos 20 e a dos grandes aviões de transporte com motores turboélice high-bypass-ratio dos anos 70. A capacidade de transportar passageiros e a velocidade dos aviões aumentaram a um fator vinte durante esse período. Outras medidas de desempenho, e também índices como os de segurança e de conforto dos passageiros, apresentaram melhorias significativas ao longo do período"*.

---

[12] TIGRE, 2006, p.73.

[13] MOWERY & ROSENBERG, 2006, p.247.

[14] No início dos anos 50, os *"fabricantes de aeronaves ou órgãos do governo compraram dez dos dezenove primeiros computadores IBM 701 de uso geral"* (CROUCH, 2008, p.548). Por outro lado, diversas empresas de computadores encontraram sua origem nas empresas aeronáuticas (CROUCH, 2008, p.557).

[15] *"O advento do motor a jato levou a metalurgia a assumir uma importância substancial para os avanços na tecnologia de propulsão"* (MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.83).

[16] MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.84.

[17] MOWERY & ROSENBERG, 2006, p.248.

I.1.2. A Dinâmica da Inovação na Produção de Aviões Comerciais

A Aviação Comercial e os Projetos Dominantes

A evolução tecnológica da indústria aeronáutica comercial é marcada, desde sua origem, pela existência de projetos dominantes. Segundo Utterback (1996, 26): *"Um projeto dominante, em uma classe de produto, é, por definição, aquele que adquire a fidelidade do mercado, aquele que os concorrentes e inovadores precisam adotar para terem pelo menos a esperança de dominar uma parcela significativa do mercado. O projeto dominante geralmente adquire a forma de um novo produto sintetizado a partir de inovações tecnológicas introduzidas de forma independente em variações do produto anteriores"*.

Na aviação comercial, *"o caso do avião DC-3 é um exemplo de como o consenso pode ser obtido em um produto*[18]*. O DC-3 (...) é o ápice de inovações anteriores e estabeleceu o padrão para aeronaves comerciais por duas décadas. Ele não foi o maior, nem o mais rápido, nem o avião com maior raio de ação a voar quando foi lançado, mas era simplesmente o único avião econômico, grande e rápido, capaz de voar longas distâncias. O DC-3 atendeu a necessidades de mercado de maneira tão eficaz que, na verdade, ele forneceu os conceitos básicos para o projeto de aeronaves comerciais desde o instante de sua criação, na metade da década de 30, até o aparecimento dos jatos comerciais no final dos anos 50"*[19].

Com a entrada em operações dos aviões a jato, um novo projeto dominante foi estabelecido, o do *Boeing 707*. Embora não tenha sido a primeira aeronave a jato a operar vôos comerciais[20], foi o primeiro a ter grande sucesso comercial, permitindo a popularização das viagens internacionais. Dessa maneira, a partir de sua origem, o *Boeing*

---

[18] *"O DC-3, uma aeronave de 21 passageiros, transportou 95% de todo o tráfego comercial nos EUA em 1938 e era usado por trinta companhias aéreas estrangeiras"* (MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.76).

[19] UTTERBACK, 1996, p.93.

[20] *"Apesar de ter sido usado em aplicações militares nos meses finais da Segunda Guerra Mundial e na Guerra da Coréia, o motor a jato não desfrutou de sucesso nos mercados civis até o fim dos anos 1950. Ilustrando os riscos de ser o "primeiro do mercado" na aplicação de uma nova tecnologia que tinha significativas incertezas quanto a seu desempenho, a introdução dos vôos comerciais a jato pela British Overseas Airline Corporation em 1952 através do Comet da DeHavilland acabou sendo um desastre. A falha em prever a fadiga dos metais no desenho da DeHavilland resultou em uma série de acidentes e no fracasso comercial da aeronave" (*MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.80).

707 definiu os novos parâmetros para os aviões comerciais. Apesar de ter encerrado sua produção em 1978, os conceitos básicos introduzidos pelo *Boeing 707* continuam sendo utilizados até hoje pela indústria produtora de aeronaves comerciais: *"Se hoje Boeing é sinônimo de jatos comerciais, isto se deve ao 707"*[21].

A introdução de um projeto dominante resulta em uma nova trajetória tecnológica, de tal forma que as inovações posteriores passam a ser de caráter incremental, até o surgimento de um novo projeto dominante. Foi assim com o *Douglas DC-3*, no qual as inovações incrementais permitiram o surgimento de aeronaves pressurizadas, como o *Boeing 307 Stratoliner*, maiores e com alcance mais longo, como o *Lockheed Constelattion*, ou que utilizassem motores turboélices, como o *Vickers Viscount*, mas todos os três mantiveram os conceitos básicos definidos pelo *Douglas DC-3*. Com relação ao *Boeing 707*, a contínua introdução de inovações possibilitou um grande aprimoramento das aeronaves, fabricadas não apenas pela Boeing, mas também pelas suas concorrentes. Nas últimas décadas foram produzidos aviões bem maiores, como o *Boeing 747* e o *Douglas DC-10*, e também foram incorporadas as tecnologias digitais trazidas pelo *Airbus A-320*[22], mas todas essas inovações podem ser consideradas incrementais, pois os parâmetros estabelecidos pelo projeto do *Boeing 707* ainda continuam vigentes.

Nas últimas décadas o único projeto que ameaçou desbancar o *Boeing 707* como projeto dominante foi o do avião franco-britânico *Concorde*, que entrou em operação comercial em 1976[23]. Esse foi único avião comercial supersônico a entrar em operação[24], mas, apesar do grande avanço tecnológico, não foi aceito pelo mercado, demonstrando que *"a idéia de projeto dominante é conceitualmente mais ampla do que a concorrência técnica e progresso"*[25]. Vários fatores contribuíram para o fracasso comercial dessa

---

[21] JETSITE, 2008a.

[22] O *Airbus A-320* entrou em operação em 1987, sendo o primeiro avião comercial controlado por computador. *"O A320 foi também o primeiro avião "paperless", desenvolvido em computadores e o primeiro avião a ser construído em larga escala a usar a tecnologia "fly-by-wire" de comando, substituindo controles mecânicos e hidráulicos"* (JETSITE, 2008b).

[23] O *Concorde* foi produzido a partir de uma aliança estratégica entre a companhia britânica British Aircraft Corporation (BAC) e a companhia francesa Aerospatiale (ANGELUCCI, 1979, p.178).

[24] O avião russo *Tupolev Tu-144* foi na realidade o primeiro avião civil supersônico do mundo, mas nunca entrou em operação comercial, tendo sido construído apenas dois protótipos, um dos quais perdido em acidente. O *Tu-144* e o *Concorde* apresentavam muitas semelhanças no projeto, demonstrando que existia o desejo de se ter um avião comercial supersônico, como projeto dominante (ANGELUCCI, 1979, p.179).

[25] UTTERBACK, 1996, p.29.

aeronave: a crise do petróleo dos anos 70, as dificuldades financeiras das companhias aéreas, o alto custo das passagens, o acidente com avião russo concorrente e os problemas ambientais como ruído e poluição. No final, a Air France e British Airways sobreviveram como únicas compradoras do *Concorde*, que foi retirado de serviço no ano de 2003[26].

O "Futuro" Projeto Dominante: Boeing 787 Dreamliner

Uma nova aeronave, o *Boeing 787 Dreamliner* — que tende a ser o novo projeto dominante da aviação comercial — foi apresentado ao público, em julho de 2007, e deve entrar em operação a partir de 2010[27]. O *Boeing 787* é um jato comercial bimotor, de longo alcance, com capacidade para transportar entre 210 e 330 passageiros, dependendo da versão. Apesar de não atingir velocidade mais elevada que os aviões atualmente em uso, esse novo projeto apresenta um conjunto de inovações radicais que rompem com os conceitos básicos estabelecidos pelo *Boeing 707*. O custo de desenvolvimento[28] do *Boeing 787*, cujas pesquisas foram iniciadas em 2004, está estimado em US$ 13,4 bilhões.

Figura 2 – *Boeing 787 Dreamliner*

Fonte: Boeing.

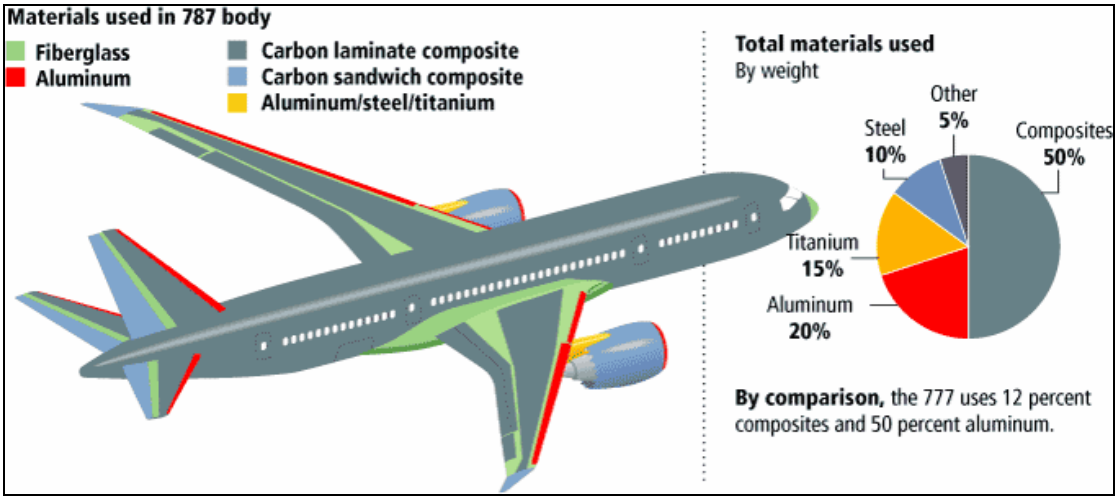
[26] ANGELUCCI, 1979, p.178.

[27] THE BOEING CO, 2008.

[28] *"É importante ressaltar que o custo é incorrido tanto de forma direta (P&D) quanto indireta, ao admitir perdas durante as fases iniciais do aprendizado tecnológico"* (SOUZA, 2007, p.166).

A principal inovação tecnológica trazida pelo *Boeing 787* se refere à utilização de novos materiais. A importância dessa inovação se deve tanto ao seu caráter disruptivo quanto pela sua abrangência, isto é, a capacidade de encadear inovações complementares. Desde os anos 30, os aviões vêm sendo construídos predominantemente de alumínio. Todavia, nas últimas décadas houve a introdução de novos materiais, que sempre foram complementares. Por exemplo, o *Boeing 777*, a mais recente aeronave da Boeing em produção, utiliza em torno de 12% de materiais compostos e 50% de alumínio. Já o *Boeing 787* utiliza apenas 20% de alumínio e 50% de materiais compostos, que são mais leves e resistentes que o alumínio.

Figura 3 – *Boeing 787*: Matérias-primas utilizadas nos componentes estruturais (% do peso)



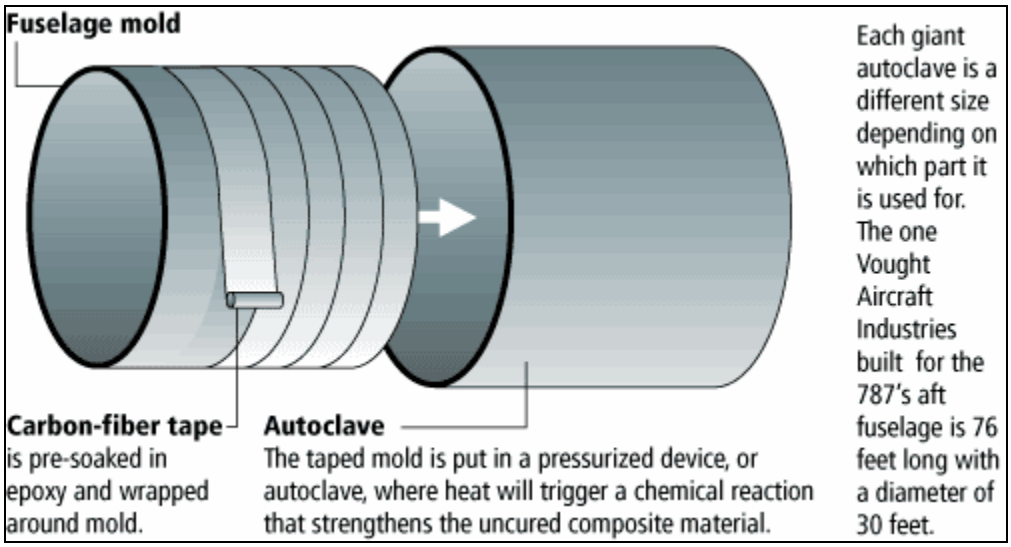
Fonte: Boeing.

Os materiais compostos são utilizados na fuselagem, asas, leme, portas e interior, somando aproximadamente 35 toneladas por avião. A utilização de novos materiais modifica não apenas o processo de fabricação da nova aeronave, como também o seu projeto, especialmente no que se refere ao desempenho e conforto, como pode ser visto a seguir:

- Manufatura: as inovações no processo produtivo são radicais, alterando-se o modo de produzir um avião. Por exemplo, a fuselagem feita em seções (peças únicas) de material composto elimina aproximadamente 1.500 placas de alumínio e 50.000 rebites utilizados nos modelos convencionais. *"O material composto é mais caro que o alumínio, mas pode integrar diversas peças e componentes em uma única unidade, reduzindo os*

custos de montagem. Quanto maior a integração, menor serão os custos de produção. O Boeing 787 é um projeto revolucionário, pois o nível de utilização e de integração de materiais compostos é elevadíssimo, nunca tentado em uma aeronave comercial desse porte"[29]. Outro importante avanço utilizado no processo produtivo do *Boeing 787* é o *Friction Stir Welding (FSW)*[30], que permite a junção de partes e peças, sem a necessidade de rebites ou soldagem. Ao introduzir essas inovações, permite-se que o processo de montagem seja muito mais rápido, com a estimativa que a montagem final de um *Boeing 787* leve apenas três dias.

Figura 4 – Esquema de produção de seção da fuselagem em material composto



Fonte: Boeing.

- Manutenção: os materiais compostos apresentam menor fadiga e corrosão. Além disso, a inspeção passa a ser apenas visual, diminuindo, dessa maneira, os prazos e custos de manutenção da aeronave. Enquanto um *Boeing 767* precisa fazer uma revisão completa a cada seis anos, no *Boeing 787* a previsão é que seja feita a cada doze anos.

- Desempenho: o *Boeing 787* é um avião mais econômico e, consequentemente, com maior alcance do que os aviões atualmente produzidos, isso porque os materiais

[29] Entrevista concedida pelo Dr. Fernando C. Ferraz, Diretor de Engenharia e Qualidade da Akaer Engenharia Ltda, em 4 de dezembro de 2008.

[30] A *Friction Stir Welding (FSW)* foi criada no The Welding Institute (TWI), na Inglaterra, em 1991. É um processo de soldagem no estado sólido que utiliza severa deformação plástica localizada para produzirem juntas de solda entre uma variedade de materiais diferentes, com altas propriedades mecânicas, em relação àquelas alcançadas com soldas por fusão (ALUAUTO, 2008).

utilizados são mais leves, além de permitirem inovações de engenharia que tornam o projeto mais aerodinâmico. Estima-se que o *Boeing 787* consumirá 20% menos combustível do que os aviões atualmente em produção.

- Turbinas: a Boeing exigiu de seus fornecedores a criação de novas turbinas, e não apenas adaptações de modelos já existentes, como é o padrão do mercado. Além disso, pela primeira vez, turbinas de diferentes fabricantes, no caso da GE[31] e da Rolls-Royce[32], apresentam um padrão único de interface com a aeronave[33].

- Sistemas: utilização de modernos e avançados sistemas de navegação, controle de estabilidade, redução de ruído, monitoramento estrutural e economia de combustível. Entre os sistemas de navegação do *Boeing 787* destaca-se o *Avionics Full-Duplex Switched Ethernet (AFDX)* para transmitir dados entre diferentes aeronaves, permitindo uma maior autonomia em relação ao controle de solo. O *Boeing 787* também é o primeiro avião que possui um sistema criado para dar aos passageiros o acesso à internet sem fio.

- Conforto: a adoção dos novos materiais e de inovações complementares possibilita uma grande melhoria no conforto da aeronave: a) a qualidade do ar aumenta, pois há maior umidade e aumento na purificação; b) a maior pressurização da cabine deixa os passageiros menos cansados após o vôo; c) as janelas passam a ser bem maiores que as utilizadas atualmente, dando uma melhor visão externa para os passageiros, além de serem escurecidas sem perder a transparência, através de um sistema eletrocrômico; d) a introdução de um "sistema de supressão das rajadas verticais"[34] proporciona um menor nível de turbulência; e) a utilização de LEDs[35] ao invés de lâmpadas convencionais permite a mudanças do tipo de iluminação ao longo do vôo; f) os novos materiais e as turbinas mais eficientes fazem com que o novo avião seja até 60% mais silencioso que os modelos atuais.

---

[31] A firma norte-americana desenvolveu sua nova turbina, a *GE Next-generation (GEnx)*, em parceria com firmas japonesas, sul-coreanas e européias, que responderam por 36% dos custos deste projeto (GE, 2007).

[32] A firma inglesa desenvolveu sua nova turbina, a *Rolls-Royce Trent 1000*, em parceria com firmas japonesas e norte-americanas, que responderam por 35% dos custos deste projeto (ROLLS-ROYCE, 2007).

[33] Este padrão único de interface permite que a substituição das turbinas de um fabricante para outro não implique em nenhuma modificação na aeronave e, consequentemente, em nenhum custo extra por esta substituição.

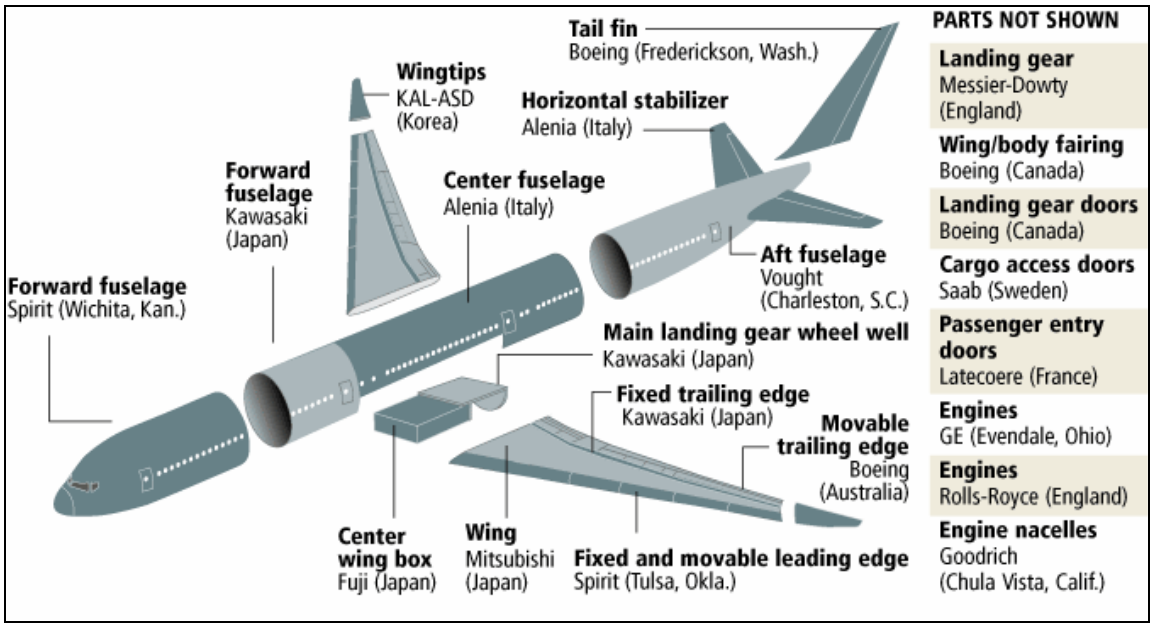
[34] O sistema de supressão das rajadas verticais utiliza sensores ao redor da aeronave para medir as rajadas de vento e automaticamente compensá-las (THE BOEING CO, 2008).

[35] As *Light-Emitting Diode* (*LEDs)* utilizadas no *Boeing 787* permitem a combinação de 128 tipos de cores (WEBAVIATION, 2008).

- Meio ambiente: estruturas leves e melhor design aerodinâmico, juntamente com turbinas mais eficientes fazem do *Boeing 787* a aeronave comercial mais avançada no aspecto ambiental, particularmente no que se refere as emissões de carbono e de ruído[36].

Além das inovações tecnológicas acima apresentadas, a Boeing também inovou na sua relação com o restante da cadeia produtiva. Apenas a montagem final do *Boeing 787* será realizada nas instalações da empresa, em Everett (Estado de Washington), e praticamente todos os componentes estruturais e sistemas serão fabricados pelos seus parceiros de risco, nacionais ou estrangeiros. Cabe destacar que mais de 70% dos componentes estruturais serão feitos por parceiros localizados no exterior[37]. Novas plantas no Japão e na Itália, juntamente com as dos EUA serão responsáveis pela produção das grandes estruturas em materiais compostos, no caso, seções da fuselagem e asas[38]. Além disso, as grandes estruturas terão vários componentes pré-instalados, diminuindo o tempo de montagem final da aeronave.

Figura 5 – *Boeing 787*: Parceiros de Risco



Fonte: Boeing.

[36] Além disso, a Boeing está testando o uso de biocombustível junto ao querosene de aviação (QAV) tradicional (NASCIMENTO, 2009).

[37] Entre os parceiros de risco localizados no exterior também são contabilizadas duas unidades da Boeing localizadas no Canadá e na Austrália (THE BOEING CO, 2008).

[38] A Boeing adaptou três aeronaves *Boeing 747* para o transporte das grandes aeroestruturas produzidas pelos seus parceiros, que passaram a ser denominadas como *Boeing 747 Dreamlifter* (THE BOEING CO, 2008).

Entre os parceiros de risco destacam-se as empresas japonesas, que são responsáveis pela produção de 35% dos componentes estruturais da aeronave, inclusive as asas principais. Em contrapartida, o governo do Japão aportou cerca de US$ 1,5 bilhão, em créditos subsidiados, para as firmas japonesas participantes do programa *Boeing 787*. Cabe destacar, que é a primeira vez que a Boeing transfere a produção das asas principais para uma empresa fornecedora, no caso a Mitsubishi. Outro parceiro estratégico que se sobressai é a empresa italiana Alenia, do grupo Finmeccanica, responsável pela produção da seção central da fuselagem e dos estabilizadores horizontais. Com relação às empresas norte-americanas, duas se destacam na produção e montagem de componentes estruturais, a Spirit Aerosystems Inc. e a Vought Aircraft Industries.

Tabela 1 – *Boeing 787*: Fontes de financiamento do desenvolvimento (P&D), 2008

Fontes do Financiamento	Valor (US$ milhões)	Itens	Contribuição
Boeing	4.200	Funding de lançamento	Autofinanciamento
Apoio aos Fornecedores[1]	3.100	Fornecedores em geral	Custos não recorrentes
Estado de Washington	3.200	Montagem final	Subsídio à produção
Estado do Kansas	200	Cabine	Títulos
Governo Japonês	1.588	Asas e Seção dianteira da fuselagem	Subsídio à produção
Governo Italiano	590	Fuselagem central	Subsídio à produção
Aeronave de Transporte Especial[2]	516	Transporte da produção	Subsídio à produção
Total	13.394		

1. Estimado por Pritchard & MacPherson como apoio da Boeing aos fornecedores.

2. A Boeing procurou subsídios dos governos cujas empresas participam do empreendimento para compra e conversão das aeronaves (*Boeing 747 Dreamlifter*) que transportarão as partes para a montagem final.

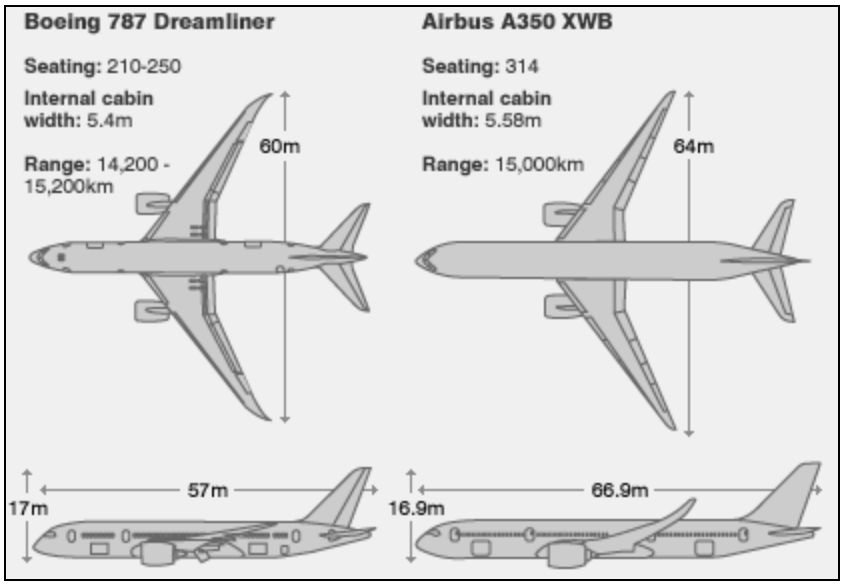
Fonte: Adaptação de PRITCHARD & MACPHERSON. In: SOUZA, 2007.

Como visto anteriormente, além de um conjunto de inovações tecnológicas, um projeto dominante *"é, por definição, aquele que adquire a fidelidade do mercado, aquele que os concorrentes e inovadores precisam adotar"*. Nesse aspecto mercadológico, o *Boeing 787* apresenta grandes possibilidades de se estabelecer como o novo projeto dominante da indústria aeronáutica comercial. No dia de seu lançamento, em 2007, mais de 670 unidades já haviam sido encomendadas por 48 companhias aéreas internacionais. Nenhum outro avião do mundo vendeu tantas unidades antes de realizar seu primeiro vôo.

Quanto ao fato de ser "copiado", a comprovação vem da sua única concorrente, a européia Airbus. O projeto *A-350*, lançado em 2004, precisou ser totalmente modificado e

relançado em 2006, agora como *A-350 XWB*. Essa nova aeronave da Airbus passou a incorporar a maioria das inovações introduzidas pelo *Boeing 787*, mas em compensação teve seu custo de desenvolvimento mais que dobrado, passando de US$ 5,3 bilhões para US$ 13,5 bilhões[39], além de um atraso de pelo menos quatro anos no lançamento. A previsão atual é que o *Airbus A-350 XWB* entre em produção em 2013, três anos depois do *Boeing 787*. Dessa maneira, a imitação promovida pela Airbus corrobora a expectativa de que o modelo *787* da Boeing será o novo projeto dominante da indústria aeronáutica comercial.

Figura 6 – Semelhança entre os projetos do *Boeing 787 Dreamliner* e do *Airbus A-350 XWB*



Fonte: Airbus.

[39] *"Estima-se que o novo avião da Airbus, o A350XWB, que deverá concorrer diretamente com o Boeing 787, poderá custar US$ 13,5 bilhões em P&D, além de US$ 2 bilhões em gastos de capital"* (SOUZA, 2007, p.188).

I.1.3. A Dinâmica da Inovação na Produção de Aviões Militares

A Aviação Militar e as Gerações de Aeronaves

Desde a II Guerra Mundial, o domínio dos céus é um dos elementos fundamentais para a vitória num conflito militar. Como destacado pelo marechal alemão Erwin Rommel: *"Anyone who has to fight, even with the most modern weapons, against an enemy in complete command of the air, fights like a savage against modern European troops, under the same handicaps and with the same chances of success"*[40]. Sendo assim, a aviação militar tem como objetivo primordial a supremacia aérea. Para cumprir esse objetivo o poder aéreo necessita de aeronaves militares, que são utilizadas tanto para as operações de combate propriamente ditas como para as operações de apoio, conforme pode ser observado no quadro a seguir.

Quadro 1 – Classificação das Aeronaves Militares: Segmentos e categorias

Segmento	Categoria de Aeronaves
Aviação de combate	caças, caças-bombardeiro, bombardeiros e helicópteros de ataque
Aviação de apoio	aeronaves[1]: de informação (patrulha, reconhecimento, alerta antecipado e de guerra eletrônica), de transporte e reabastecimento em vôo, de busca e salvamento e de instrução

1. Inclui aviões e helicópteros.
Fonte: Elaboração própria.

Entre as aeronaves militares destacam-se os aviões de caça, ou, simplesmente, caças[41], as únicas aeronaves capazes de negar a utilização do espaço aéreo aos adversários. Os caças são aviões militares concebidos para o combate aéreo com outros aviões, sendo também denominados aviões militares de primeira linha[42]. Do ponto de vista técnico, *"os*

[40] FOGLEMAN, 1996.

[41] O termo caça é utilizado nas línguas latinas e germânicas, no anglo-saxão utiliza-se o termo *fighter*, ou seja, "lutador", e em russo a palavra истребитель (pronuncia-se "istrebitel") que significa literalmente "exterminador".

[42] Os caças-bombardeiros ou caças táticos, que tem como missão principal o ataque a alvos terrestres e navais, também possuem uma capacidade secundária para realizar missões de combate ar-ar. Entre estas aeronaves destacam-se o norte-americano *A-4 Skyhawk*, o russo *Sukhoi Su-25* e o italo-brasileiro *AMX*.

caças são relativamente pequenos, rápidos e muito ágeis, e foram equipados com sistemas de armamento e perseguição cada vez mais sofisticados para interceptar e atacar outros aviões"[43].

O avião militar de caça precisa apresentar uma capacidade equivalente ou superior aos dos seus reais ou potenciais adversários, para que possa realizar, de forma adequada, as missões para as quais foi concebido. Nesse sentido, a incorporação dos avanços tecnológicos às aeronaves militares que operam na linha de frente torna-se o principal pilar de sustentação do poder aéreo.

Pelo fato da tecnologia militar ser estratégica, ela raramente é transferida de um país para outro. *"As principais potências militares, principalmente os Estados Unidos, continuam a desenvolver muitos esforços para impedir o vazamento de sua tecnologia militar"*[44]. Os países que lograram avançar no desenvolvimento e produção de aeronaves militares, sem exceção, fizeram-no a partir de uma Política de Estado voltada para constituição e consolidação da indústria aeronáutica. Entre os instrumentos de políticas públicas mais utilizados para promover essa indústria, destacam-se a aquisição de aeronaves militares e o fornecimento de infra-estrutura tecnológica e recursos financeiros necessários ao domínio das novas tecnologias.

Dessa maneira, o ritmo da evolução tecnológica no segmento militar da indústria aeronáutica é dado pela disputa entre as potências mundiais pela supremacia geopolítica. Quanto maior o grau de rivalidade entre os países líderes, mais rápida tende a ser a incorporação de novas tecnologias. Isto explica o grande avanço da indústria aeronáutica durante a II Guerra Mundial[45], pois os países participantes desse conflito concentraram grande parte do esforço de guerra no desenvolvimento, produção e operação de aeronaves militares. Nos períodos de conflito ao longo da Guerra Fria também foi observada uma maior demanda por inovações na indústria aeronáutica, como é destacado por Mowery & Rosenberg (2006, p.257): *"O gasto total em pesquisa e desenvolvimento (P&D) da indústria aeronáutica aumentou quase 700% entre 1945 e 1969; o crescimento mais rápido*

---

[43] CAÇA (AVIÃO), 2008.

[44] NELSON, 2006, p.421.

[45] Neste período houve a consolidação dos projetos de caças monoplanos em alumínio, grandes avanços na tecnologia aerodinâmica, além de propiciar o surgimento dos radares e das turbinas a jato.

ocorreu no período 1950-1954, refletindo as grandes subvenções militares durante a Guerra da Coréia".

A indústria aeronáutica militar obedece à lógica da disputa geopolítica e não à determinação do mercado. Ao contrário da aviação comercial, onde se estabelece um projeto dominante, selecionado e sancionado pelo mercado, na indústria aeronáutica militar, particularmente na aviação de caça, o processo de evolução tecnológica se dá através das gerações de aeronaves. As gerações de caças são delimitadas por um conjunto de características técnicas comuns a todas as aeronaves, a partir das quais é introduzida uma série de inovações incrementais. Apesar das características básicas de uma geração de caça incorporar grande parte das inovações tecnológicas alcançadas, de forma independente, na geração anterior, não há o estabelecimento de um projeto dominante.

Na indústria aeronáutica militar as inovações tecnológicas mais recentes, ainda não testadas, são continuamente incorporadas aos novos modelos de caças. Particularmente as inovações disruptivas são, primeiramente, avaliadas nas aeronaves militares. *"A nova tecnologia de produto é frequentemente rudimentar, cara e inconfiável, mas é capaz de cumprir uma função de maneira que é altamente desejável em alguns nichos de mercado"*[46], no caso, a busca pela superioridade tecnológico-militar. Essa dinâmica da inovação faz com que os aviões de caça se posicionem permanentemente na fronteira da trajetória tecnológica, sendo a categoria de aeronave mais avançada da indústria aeronáutica mundial.

Por outro lado, essa contínua incorporação de tecnologia de ponta dificulta o estabelecimento de um projeto dominante, além de implicar em custos crescentes no desenvolvimento das aeronaves militares. Isto somente é possível porque as demandantes destes equipamentos, no caso, as Forças Armadas das grandes potências, obedecem, em primeiro lugar, à lógica da superioridade, e, somente depois, são considerados os custos envolvidos no desenvolvimento e produção das novas aeronaves. Por exemplo: enquanto o custo de desenvolvimento dos caças de última geração da Força Aérea Norte-Americana (USAF), *o F-22 Raptor* e o *F-35 Lightning II*, foram estimados em US$ 30 e US$ 25 bilhões, respectivamente, o custo de desenvolvimento do *Boeing 787*, considerado o futuro

[46] UTTERBACK, 1996, p.99.

projeto dominante da aviação comercial, foi estimado em US$ 13,4 bilhões, metade do valor gasto em apenas um dos caças.

Outra importante característica da dinâmica da inovação no segmento militar da indústria aeronáutica é a elevada assimetria na incorporação de tecnologias que existe entre aviões de uma mesma geração. A indústria aeronáutica de cada país, por questões técnicas ou motivações estratégicas, apresenta maior capacitação tecnológica numa determinada área. Por exemplo, desde os anos 50 a indústria aeronáutica russa é reconhecida pelos projetos aerodinâmicos, enquanto a norte-americana tem se destacado na integração de sistemas eletrônicos. Essa assimetria tecnológica é reforçada pelo caráter estratégico das aeronaves de primeira linha, de forma que cada país ou consórcio de países que participam dessa indústria tem buscado se apropriar de forma exclusiva das inovações, evitando ao máximo sua transferência. Dessa maneira, não há como se estabelecer um único modelo de aeronave militar de primeira linha que sintetize as inovações tecnológicas, que seja um projeto dominante.

Os caças de uma mesma geração possuem características básicas equivalentes, mas as especificidades de cada aeronave são dadas pela capacitação tecnológica e visão estratégica de cada país. Por sua vez, são essas especificidades — sancionadas não pelo mercado, mas pelo desempenho das aeronaves, muitas vezes testadas em combate — que passam a servir de base para a geração seguinte. Um exemplo disso pode ser visto na evolução das tecnologias básicas dos caças a jato de terceira para quarta geração. Os aviões de caça norte-americanos *McDonnell Douglas F-4 Phantom II* tinham nos mísseis de longo alcance a principal vantagem, enquanto os russos *Mikoyan-Gurevich MiG-21* apostavam na manobrabilidade. Na geração seguinte, os projetos dos caças *Mikoyan MiG-29*, russo, e *McDonnell Douglas F-15 Eagle*, norte-americano, passaram a incorporar tanto os mísseis de longo alcance quanto a elevada manobrabilidade como requisitos básicos.

Dessa maneira, o conceito de geração de aeronaves é o mais adequado para se analisar a dinâmica da inovação dos aviões militares de primeira linha. Na maioria dos casos, as gerações de aeronaves coincidem com as delimitações históricas, pois as indústrias aeronáuticas procuravam incorporar o mais rapidamente possível as inovações técnicas introduzidas pelas rivais. Entretanto, em algumas situações, aeronaves de uma mesma geração, isto é, que apresentam as mesmas características básicas, foram lançadas

em períodos muito diferentes[47]. Este é o caso do caça chinês *Chengdu J-10*, uma aeronave que entrou em produção no ano de 2003, mas que pode ser classificada como um caça de quarta geração, apesar da maioria das aeronaves dessa geração ter sido desenvolvida nas décadas de 70 e 80. A seguir são apresentadas as gerações de caças de propulsão a jato.

"A propulsão a jato revolucionou a história da aviação e do próprio setor aeroespacial"[48]. Esta tecnologia se originou no final dos anos 30 e início da década de 40, dentro do esforço de guerra. Todos os países protagonistas da II Guerra Mundial desenvolveram ao longo do conflito protótipos de aeronaves de propulsão a jato[49]. Os pioneiros nessa tecnologia foram os alemães, com o caça *Messerschmitt Me 262*, o primeiro jato da história aeronáutica a entrar em operação, em abril de 1944. Apenas quatro meses depois entrou em operação o caça a jato britânico, *Gloster Meteor*. Dessa maneira, o ano de 1944 marca o início da primeira geração de caças de propulsão a jato.

Primeira geração de caças a jato. Esta geração dá início à era dos "caças a jato", dado que a principal característica dessas aeronaves era a propulsão realizada por uma turbina que proporcionava uma velocidade muito superior à dos caças movidos a pistão. No restante, mantinham as características dos aviões convencionais: asas retas e armamento principal composto de canhões e metralhadoras. Apesar de terem entrado em operação ainda durante a II Guerra Mundial, a aviação de caça a jato se consolidou apenas ao longo dos anos 50. Além dos modelos alemão e britânico, desenvolvidos no período da guerra, destacam-se como projetos representativos dessa geração de caças o *North American F-86 Sabre*, dos EUA, e o *Mikoyan-Gurevich MiG-15*, russo. Ambos entraram em operação em 1949, tendo se enfrentado em combates aéreos durante a Guerra da Coréia. Cabe ainda destacar que as asas em formato de flecha eram a principal inovação dessas duas aeronaves.

---

[47] A classificação dos aviões de caça em *gerações* é bastante difundida entre os especialistas do setor. Entretanto, os critérios que definem cada uma dessas *gerações* são, em geral, muito vagos, de forma que as classificações nem sempre são coincidentes. Um dos poucos trabalhos que procuram avançar na conceituação das gerações de caça é o de LORELL & LEVAUX (1998), porém voltado exclusivamente para o estudo dos aviões norte-americanos. Cabe ainda destacar o artigo de KATSANOS (2008a), que apresenta uma sintética cronologia das gerações de caças.

[48] BERNARDES, 2000b, p.89.

[49] O primeiro avião de propulsão a jato foi o *Heinkel He 178*, alemão, que realizou seu vôo em agosto de 1939. Os italianos testaram seu protótipo *Caproni Campini N.1* em agosto de 1940. Em maio de 1941, foi a vez do jato experimental britânico *Gloster E.28/39* realizar seu vôo. Enquanto os norte-americanos, auxiliados pela tecnologia britânica, construíram o *Bell XP-59* que vôou em setembro de 1942. Por fim, os japoneses, com apoio e tecnologia alemã, voaram o *Nakajima J9Y Kikka,* em 1945 (ANGELUCCI, 1979).

Segunda geração de caças a jato. A maioria das aeronaves desta geração foi desenvolvida ao longo dos anos 50, num período de grande avanço na tecnologia aerodinâmica e de propulsão, o que levou ao surgimento da era dos "caças supersônicos". Nesta geração também foram introduzidos os primeiros mísseis ar-ar[50] e o radar tornou-se um equipamento básico[51]. Esta geração de caças também foi marcada pelo elevado nível de experimentação no *design* dos aviões, particularmente no que se refere ao desenho das asas. Entre os caças mais representativos da segunda geração destacam-se o norte-americano *Lockheed F-104 Starfighter*, o russo *Mikoyan-Gurevich MiG-19* e o britânico *English Electric Lightning*.

Terceira geração de caças a jato. É marcada pela maturidade das inovações introduzidas nas gerações anteriores, como as melhorias significativas nos radares, mísseis e aviônica. Os avanços aerodinâmicos se referem à consolidação da tecnologia supersônica juntamente com melhorias na manobrabilidade. A quase totalidade dos caças dessa geração entrou em operação ao longo dos anos 60 e início da década de 70, de forma que muitos destes se enfrentaram em combates na Guerra do Vietnã e nos conflitos árabe-israelenses. Os caças que mais se destacaram nesses confrontos foram o *Dassault Mirage III*, francês, o *Mikoyan-Gurevich MiG-21*, russo, e o *McDonnell Douglas F-4 Phantom II*, dos EUA.

Quarta geração de caças a jato. Esta geração marcou o início da era dos "caças inteligentes", de forma que o principal diferencial dessas aeronaves estava na incorporação da tecnologia microeletrônica, que passou a ser utilizada nos radares, mísseis, aviônicos e sistemas de controle da aeronaves, além de estar presente no processo produtivo. A tecnologia digital permitiu mudanças significativas nas características e no desempenho das novas aeronaves, como a adoção de sistemas de mísseis BVR[52], levando o raio de combate dos caças para além do alcance visual. Cabe destacar o grande avanço na manobrabilidade das aeronaves dessa geração, que foi resultado da introdução dos sistemas eletrônicos de

---

[50] Míssel projetado para ser lançado por um avião com a objetivo de destruir um outro avião.

[51] Os radares aeroembarcados foram criados durante a II Guerra Mundial, mas a consolidação dessa tecnologia ocorreu apenas com a segunda geração de caças a jato, em meados dos anos 50 (CROUCH, 2008).

[52] *Beyond Visual Range (BVR),* sigla para designar mísseis além do alcance visual, mísseis capazes de engajar um alvo a pelo menos 40 Km de distância. Isto permite que uma aeronave inimiga seja localizada pelo radar e destruída sem que haja o contato visual.

controle *fly-by-wire*[53] e da melhoria do *design* aerodinâmico, cujos projetos passaram a ser realizados com sistemas CAD/CAM/CAE[54]. A adoção da tecnologia microeletrônica também permitiu uma maior flexibilidade dos caças quanto à sua utilização, e estes passaram a realizar diferentes tarefas, como interceptação, combate aéreo e ataque ao solo. Por fim, a nova tecnologia propiciou a racionalização da manutenção, aumentando a disponibilidade dos novos caças. A maioria dos aviões entrou em operação na segunda metade dos anos 70 e ao longo dos anos 80. Entretanto, alguns caças de quarta geração somente começaram a ser produzidos nas décadas seguintes, como o *AIDC F-CK-1 Ching-kuo* de Taiwan e o *Chengdu J-10* da China, que entraram em produção em 1994 e 2003, respectivamente. Entre os modelos mais representativos dessa geração destacam-se o norte-americano *Lockheed Martin F-16 Fighting Falcon*, o russo *Sukhoi Su-27* e o francês *Dassault Mirage 2000*.

Geração 4.5 de caças a jato. As aeronaves desta geração apresentaram uma estagnação em relação ao *design* aerodinâmico, mas avançaram de forma significativa na eletrônica de bordo, com a incorporação das inovações alcançadas pela tecnologia digital, ao longo das décadas de 80 e 90. *"A era das 'cabines de vidro'*[55] *veio para ficar, e, (sic) sua chegada foi tão marcante e irreversível quanto foi, por exemplo, a chegada da internet na vida do ser humano. Voar passou a ser sinônimo de alta tecnologia digital"*[56]. Outra importante característica dos caças dessa geração é o aprofundamento da multifuncionalidade; isto é, a aeronave pode ser utilizada para diferentes missões, bastando para isso a escolha do armamento adequado. Dessa maneira, esta geração de caças pode ser considerada como um *upgrade* em relação à geração anterior, e, por isso, alguns aviões classificados nesta geração são, na realidade, modelos aperfeiçoados de caças de quarta

---

[53] O *fly-by-wire*, ou sistema sistema de controle por cabo elétrico, *"é um tipo de controle das superfícies móveis de um avião por computador. Isso permite que qualquer modificação da direção e do sentido de uma aeronave feita pelo piloto seja "filtrada" e repassada para as superfícies móveis (aileron, profundor, leme). Com esse filtro, é possível aumentar a velocidade de reação, aumentar a capacidade de manobra de um avião ou impedir que se faça manobras que ultrapassem os limites de uma aeronave"* (FBW, 2008).

[54] *Computer-Aided Design (CAD)*, *Computer-Aided Manufacturing (CAM)* e *Computer-Aided Engineering (CAE)*. A indústria aeronáutica militar foi uma das primeiras demandantes dos sistemas CAD/CAM/CAE, de forma que um dos principais programas atualmente utilizado em diversos setores industriais, o *Computer Aided Three Dimensional Interactive Application (CATIA)* foi criado pelo grupo aeroespacial francês Marcel Dassault para auxiliar no desenvolvimento do caça *Mirage 2000* (DASSAULT SYSTEMES, 2008).

[55] Painel baseado inteiramente em telas de cristal líquido de múltiplas funções (CASELLA, 2008).

[56] CASELLA, 2008.

geração, como é o caso do *Sukhoi Su-35*, russo, e do *Boeing F/A-18E/F Super Hornet*, dos EUA. Entre os modelos novos que entraram em operação a partir dos anos 90 destacam-se: o sueco *Saab JAS 39 Gripen,* o francês *Dassault Rafale* e o europeu *Eurofighter Typhoon*[57].

Quinta geração de caças a jato. As aeronaves de quinta geração incorporam a tecnologia de ponta em praticamente todas as suas dimensões. Na eletrônica de bordo destaca-se o elevado nível de integração dos sistemas da aeronave, a denominada "fusão de informações". Essa inovação visa integrar tanto os equipamentos de bordo da aeronave quanto permitir que o caça se torne parte integrante de um sistema de combate juntamente com outras aeronaves e comandos em terra. Observam-se também grandes avanços na tecnologia de propulsão com a adoção de turbinas de empuxo vetorado e do *supercruise*[58]. Entretanto, as inovações mais importantes estão concentradas nas engenharias aerodinâmica e de material, que possibilitaram a adoção da tecnologia *stealth*. Essa tecnologia dificulta a localização da aeronave pelo radar, por isso essa geração é denominada a era dos "caças invisíveis". Atualmente, existem apenas dois caças de quinta geração, *o F-22 Raptor* e o *F-35 Lightning II*, ambos norte-americanos e desenvolvidos pela mesma empresa, a Lockheed Martin. Destes, somente o *F-22 Raptor* se encontra na ativa, tendo entrado em operação em 2005; enquanto o *F-35 Lightning II* realizou seu primeiro vôo em 2006, estando previsto para entrar em operação a partir de 2011. Além dessas duas aeronaves, destaca-se o *Sukhoi PAK-FA*[59], projeto russo de quinta geração cujo primeiro vôo está previsto para 2009[60].

Caças de Quinta Geração: F-22 Raptor e F-35 Lightning II

Os caças norte-americanos *F-22 Raptor* e *F-35 Lightning II* são os únicos representantes da última geração de caças. O *F-22 Raptor* foi desenvolvido, ao longo dos anos 90, com o objetivo dos EUA retomarem a supremacia aérea, isto porque os caças

---

[57] A Eurofighter GmbH, empresa responsável pelo desenvolvimento e produção do *Eurofighter Typhoon* é controlada pela franco-germânica-espanhola EADS (46%), pela britânica BAE Systems (33%) e pela italiana Alenia (21%), (EUROFIGHTER, 2008).

[58] *"A capacidade supercruise consiste em vôo supersônico de forma sustentada em potência militar, ou seja, sem acionar a pós-combustão"* (BERNARDES, 2000b, p.125).

[59] Em 2007 a empresa aeronáutica indiana Hindustan tornou-se parceira do projeto *PAK-FA* (*Perspektivnyi Aviatsionnyi Kompleks Frontovoi Aviatsyi,* traduzindo Caça Tático Avançado de Primeira Linha), (BUTOWSKI, 2009).

[60] KRAMNIF, 2009.

adversários, principalmente os modelos da geração 4.5, apresentavam um desempenho consideravelmente superior ao do seu principal caça, o *F-15 Eagle*. Dessa maneira, a função primária do *F-22* é a superioridade aérea[61]. *"Entre todos os aviões de caça hoje produzidos, o Raptor é o único que sem dúvida apresenta características stealth. Ademais, é o único hoje em operação com autêntica capacidade supercruise. (...) O F-22 é significativamente superior a qualquer outro caça hoje em operação ou no futuro próximo"*[62].

Figura 7 – Semelhança do design aerodinâmico dos aviões de caças de quinta geração *F-35 Lightning II* (acima) e *F-22 Raptor* (abaixo)

Fonte: Lockheed Martin.

Por sua vez, o *F-35 Lightning II* é um caça otimizado para missões de ataque, mas com excelente capacidade de combate aéreo e interceptação. Este avião foi desenvolvido para substituir a maior parte dos aviões de combate atualmente em uso pela Força Aérea,

[61] O *F-22 Raptor* é um caça multifuncional tendo capacidade secundária de ataques a alvos terrestres e navais, além de poder ser utilizado como central de guerra eletrônica.

[62] FLORES JR, 2008.

Marinha e Fuzileiros Navais dos EUA[63]. Entretanto, para atender tão elevada diversidade de missões, estão sendo desenvolvidas três versões a partir da mesma plataforma[64]: *F-35A*: de operação convencional; *F-35B*: com capacidade de decolagem curta e pouso vertical, e; *F-35C*: modelo embarcado em porta-aviões. *"Devido a estes vários modelos, outros países decidiram entrar como parceiros dos Estados Unidos no programa de desenvolvimento final, e com isso espera-se que o F-35 seja muito exportado, tornando-se o principal caça do ocidente nas próximas décadas"*[65].

"Por ser um projeto derivado do F-22 Raptor, o F-35 acabou herdando muito mais do que apenas as linhas aerodinâmicas e o design inovador"[66]. A seguir são apresentadas as principais tecnologias incorporadas por esta nova geração de aeronaves militares:

- Sistemas eletrônicos: os caças de quinta geração possuem os mais avançados sistemas de defesa, navegação e comunicação já instalados em aeronaves. Entre estes se destacam os *datalinks*[67], sistemas de intercomunicação de dados com outras aeronaves, satélites e centros de comandos, que permitem a operação coordenada em ambientes de rede. Por sua vez, esse revolucionário sistema de comunicação associado às mais avançadas configurações de interface homem-máquina[68] passa a oferecer um maior grau de consciência situacional aos pilotos. Destaca-se ainda a utilização dos radares de varredura eletrônica AESA[69], que possuem velocidade e abrangência incomparáveis, além de realizar diversas tarefas simultaneamente, como, por exemplo, operar nos modos ar-ar e ar-terra, rastrear e engajar diversos alvos, guiar mísseis e produzir interferência eletrônica[70].

---

[63] Os aviões a serem substituídos pelo *F-35 Lightning II* são: os caças *F-16 Fighting Falcon* e *F/A-18 Hornet*, o avião de ataque *A-10 Thunderbolt II* e o avião de decolagem vertical *AV-8B Harrier II* (F-35 LIGHTNING II PROGRAM, 2008).

[64] A comunalidade das peças e equipamentos entre as três diferentes versões é superior a 80% (CASELLA, 2008).

[65] PIERMATEI FILHO, 2008.

[66] CASELLA, 2008.

[67] *Tactical Information Datalink System (TIDS)*, ou simplesmente *datalink*.

[68] Entre os sistemas de interface homem-máquina utilizadas pelos caças de quinta geração se destacam: os *Multi-Function Display Systems (MFDS)* telas multifuncionais sensíveis ao toque e aos comandos por voz, e os *Helmet Mounted Dispaly Systems (HMDS)*, monitores e sistemas de visão noturna incorporados ao capacetes (CASELLA, 2008).

[69] *Active Electronic Scanned Antenna (AESA)*, traduzindo, Antena com Escaneamento Eletrônico Ativo.

[70] O radar utilizado no *F-35 Lightning II* é o *Northrop Grumann APG-81 derivado do APG-77* usado no *F-22 Raptor*. Ambos são radares multímodo do tipo AESA com alcance superior a 165 km (BERTAZZO, 2008 e CASELLA, 2008).

Figura 8 – *Lockheed Martin F-35 Lightning II*: Cabine

Fonte: Lockheed Martin.

- Propulsão: as turbinas utilizadas por estes dois caças[71] têm capacidade *supercruise*, isto é, mantêm a velocidade supersônica sem a utilização da pós-combustão, aumentando a autonomia das aeronaves de forma considerável, além de diminuir a chances de serem detectadas por sensores térmicos. Essas turbinas também possuem sistema de empuxo vetorado[72], possibilitando um nível de manobrabilidade muito superior aos dos outros caças, o que é essencial num combate à curta distância e em baixa velocidade.

- Tecnologia *stealth*: a característica mais revolucionária dos caças de quinta geração está relacionada com a furtividade, a baixíssima capacidade de detecção dessas aeronaves pelos radares adversários[73]. As características *stealth* foram obtidas através de inovações radicais no projeto aeronáutico[74] e da incorporação de novos materiais, com destaque para o elevado percentual de materiais compostos avançados e de ligas titânio.

---

[71] A turbina utilizada no *F-35 Lightning II* é a *PW-F135* da Pratt & Whitney derivada da *PW-F119*, usada no *F-22 Raptor* (F-35 LIGHTNING II PROGRAM, 2008).

[72] O *Thrust Vecttoring Control* (*TVC)*, ou traduzindo, Controle de Empuxo Vetorado, nada mais é que a força gerada pelas turbinas, canalizadas para uma determinada direção. Isto permite um maior controle sobre o avião, aumentando a gama de manobras que podem ser realizadas.

[73] A utilização da tecnologia Stealth não significa que a aeronave não será mais detectada pelo radar. As aeronaves continuam sendo detectadas, mas agora com o *Radar Cross Section (RCS)* muito baixo. Por exemplo, o *F-35 Lightning II* tem seu *"RCS estimado em 0,005 m^2 (o equivalente a uma bola de golfe). Esses números podem ser traduzidos como o 'tamanho' com o qual um F-35 vai aparecer no radar inimigo e, portanto, ele só poderá ser detectado já muito perto. Com isso, o caça passa a ter uma situação de vantagem absoluta"* (PIERMATEI FILHO, 2008).

[74] O *design* dos caças de quinta geração apresentam muitos ângulos retos (90°) para dispersar as ondas eletromagnéticas e, assim, reduzir o seu RCS (LORELL & LEVAUX, 1998).

As licitações para fornecimento desses dois caças de quinta geração realizada pelas Forças Armadas norte-americanas[75] foram vencidas pela mesma empresa, a Lockheed Martin. A dupla vitória decorre do elevado nível de capacitação tecnológica conquistado por esta empresa ao longo dos últimos 50 anos. *"Desde os anos finais da Segunda Guerra, a Lockheed conquistou a reputação de desenvolver projetos militares inovadores, e com a Guerra Fria a empresa criou sob incentivo da CIA e do Pentágono, (sic) uma equipe de projetos especialmente dedicada a 'programas secretos avançados' de aeronaves, a APDG (Advanced Projects Development Group), apelidada de Skunk Works"*[76]. Este departamento de pesquisa foi responsável pelo desenvolvimento de alguns dos mais revolucionários aviões de combate do mundo, como o *P-80 Shooting Star*, o primeiro caça de propulsão a jato dos EUA, criado ainda no final da II Guerra Mundial; o *U-2 Dragon Lady*, avião de reconhecimento em altas altitudes desenvolvido nos anos 50, e o *SR-71 Blackbird***,** avião de reconhecimento estratégico criado nos anos 60, e que até hoje detém o recorde mundial de velocidade e altitude para aeronaves produzidas em série. Seguindo a estratégia[77] de projetos inovadores, em 1981 a *Skunk Works* lançou o bombardeiro leve *F-117 Nighthawk*, o primeiro avião a utilizar a tecnologia *stealth* no mundo. Este aprendizado tecnológico que culminou na criação e domínio da tecnologia *stealth* fez com que a Lockheed Martin se tornasse a primeira e, até o momento, única fabricante dos caças de quinta geração[78].

O fato da Lockheed Martin ser a criadora da tecnologia chave dos novos caças, além de se posicionar como um dos três maiores conglomerados aeroespaciais do mundo, não foi o suficiente para esta empresa arcar, sozinha, com os elevados custos de desenvolvimento e produção dos novos caças. Devido a este novo patamar de exigências, a Lockheed Martin convidou outras empresas para serem parceiras de risco, ainda na fase de desenvolvimento dos protótipos, antes do resultado final das licitações. No caso do *F-22 Raptor*, a parceira

---

[75] Em 1991, a Lockheed, com o protótipo *YF-22*, venceu a Northrop na licitação para fornecer o *Advanced Tactical Fighter (ATF)*. Dez anos depois, o projeto do caça *YF-35*, da Lockheed Martin venceu a Boeing, na disputa para fornecer o *Joint Strike Fighter (JSF)*, (F-35 LIGHTNING II PROGRAM, 2008).

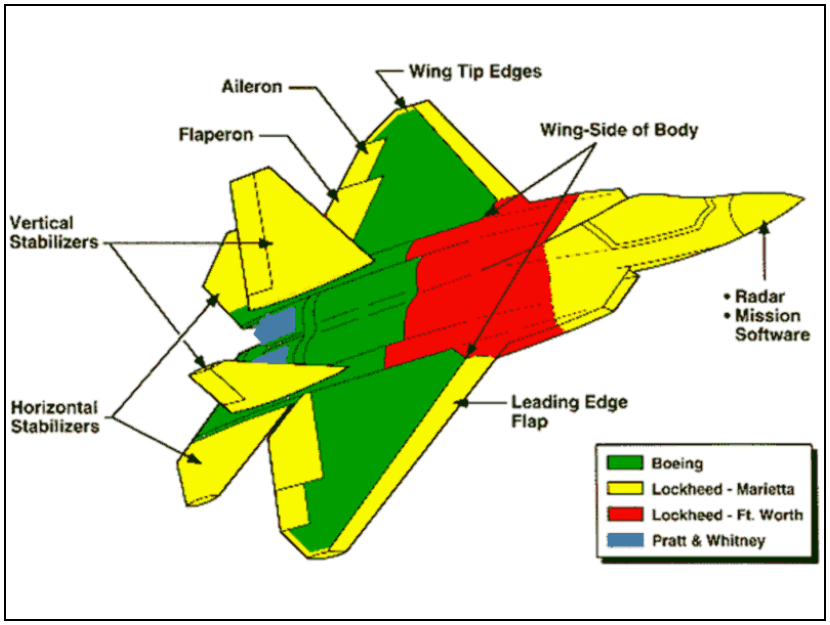
[76] BERNARDES, 2000b, p.119.

[77] Segundo CHANDLER (1998, p.136): *"Estratégia é a definição dos principais objetivos a longo prazo de uma empresa, bem como adoção de linhas de ação e a alocação de recursos tendo em vista esses objetivos"*.

[78] Além do *F-117*, já retirado de serviço, e dos caças de quinta geração *F-22* e *F-35*, o único avião do mundo a utilizar a tecnologia *stealth* é o bombardeiro estratégico norte-americano *Northrop Grumman B-2 Spirit*, cuja produção se restringiu a vinte unidades. Este avião é considerado o mais caro já produzido, com custo unitário estimado em US$ 2,3 bilhões (AIRFORCE-TECHNOLOGY, 2008).

de risco escolhida foi a Boeing, que se responsabilizou pela produção de parte das asas e da fuselagem, como visto na figura 9.

Figura 9 – *Lockheed Martin F-22 Raptor:* Parceiros de risco



Fonte: Lockheed Martin.

Com relação ao *F-35 Lightning II*, a Lockheed Martin aceitou a Northrop Grumman e a britânica BAE Systems como parceiras para desenvolver o novo caça. A Lockheed Martin se mantém como a primeira contratante[79] produzindo as asas, a seção dianteira da fuselagem, os sistemas de armas e de controle de vôo, além de realizar a montagem final e a integração dos sistemas. A parceira de risco norte-americana fornece o radar principal e a seção central da fuselagem, enquanto a BAE Systems produz a seção traseira da fuselagem, as empenagens horizontais e verticais e os sistemas de missão e de suporte de vida.

Além dos dois parceiros de risco, na fase final de desenvolvimento do *F-35 Lightning II*, outros países se associaram ao programa com o objetivo de participar, ainda que marginalmente, da cadeia produtiva deste novo caça. Para os EUA, a participação de outros países no programa é duplamente vantajoso, primeiro porque os associados, incluindo o Reino Unido, entraram com recursos financeiros que representam aproximadamente 20% dos custos totais de desenvolvimento. Em segundo lugar, as

encomendas garantem um mercado cativo para o *F-35 Lightning II*, com grande possibilidade de se tornar o principal caça ocidental das próximas décadas. Entretanto, cabe destacar que os países associados ao programa *F-35* não terão acesso às tecnologias sensíveis do novo caça[80]. Somente o Reino Unido, que está investindo mais de US$ 2,5 bilhões, aproximadamente 10% do programa, terá acesso aos códigos fonte da nova aeronave, e, mesmo assim, depois de uma intensa disputa diplomática com os EUA[81].

Tabela 2 – Programa *F-35 Lightning II*: Parcerias internacionais, 2008

Nível da parceria	Países (Empresas)	Valor (US$ milhões)[1]	N° de aeronaves encomendadas[2]
1	EUA (Lockheed Martin + Northrop Grumman)	20.000	2.458
1	Reino Unido (BAE Systems)	2.500	138
2	Itália (Alenia)	1.000	131
2	Holanda	800	85
3	Canadá	440	80
3	Turquia	175	100
3	Austrália	144	100
3	Noruega	122	80
3	Dinamarca	110	60
Total		**25.291**	**3.232**

1. Financiamento do desenvolvimento (P&D), valores previstos.
2. Número estimado.
Fonte: Elaboração própria a partir de fontes diversas.

[79] Primeira Contratante ou Principal Contratante é a empresa que tem a responsabilidade por todo projeto, podendo empregar e gerir uma ou mais empresas subcontratadas para a realização de parcelas específicas do contrato.

[80] Entre as tecnologias sensíveis, destacam-se os códigos-fonte dos sistemas integrados do caça. Estes sistemas fornecem os parâmetros de combate das modernas aeronaves, controlam as armas e os radares, realizam as comunicações e, até mesmo, as correções automáticas em vôo. O piloto sequer conseguiria manter o avião voando, muito menos utilizá-lo numa missão de combate sem o adequado funcionamento desses sistemas. Dessa maneira, o acesso aos códigos-fonte dos sistemas integrados é de fundamental importância para poder operar os modernos aviões de caça de maneira independente, somente com eles é possível se fazer as adaptações e atualizações necessárias.

[81] Em março de 2006, Lord Drayson, chefe da Agência Executiva do Minitério da Defesa Britânico, responsável pelas aquisições de equipamentos militares declarou: *"We do expect the software technology transfer to take place. But if it does not take place we will not be able to purchase these aircraft"* (CHAPMAN, 2006). Apenas no final de 2006, os norte-americanos assinaram um acordo de completa transferência da tecnologia do *F-35 Lightning II* para seus parceiros britânicos.

I.1.4. A Dinâmica da Inovação e os Crescentes Custos das Aeronaves

Por motivações estratégicas, as aeronaves militares de primeira linha têm de apresentar um desempenho tecnicamente superior ao dos seus oponentes, levando a uma permanente disputa entre as empresas que atuam neste segmento pela primazia de incorporar as tecnologias de ponta em suas respectivas aeronaves. Isto faz com que a maioria das inovações tecnológicas da indústria aeronáutica mundial seja introduzida pela primeira vez nos aviões de caça. No desenvolvimento destas aeronaves *"ocorre um enorme volume de experiência com o projeto do produto e as características operacionais"*[82].

Tabela 3 – Principais Aviões de Caça da Força Aérea Norte-Americana: Custo unitário[1] e volume de produção, 1941-2008

Geração de caças	Modelo[2]	Início das operações	Unidades produzidas	Custo Unitário *(US$ mil)*
Segunda Guerra	*P-51 Mustang*	1942	15.875	623
	P-38 Lightning	1941	10.037	1.214
1° Geração Jato	*P-80 Shooting Star*	1945	1.715	1.344
	F-86 Sabre	1949	9.860	2.028
2° Geração Jato	*F-101 Voodoo*	1957	807	13.730
	F-104 Starfighter	1958	2.578	10.552
3° Geração Jato	*F-4 Phantom II*	1960	5.195	16.759
	F-5E Tiger II	1972	1.400	11.050
4° Geração Jato	*F-15 Eagle*	1976	1.200**	40.349
	F-16 Fighting Falcon	1978	4.400**	25.370
5° Geração Jato	*F-22 Raptor*	2005	184**	138.000
	F-35 Lightning II	2011*	-	83.000

1. Custo unitário de aquisição (excluídos os custos de P&D e suporte) em US$ mil, corrigido para o ano de 2008 pelo *Consumer Price Index (CPI)*.

2. Os dois principais aviões de caça da Força Aérea Norte-Americana para cada geração.

* Ano previsto para entrar em operação.

** Ainda se encontram em produção.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da: United States Air Force (USAF), Lockheed Martin, Boeing e DEFESE-AEROSPACE.COM.

Essa contínua necessidade de incorporar as mais recentes tecnologias, algumas ainda na fase experimental, associada ao fato de que tais inovações precisam ser utilizadas de forma integrada com as demais tecnologias acumuladas ao longo das diferentes

[82] UTTERBACK, 1996, Introdução-p.XX., segundo parágrafo.

gerações, faz com que os aviões militares de primeira linha, os caças, apresentem um expressivo crescimento dos seus custos, como pôde ser observado na tabela 3.

O custo unitário de aquisição[83] dos caças, em valores atualizados, praticamente se multiplicou por 100 desde o final da II Guerra Mundial, passando de US$ 1 milhão, na década de 1940, para US$ 100 milhões atualmente. Esta expansão dos custos em ritmo acelerado reflete a contínua e crescente incorporação de inovações tecnológicas pelos caças, que vêm se transformando em equipamentos cada vez mais complexos e sofisticados, sendo o "estado da arte" da indústria aeronáutica mundial. Em decorrência disso, os custos de desenvolvimento dos novos aviões de caça têm superado o patamar da dezena de bilhões de dólares, como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4 – Principais Aviões de Caças Ocidentais: Custo de desenvolvimento (P&D), 1996-2008

Aeronaves[1]	**País**	**Início das Operações**	**Custo Estimado de Desenvolvimento (*US$ bilhões*)**[2]
JAS 39 Gripen	Suécia	1996	4,4
Rafale	França	2000	9,6
Eurofighter Typhoon	Europa	2003	10,4
F-22 Raptor	EUA	2005	29,7
F-35 Lightning II	EUA	2011*	25,3

1. Principais aviões de caça ocidentais das duas últimas gerações (4.5 e 5)

2. Custo estimado do desenvolvimento dos novos caças em US$ bilhões, corrigido para o ano de 2008 pelo *Consumer Price Index (CPI)*.

* Ano previsto para entrar em operação.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da DEFESE-AEROSPACE.COM.

Esses elevados custos de desenvolvimento e fabricação dos novos aviões de caça, associados ao melhor desempenho das aeronaves[84], têm influenciado na diminuição do número de unidades produzidas ao longo das últimas décadas, como também pôde ser observado na tabela 3. Mesmo as grandes potências militares vêm reduzindo a quantidade

[83] Custo Unitário de Aquisição ou *"Unit Procurement Cost, obtained by dividing the cost of the latest production contract (thus excluding most R&D and support costs) by the number of aircraft contracted. In some respects, this can also be defined as the marginal cost of additional aircraft, and provides a benchmark for* comparisons" (DEFENSE-AEROSPACE.COM, 2008).

[84] Os aviões de caça mais avançados apresentam uma maior capacidade de combate: armas e sistemas mais precisos e de maior alcance, um elevado índice de disponibilidade e multifuncionalidade, de forma que um menor número de caças de uma nova geração é o suficiente para realizar as missões executadas pelos caças das gerações anteriores.

encomendada de aviões de primeira linha para poder incorporar aeronaves cada vez mais caras e sofisticadas em suas frotas.

Observa-se que a introdução de inovações na indústria aeronáutica não tem ocorrido de maneira uniforme, pois os grandes avanços tecnológicos foram incorporados, primeiramente, nos aviões de combate e, somente depois, foram transferidos para as aeronaves comerciais. Entre as inovações trazidas pelo segmento militar se destacam: a) *turbinas*, que surgiram ainda no final da II Guerra Mundial, sendo incorporadas aos aviões comerciais na década de 1950; b) *sistemas eletrônicos integrados*, que se tornaram equipamentos básicos dos caças de quarta geração a partir dos anos 70, e foram utilizados pela primeira vez numa aeronave comercial com o *Airbus A-320*, em 1987; c) *materiais compostos*, a principal inovação do *Boeing 787*, que já vêm sendo utilizado pelas últimas gerações de caças. Segundo Mowery & Rosenberg (2005, p.81): *"A indústria norte-americana de aviões comerciais beneficiou-se de seus íntimos vínculos com a importante indústria de defesa dos motores e aviões militares. (...) As transferências tecnológicas das aplicações militares às civis de motores a jato, de novos materiais e de produtos eletrônicos ajudaram a indústria de aeronaves comerciais dos EUA"*.

Na seqüência, estes mesmos autores relativizam a idéia anterior, afirmando que *"desde os anos 70 (...) o significado econômico dessas transferências do âmbito militar para o civil foi diminuindo na indústria de aeronaves comerciais. De fato, o avião-tanque mais recente, o KC-10, foi baseado no desenho de uma estrutura civil, a do DC-10 da Douglas"*[85]. Entretanto, a transferência de tecnologia do segmento comercial para o militar, inclusive a do exemplo acima, está restrita à conversão de plataformas comerciais em aeronaves militares de apoio, como aviões de transporte ou reabastecimento (aviões-tanque), não envolvendo a transferência das tecnologias de ponta. Sendo assim, é importante reafirmar que, mesmo com a inegável expansão da aviação comercial, as tecnologias aeronáuticas mais avançadas, de caráter disruptivo, continuam sendo introduzidas pelo segmento militar, mais especificamente no desenvolvimento e na produção dos aviões de combate. Somente num segundo momento essas inovações são transferidas para a aviação comercial.

[85] MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.82. Cabe destacar que NELSON (2006, p.422) utiliza o mesmo exemplo para chegar a conclusões similares.

A difusão da tecnologia militar para o segmento comercial da indústria aeronáutica tem se refletido diretamente nos custos de desenvolvimento das aeronaves comerciais. *"Uma importante conseqüência da adoção das tecnologias do motor a jato e da eletrônica foi a espetacular elevação dos custos de desenvolvimento para os novos projetos de aeronaves comerciais. De aproximadamente US$ 150 mil para o DC-2, os custos de desenvolvimento subiram a mais de US$ 100 milhões para o DC-8 e deverão ultrapassar US$ 1 bilhão para o Boeing 767"*[86]. Por sua vez, o mais recente projeto da aviação comercial, o *Boeing 787*, tem o custo de desenvolvimento estimado em US$ 13,4 bilhões. Estes valores demonstram que, mesmo não tendo atingido o patamar dos aviões caças de quinta geração, o custo de desenvolvimento das aeronaves comerciais também tem apresentado um crescimento significativo.

Tabela 5 – Aviões Comerciais: Custo de desenvolvimento (P&D), 1936-2008

Aeronaves[1]	**Início das Operações**	**Custo Estimado de Desenvolvimento (*US$ milhões*)**[2]
Douglas DC-3	1936	5
Douglas DC-6	1947	137
Douglas DC-8	1959	842
Boeing 747	1970	6.766
Boeing 777	1995	9.331
Boeing 787	2010*	13.394

1. Principais aviões comerciais norte-americanos.

2. Custo estimado do desenvolvimento em US$ milhões, corrigido para o ano de 2008 pelo *Consumer Price Index (CPI)*.

* Ano previsto para entrar em operação.

Fonte: Adaptação de PRITCHARD & MACPHERSON. In: SOUZA, 2007.

Cabe destacar que a transferência de tecnologia do segmento militar para a indústria aeronáutica comercial, na maioria dos casos, é um processo intrafirma, pois a maioria dos grupos aeroespaciais do mundo atua tanto na produção de aeronaves militares como comerciais. Além disso, as principais fornecedoras de equipamentos sensíveis como turbinas e aviônicos, também atuam em ambos os segmentos aeronáuticos. *"Em geral, os contratos de compra do setor militar são firmados numa base cost-plus (correspondente aos custos totais); dessa forma, a compra pública resulta num subsídio cruzado em relação*

[86] MOWERY & ROSENBERG, 2006, p.251.

às compras não-militares"[87] pois uma parte dos custos de desenvolvimento da tecnologia aeronáutica de uso civil já foi amortizada pelos projetos militares.

Com relação aos custos de aquisição das aeronaves comerciais, que são apresentados na tabela 6, observa-se uma contínua elevação em decorrência da crescente incorporação de inovações tecnológicas. Entretanto, a elevação de custos das aeronaves comerciais foi proporcionalmente menor que a ocorrida no segmento aeronáutico militar. A título de comparação, enquanto os caças contabilizaram uma elevação de custos superior a 700%, entre os anos 50 (segunda geração) e os modelos atuais (quinta geração), neste mesmo período, os aviões comerciais apresentaram uma elevação de custos que atingiu quase 400%, isto para aeronaves com diferentes capacidades de transporte. Se o cálculo do custo de aquisição dos aviões comerciais for dividido pelo número de assentos, a expansão destes custos atingirá um patamar de aproximadamente 250%, nas últimas cinco décadas. Um crescimento significativo, mas apenas ⅓ da elevação dos custos das aeronaves militares de primeira linha.

Tabela 6 – Aeronaves Comerciais da Boeing: Custo unitário, 1955-2008

Modelos	Início das operações	N° de Assentos[1]	Custo da Aeronave *(US$ mil)*[2]	Custo por assento *(US$ mil)*[3]
Boeing 707	1958	179	35.000	196
Boeing 737	1968	104	32.000	308
Boeing 767	1982	290	127.500	440
Boeing 787	2010*	250	171.000	684

1. Número de assentos utilizando-se apenas uma classe de passageiros.
2. Custo unitário de aquisição das aeronaves em US$ mil, corrigido para o ano de 2008 pelo *Consumer Price Index (CPI)*.
3. Custo da aeronave dividido pelo número de assentos.
* Ano previsto para entrar em operação.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Boeing.

A explicação para um crescimento proporcionalmente menor dos custos das aeronaves comerciais, em relação às militares, reside nas diferenças do processo de difusão tecnológica. O projeto dominante da aviação comercial é, em primeiro lugar, uma síntese das inovações até então existentes, havendo pouco espaço para experimentações

[87] DOSI, 2006, p.84.

tecnológicas. Como visto em Utterback (1996)[88], quanto mais consolidada uma tecnologia, menor será o seu custo. Um segundo aspecto do projeto dominante é que este precisa ser economicamente viável e não apenas tecnicamente superior, como no caso dos aviões de caça. Isso explica o fracasso da tecnologia supersônica na aviação comercial, pois seus custos elevados não foram sancionados pelo mercado.

Apesar das diferenças na dinâmica da inovação, que se refletem no ritmo de incorporação de novas tecnologias, observa-se que os custos de desenvolvimento das aeronaves, em ambos os setores da indústria aeronáutica, vem apresentando um forte crescimento.

I.1.5. A Dinâmica da Inovação e a Incerteza

Como visto, o principal fator competitivo da indústria aeronáutica mundial está assentado sobre a incorporação de inovações, particularmente tecnológicas. Quando a inovação apresenta um caráter disruptivo levando a uma descontinuidade da trajetória tecnológica, a incerteza em relação ao seu futuro, não apenas quanto ao seu êxito, mas também quanto ao momento correto de adotá-la, se torna um dos elementos centrais da dinâmica da inovação da indústria aeronáutica. Como destacado por Rosenberg (2006, p.164): *"A escolha do momento e a natureza da decisão de adoção* [das inovações tecnológicas]*, por parte das firmas de negócios individuais, é uma questão-chave"*.

Na indústria aeronáutica, essa incerteza é agravada, ainda mais, pelos elevados custos de introdução das inovações radicais. O desenvolvimento de uma nova geração aeronaves tem atingido valores cada vez mais elevados, de forma que uma inovação mal sucedida passa a comprometer a sobrevivência da própria empresa. Por exemplo, o lançamento do *Boeing 707*, nos anos 50, representou cerca de 20% dos ativos totais da companhia, enquanto que nos anos 70, os custos de desenvolvimento do *Boeing 747* representaram mais de 90% desses ativos[89]. Desta maneira, a escolha de uma trajetória tecnológica errada ou, mesmo que numa trajetória correta, o momento errado de entrada,

---

[88] Para uma melhor análise da relação entre inovação e custo, ver o *"Capítulo 4 – Inovação e Evolução Industrial"* (UTTERBACK, 1996, p.85-111).

[89] WHITFORD, 2007.

possivelmente leva a empresa a ter que abandonar esse segmento de mercado ou, ainda, a sua falência.

Um exemplo disso ocorreu no segmento de aviões comerciais de médio porte, também conhecidos como aviões regionais. Nos anos 80, três empresas, a canadense de Havilland Canada (DHC)[90], a sueca Saab e a brasileira Embraer, dividiam esse segmento com aeronaves semelhantes: aviões bimotores turboélices na categoria de 30 passageiros. Nos anos 90, passou a existir uma demanda por aeronaves maiores, fazendo com que essas empresas tivessem que desenvolver novos modelos. Enquanto a Bombardier e, na seqüência, a Embraer lançaram aviões de propulsão a jato, a Saab investiu num modelo turboélice, uma tecnologia que não estava sendo mais aceita pelo mercado[91]. Como resultado, a Saab precisou abandonar o segmento de aeronaves comerciais se concentrando no desenvolvimento e produção de aviões militares.

O exemplo acima corrobora com a afirmação de Rosenberg (2006, p.164-165): *"Visto que o futuro tecnológico se encontra, inevitavelmente, envolto em incerteza, não é de surpreender que diferentes empresários terão expectativas diferentes. (...) Portanto, ao analisar qualquer decisão histórica com respeito à difusão* [das inovações tecnológicas]*, é preciso ser sensível à natureza específica das expectativas mantidas pelos empresários com relação ao curso futuro da tecnologia"*. Isso é válido tanto para o segmento comercial da indústria aeronáutica como para o militar.

No segmento comercial, a incerteza da dinâmica da inovação está diretamente relacionada com a definição do projeto dominante, dado que ele *"exerce um impacto poderoso no desenvolvimento das inovações tecnológicas futuras"*[92]. O projeto dominante é aquele que vai estabelecer os novos parâmetros da trajetória tecnológica e, até sua definição, o grau de incerteza permanecerá bastante elevado. Sendo assim, a questão central está em verificar se uma determinada aeronave se consolidará ou não como o novo projeto dominante da indústria aeronáutica comercial.

---

[90] A empresa de Havilland Canadá que produzia os aviões regionais *Dash 8* foi incorporada pelo grupo Bombardier em 1992 (BOMBARDIER, 2008).

[91] A Saab lançou o *SAAB 2000*, um bimotor turboélice com capacidade para 50 passageiros, tendo construído apenas 64 unidades entre 1994 e 1999. Em comparação, os jatos *ERJ-145* da Embraer e *CRJ-200* da Bombardier, com a mesma capacidade de transporte, venderam mais de 1.000 unidades cada e ainda se encontram em produção.

Em alguns casos, uma aeronave que introduza um conjunto de tecnologias inovadoras pode não se consolidar como o novo projeto dominante. Como visto anteriormente, foi o caso do revolucionário avião franco-britânico *Concorde*, que apesar de incorporar a tecnologia supersônica na aviação comercial, não foi sancionado pelo mercado como um novo projeto dominante.

Em outros casos, um modelo posterior de aeronave que passe a incorporar significativos aprimoramentos na tecnologia inovadora, poderá se tornar o projeto dominante da indústria aeronáutica comercial, desbancando o modelo pioneiro. *"Consideremos os problemas vinculados à introdução dos aviões comerciais a jato. A Grã-Bretanha introduziu o Comet I dois anos antes que os norte-americanos iniciassem o desenvolvimento de um avião a jato comercial. Ainda assim, os norte-americanos em algum momento venceram. Retrospectivamente, é visível que o atraso norte-americano lhes foi salutar em vez de lhes custar caro, e que a Boeing e a Douglas escolheram um momento de agir melhor que a de Havilland. Seu atraso permitiu-lhes oferecer aviões que podiam transportar até 180 passageiros, enquanto que o Comet IV transportava até cem, e com uma velocidade de cruzeiro de 550 milhas por horas em lugar de 480 — sólidas vantagens comerciais que puderam oferecer porque estavam fazendo projetos para motores mais modernos e mais poderosos. Mas eles também foram ajudados pela demora de quatro anos para tornar o Comet seguro após seus acidentes devido à fadiga metálica"*[93]. O atraso da Boeing e sua capacidade de incorporar melhoramentos ulteriores, muitos deles decorrentes dos próprios problemas enfrentados pelos britânicos, fizeram do *Boeing 707*, o projeto dominante da indústria aeronáutica comercial.

Atualmente, o *Boeing 787 Dreamliner* busca incorporar o máximo de melhoramentos com o objetivo de minimizar os riscos das novas tecnologias e, assim, se consolidar como o novo projeto dominante da indústria aeronáutica comercial. Entretanto, essa busca por uma maior definição da trajetória tecnológica implica em prorrogar o desenvolvimento desse novo avião. *"Os atrasos e adiamentos constantes fizeram com que o primeiro vôo e o seu lançamento comercial fossem adiados das datas originalmente*

---

[92] UTTERBACK, 1996, p.53.
[93] ROSENBERG, 2006, p.171.

traçadas pela Boeing"[94]. O *Boeing 787* começou a ser desenvolvido no ano de 2004 para entrar em operação em 2008, posteriormente essa data foi prorrogada para 2010, mas não será nenhuma surpresa se o cronograma for novamente adiado. *"As expectativas do aperfeiçoamento contínuo de uma nova tecnologia podem, portanto, levar ao adiamento de uma inovação"*[95] e também ao seu encarecimento.

No segmento militar da indústria aeronáutica, o pioneirismo na introdução de inovações tecnológicas é justificado pela incessante busca da superioridade tecnológico-militar das aeronaves de primeira linha. Entretanto, isso não significa um baixo nível de incerteza quanto à dinâmica da inovação, ao contrário, essa é ainda maior que no segmento comercial pelo fato de não existir um projeto dominante que determine parâmetros mais rígidos para o futuro desenvolvimento das inovações. Como visto, a descontinuidade da trajetória é dada pela introdução de uma nova geração de caças. A tecnologia incorporada nesses aviões, muitas vezes é uma tecnologia ainda não testada, existindo dúvidas quanto ao seu desempenho, além de requerer maiores esforços de investigação e, consequentemente, maiores recursos para o seu desenvolvimento. Dessa maneira, as análises referentes à dinâmica da inovação do segmento militar da indústria aeronáutica devem ser mais amplas, *"devem-se considerar não apenas as expectativas com relação a possíveis melhoramentos da tecnologia em consideração, mas também a possibilidade de melhoramentos das tecnologias substitutas* (...) *Ao mesmo tempo, as expectativas de contínuo melhoramento na velha tecnologia exercerão um efeito similar"*[96].

Ao se analisar o desenvolvimento da atual geração de caças, observa-se um elevado grau de incerteza com relação ao sucesso dos atuais empreendimentos. Atualmente, *o F-22 Raptor*, da norte-americana Lockheed Martin, é o único caça de quinta geração em operação, contudo, os resultados desse programa estão muito aquém do esperado. Inicialmente, a Força Aérea Norte-Americana intencionava adquirir 740 unidades do avião para substituir os caças de superioridade aérea *F-15 Eagle*. Entretanto, as mudanças no cenário geopolítico mundial e os crescentes custos do programa fizeram com que a encomenda inicial fosse reduzida para apenas 184 unidades. Além disso, existe uma grande

[94] NEWTICIAS, 2008.
[95] ROSENBERG, 2006, p.177.
[96] ROSENBERG, 2006, p.177.

pressão, inclusive de segmentos da própria USAF, para que esse programa seja definitivamente cancelado[97], dado que até o momento já consumiu mais de US$ 65 bilhões[98] ou, aproximadamente, US$ 350 milhões por aeronave. Da mesma forma, *"o programa F-35, também liderado pela Lockheed Martin, experimenta atrasos sucessivos em sua campanha de ensaios e questionamentos em todos os países clientes e parceiros sobre os custos elevados e real capacidade operacional da aeronave"*[99].

Essa elevada incerteza quanto ao futuro da nova geração de caças tem levado a introdução de inovações tecnológicas nos modelos mais antigos. Diversos sistemas desenvolvidos para os aviões de quinta geração como radares AESA, aviônicos que forneçam uma maior consciência situacional aos pilotos, *datalinks* de elevada capacidade e revestimentos furtivos estão sendo incorporados em caças de gerações anteriores. Por exemplo, *"em cima do modelo F-15E Strike Eagle, a Boeing implementou diversas melhorias, que incluem um revestimento de baixa assinatura radar, um reformulado CFT (Conformal Fuel Tank), permitindo que diversas armas sejam transportadas internamente, e uma nova deriva. A aeronave também incorporará o sistema de EW BAE Systems Digital Eletronics Warfare Systems (DEWS) que será integrado a um radar da Raytheon tipo AESA, similar ao empregado pelo F-35"*[100]. Além da Boeing, essa mesma estratégia está sendo adotada pelos principais fabricantes de caças da atualidade — incluídas a EADS, a Dassault, a Saab e a Sukhoi.

Quanto às tecnologias substitutas dos caças, destaca-se o recente desenvolvimento dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)[101]. Na atualidade, esses veículos são utilizados, quase que exclusivamente, como plataformas de observação e reconhecimento. Entretanto, nos últimos anos, as maiores empresas aeroespaciais do mundo, particularmente as ocidentais, tem apresentado projetos ou protótipos de VANTs voltadas especificamente

---

[97] DREW, 2009.

[98] No programa *F-22 Raptor* foram gastos cerca de US$ 30 bilhões no desenvolvimento, US$ 25 bilhões para a aquisição das 184 unidades e mais US$ 10 bilhões para torná-las operacionais (DREW, 2009 e SILVA, 2009).

[99] KATSANOS, 2009.

[100] REVISTA DA FORÇA AÉREA, 2009.

[101] *Veículo Aéreo Não Tripulado* (VANT), também chamado UAV, do inglês *Unmanned Aerial Vehicle*, é o termo usado para descrever todo e qualquer tipo de aeronave que não necessita de pilotos embarcados para ser guiada. Esse tipo de avião é controlado à distância, por meios eletrônicos e computacionais, sob a supervisão e governo humanos, ou sem a sua intervenção, por meio de comandos programáveis (PLAVETZ, 2009).

às atividades de combate, os denominados *Unmanned Combat Aerial Vehicle (UCAVs)*[102]. Num primeiro momento, os UCAVs visariam complementar as atividades dos caças, dado que a completa substituição das aeronaves de primeira linha por esses veículos necessitaria de um nível tecnológico muito superior ao atual. Além disso, parece não haver um consenso entre os principais estrategistas do mundo sobre a conveniência dessa substituição. Sendo assim, fica a pergunta colocada por Tom Crouch (2008, p.687), curador do Museu Nacional do Ar e do Espaço do Smithsoniam Institute: *"A tecnologia irá, inevitavelmente, substituir os pilotos em um número crescente de cabines militares. Será o F-35 o último em uma longa linhagem de caças monoposto que vem desde o Fokker E.III?"*.

A tecnologia introduzida pelos VANT amplia de maneira considerável a incerteza sobre a vantagem ou não de se investir no desenvolvimento de caças de quinta geração, pois passa a se colocar em xeque o próprio futuro dessa categoria de aeronave. Em suma, a incerteza de comprometer-se com a tecnologia atual dos caças de quinta geração ou de aguardar por algum tempo a fim de capitalizar a nova tecnologia dos VANTs?

I.2. Mudanças Estruturais na Indústria Aeronáutica

I.2.1. A Dinâmica da Inovação e o Tamanho da Empresa

Da análise anteriormente empreendida, pode-se concluir que a evolução da indústria aeronáutica mundial tem sido marcada pela crescente e contínua introdução de inovações, principalmente tecnológicas. Por sua vez, esse elevado dinamismo inovador tem apresentado dois importantes desdobramentos. Primeiro, um expressivo crescimento dos custos, particularmente no que se refere ao desenvolvimento de novas aeronaves. Segundo, um agravamento das incertezas quanto aos desdobramentos das novas tecnologias.

Nesse sentido, o tamanho da empresa — também denominado como escala empresarial — passa a ser um elemento fundamental do processo de inovação. Cabe

[102] Os principais demonstradores de tecnologia *Unmanned Combat Aerial Vehicle (UCAV)* que estão operando ou em vias de realizar o primeiro vôo são: o *Boeing X-45* (2002), o *Lockheed Martin Polecat* (2005), o *Northrop Grumman X-47 Pegasus* (2003), o *BAE Systems Taranis* (2009), o *Dassault nEUROn* (2010) e o *Mig Skat* (PLAVETZ, 2009 e UCAV, 2009).

destacar que não se trata apenas de maiores escalas produtivas[103], mas sim do tamanho absoluto das empresas. Segundo Penrose (2006, p.156-157): *"as economias de tamanho se manifestam quando uma firma de maior porte, apenas por uma questão de seu tamanho, pode não somente produzir e vender bens e serviços de forma mais eficiente do que firmas menores, mas também introduzir mais eficientemente maiores quantidades ou produtos novos"*. Nas economias de tamanho estão incluídas, tanto as chamadas "economias tecnológicas", derivadas das maiores escalas produtivas, como as "economias administrativas e financeiras"[104], resultantes da maior eficiência administrativa, das economias derivadas de compras e venda em maior escala, do uso mais econômico de reservas, da obtenção de capital em termos mais vantajosos e do apoio à pesquisa em larga escala[105].

Observa-se, assim, que o elevado dinamismo da inovação na indústria aeronáutica tem, continuamente, ampliado o tamanho mínimo exigido dos fabricantes de aeronaves[106]. Somente as grandes empresas podem fazer frente aos custos e incertezas inerentes ao processo de inovação. Por exemplo, quanto *"à capacidade de sustentar pesquisas, as vantagens das firmas grandes são evidentes. (...) Quando o pessoal e os laboratórios de pesquisa são caros, as firmas grandes têm mais possibilidade de sustentá-los do que as pequenas"*[107]. O tamanho da empresa passa a ser fundamental não apenas pela maior capacidade de realizar atividades internas de P&D, mas também pela possibilidade de financiar e fazer a gestão das atividades de pesquisa, muitas vezes realizadas fora da própria empresa, em centros de pesquisa, empresas associadas e fornecedores que compõem sua cadeia produtiva. Em resumo, a construção de vantagens competitivas na indústria aeronáutica mundial passa a estar diretamente vinculada ao tamanho da empresa.

---

[103] De acordo com PENROSE (2006, p.149) também são chamadas de *"economias tecnológicas, derivadas da produção de grandes quantidades de determinados produtos em amplas instalações"*. Segundo CHANDLER (1998, p.308): *"Obtêm-se economias de escala quando o maior volume de um só produto ou serviço num só complexo de instalações reduz o custo unitário da produção e da distribuição"*.

[104] As economias administrativas em geral estão relacionadas às firmas com vários estabelecimentos ou multiplantas.

[105] Para melhor análise da economia de tamanho ver PENROSE (2006, p.153).

[106] Além de PENROSE (2006), outros autores entre eles o próprio SCHUMPETER (1984) e também GALBRAITH (1956), CHANDLER (1998), NELSON & WINTER (2005), DOSI (2006) e FREEMAN & SOETE (2008), relacionam a capacidade de inovar ao tamanho da empresa.

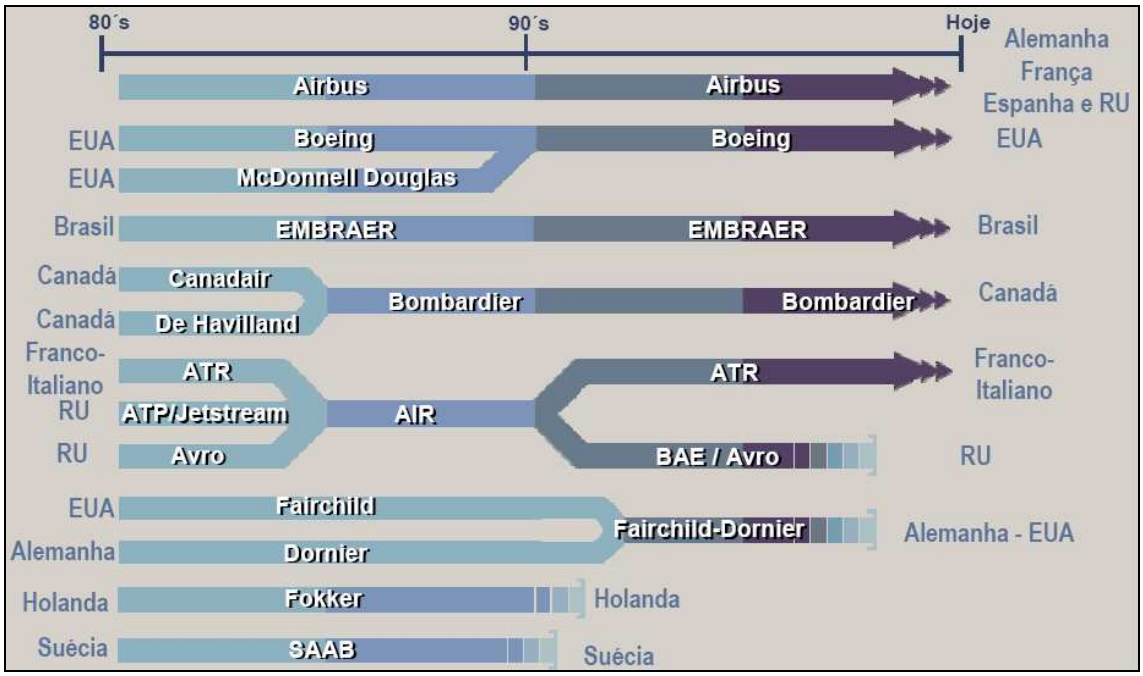
[107] PENROSE, 2006, p.156-157.

Seguindo esta lógica competitiva — centrada na necessidade de escalas empresariais cada vez maiores — as empresas líderes têm adotado estratégias visando comandar uma parcela crescente da estrutura produtiva da indústria aeronáutica. Como resultado dessa estratégia observa-se um aprofundamento dos processos de concentração e coordenação em torno dessas empresas. A seguir será realizada uma análise mais detalhada desses dois processos que estão no centro das mudanças estruturais da indústria aeronáutica mundial.

I.2.2. Concentração

O processo de concentração da indústria aeronáutica se inicia nos anos 50, com o fim da II Guerra Mundial e a conseqüente diminuição do volume de encomendas militares. Contudo, observa-se que esse processo tem se intensificado ao longo das últimas décadas. A figura 10, apresenta o avanço do processo de concentração no principal segmento da indústria aeronáutica, o de aeronaves comerciais de médio e grande porte, que passou de 13 firmas para apenas 5, em menos de três décadas.

Figura 10 – Indústria Aeronáutica Mundial: Processo de concentração no segmento de aeronaves comerciais, 1980-2008



Fonte: Embraer.

A principal característica a ser observada no processo de concentração é que a necessidade de empresas cada vez robustas fez com esse movimento se intensificasse a ponto de extrapolar tanto as fronteiras nacionais, quanto setoriais, dois movimentos complementares, que têm se reforçado mutuamente.

Oligopolização em escala mundial

Um *"aspecto significativo da indústria aeronáutica tem sido a necessidade de se obter um grande número de unidades produzidas de uma dada aeronave, a fim de tirar a vantagem das curvas de aprendizagem e recuperar as altas despesas de desenvolvimento. (...) Esses altos custos de desenvolvimento tornaram muito importante a maximização da produção de um dado projeto de aeronave"*[108]. Com essa necessidade, as empresas aeronáuticas deixaram de focar apenas os seus respectivos mercados nacionais e passaram a operar em escala global, de forma que, em todos os segmentos da indústria aeronáutica, a competição passou a se estruturar a partir de um patamar internacional. Mesmo na produção de aeronaves militares, onde os fabricantes estão voltados para atender, prioritariamente, a demanda de suas respectivas Forças Armadas, há um crescente interesse das empresas em avançar suas vendas sobre o mercado mundial[109].

Sendo assim, um número cada vez menor de empresas cada vez maiores que abrangem todo mercado mundial, *global players*, passou a ter condições de operar nesta indústria, como pode ser observado na tabela 7.

---

[108] MOWERY & ROSENBERG, 2006, p.248-249.

[109] De acordo com a Saab, uma das mais tradicionais fabricantes de aviões de caça do mundo, *"as encomendas governamentais até o Viggen* [caça dos anos 70] *atendiam, a contento, os custos do desenvolvimento de aviões de combate, dos quais, naquela época, a Flygvapnet* [Força Aérea Sueca] *possuía mais de 400. Devido à sofisticação de seus equipamentos e dos custos operacionais, aquela quantidade foi encolhendo chegando aos atuais 100 aviões. Encomendas menores por parte do governo deixaram os custos de desenvolvimento inviáveis, obrigando os suecos a procurar mercado para seus produtos"* (HIGUCHI & BASTOS JR, 2009).

Tabela 7 – 10 Maiores Grupos Aeroespaciais do Mundo[1]: Faturamento e funcionários, 2007

Empresas	Nacionalidade	Faturamento *(US$ bilhões)*	Funcionários[2]
Boeing	EUA	66,3	159.000
EADS	Alemanha, França e Espanha	57,2	116.000
Lockheed Martin	EUA	41,8	140.000
BAE Systems[3]	Reino Unido	27,6	76.800
Finmeccanica[4]	Itália	16,2	49.900
Bombardier Aerospace	Canadá	9,7	27.900
Textron[5]	EUA	8,9	28.000
Dassault Aviation	França	5,9	12.000
Embraer	**Brasil**	**5,2**	**23.700**
Mitsubishi[6]	Japão	4,9	8.700

1. Por falta de informações contábeis os grupos russos e chineses não foram classificados.
2. Número estimado.
3. A Divisão de Armamentos Terrestres não foi contabilizada.
4. As Divisões de Energia e Transporte não foram contabilizadas.
5. As Divisões Aeronáutica (Cessna) e de Helicópteros (Bell) do grupo Textron.
6. Divisão Aeroespacial da Mitsubishi Heavy Industries.

Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios Anuais das Empresas para o ano de 2007.

Dessa maneira, a indústria produtora de aeronaves vem se consolidando, ao longo das últimas décadas, como um oligopólio concentrado em nível mundial, aqui entendido *"como um "espaço de rivalidade" delimitado pelas relações de dependência mútua de mercado, que interligam o pequeno número de grandes grupos que, numa dada indústria, chegam a adquirir e conservar a posição de concorrente efetivo no plano mundial"*[110]. Em resumo, a indústria aeronáutica mundial vem se concentrando em poucas e grandes empresas.

Conglomeração

Dado que a construção de vantagens competitivas neste setor passa, necessariamente, pelo tamanho da empresa, as estratégias empresariais visaram não somente à ampliação dos ganhos de escala, mas também a criação de importantes economias de escopo[111]. Sendo assim, os grandes fabricantes de aeronaves também

[110] CHESNAIS, 1996, p.93.

[111] Segundo CHANDLER (1998, P.308): *"Obtêm-se economias de produção ou distribuição conjunta quando se utiliza um só complexo de instalações para produzir mais de um produto ou serviço. Para referir-me às economias de produção conjunta ou distribuição conjunta, utilizo uma expressão que é cada vez mais difundida: economias de escopo"*.

buscaram diversificar suas atividades para outros segmentos da indústria aeronáutica[112] e, ao longo desse processo, chegaram a romper com os limites da própria indústria, expandindo suas atividades para setores correlatos. Este processo de diversificação não foi aleatório, ele obedeceu a um movimento estratégico de se avançar para segmentos ou indústrias onde as competências empresariais, particularmente as tecnológicas, pudessem ser utilizadas para construir novas vantagens competitivas[113].

Tabela 8 – 10 Maiores Grupos Aeroespaciais do Mundo[1]: Segmentos de atuação, 2007

Grupos	Aeronáutica						Espaço	Defesa
	Comerciais	Regionais	Executivos	Leves	Militares	Helicópteros		
Boeing	◆				◆	◆	◆	◆
EADS	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆
Lockheed Martin					◆		◆	◆
BAE Systems					◆			◆
Finmeccanica		◆			◆	◆	◆	◆
Bombardier		◆	◆					
Textron			◆	◆		◆		
Dassault			◆		◆			
Embraer		◆	◆		◆			
Mitsubishi					◆	◆	◆	◆

1. Os grupos aeroespaciais norte-americanos Northrop Grumman e Raytheon não foram contabilizados por não atuarem diretamente na produção de aeronaves. Por falta de informações contábeis, os grupos aeroespaciais russos e chineses também não foram classificados.

Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios Anuais das Empresas para o ano de 2007.

Como resultado, observa-se a constituição de grandes conglomerados[114] aeroespaciais, que atuam nas indústrias aeronáutica, espacial e de defesa. Cabe destacar que, no caso da indústria de defesa, consideram-se apenas os segmentos que estão assentados sobre a mesma base tecnológica da indústria aeronáutica[115], como a produção de

[112] Diversificação entendida como o desenvolvimento de novos produtos, sendo assim uma estratégia de integração horizontal (CHANDLER, 1998, p.137).

[113] Segundo PENROSE (2006, p.222): *"Todas as empresas à procura de novos produtos enfatizam suas especialidades produtivas peculiares"*.

[114] Seria mais correto a utilização dos termos "Diversificação Coerente" (DOSI, TEECE & WINTER, 1992, p.200-201) ou "Diversificação Concêntrica" (BRITTO, 2002a, p.316-317) do que "Conglomerado", contudo, esse último é o termo utilizado correntemente.

[115] *"Chamaremos de "base produtiva" ou de "base tecnológica" da firma cada tipo de atividades produtivas que usa máquinas, processos, qualificações e matérias-primas complementares entre si e que são interligados uns aos outros no processo produtivo, independentemente do número ou dos tipos de produtos produzidos"* (PENROSE, 2006, p.176). Por sua vez, a base tecnológica da indústria aeronáutica está assentada na aerodinâmica, na resistência dos materiais, na termodinâmica e na eletrônica (MARTRE, 2001).

mísseis e foguetes e a integração de sistemas[116]. De acordo com a tabela 8, esses conglomerados aeroespaciais, que operam em escala global, tornaram-se o tipo de estrutura organizacional predominante na indústria aeronáutica mundial[117].

Fusões e Aquisições

O processo de consolidação da estrutura produtiva da indústria aeronáutica teve nas operações patrimoniais, particularmente nas fusões e aquisições (F&A), o seu principal instrumento. Na maioria dos casos, as operações de F&A da indústria aeronáutica foram assimétricas, pois a maior motivação para que essas operações existam é o fato da empresa a ser adquirida apresentar maior valor para a adquirente do que para si mesma[118]. Por exemplo, a McDonell Douglas, uma tradicional fabricante de aviões dos EUA, entrou em firme declínio nos anos 90. No ano em que foi adquirida, *"em 1996, a Douglas Aircraft*[119] *obteve apenas 40 ordens para novos aviões, em comparação com os 435 da Boeing"*[120]. Entretanto, foi uma importante aquisição para a Boeing, pois forneceu a escala necessária para poder enfrentar a sua rival européia, Airbus, além de agregar a fabricação de aviões militares de primeira linha ao seu portifólio de produtos.

Em alguns poucos casos da indústria aeronáutica foram observadas operações de fusões simétricas, isto é, empresas equivalentes cujos acionistas passaram a ter uma participação igualitária na empresa resultante. Um exemplo disso ocorreu no ano 2000 com a união da empresa alemã DASA com a francesa Aerospatiale-Matra para criar o maior grupo aeronáutico europeu, a EADS.

Por fim, cabe destacar que algumas operações de F&A foram utilizadas para que as empresas conseguissem entrar em novos segmentos mercado aeronáutico[121], sendo este o

---

[116] AIAB, 2007.

[117] Cabe destacar que, em alguns casos, os conglomerados aeroespaciais também atuam em outros setores industriais, como é o caso da Finmeccanica italiana, que produz equipamentos elétricos e de transporte ou a Bombardier canadense, que é uma das líderes mundiais na produção de material ferroviário (FINMECCANICA, 2007 e BOMBARDIER, 2007).

[118] Para uma análise mais detalhada das motivações que levam as empresas a realizarem operações de F&A ver PENROSE (2006, p.239-262): *"As bases Econômicas das Aquisições"*.

[119] Douglas Aircraft era o nome da divisão do grupo McDonell Douglas responsável pela produção dos aviões comerciais.

[120] NEWHOUSE, 2008, p.163.

[121] PENROSE (2006, p.201): *"a aquisição pode ser utilizada como meio para se obter os serviços produtivos e os conhecimentos necessários para estabelecer-se num novo campo"*.

caso da canadense Bombardier que entrou no segmento de jatos executivos com a aquisição da empresa norte-americana Learjet, em 1990.

Independente das peculiaridades de cada operação observa-se que as F&A da indústria aeronáutica tiveram como objetivo principal ampliar as escalas empresariais, dentro da lógica de construção de vantagens competitivas vigente nessa indústria. Segundo Penrose (2006, p.290), *"podemos supor com segurança que as firmas que cresceram por fusões tenderão em geral a ser maiores do que teriam sido de outra forma"*.

Contudo, o caráter estratégico da indústria aeronáutica — seja pela posição-chave no fornecimento de material de defesa (aeronaves militares), seja por ser um setor de alta tecnologia (empregos mais qualificados e produtos de alto valor agregado) — fez com que a grande maioria das operações de F&A ficasse restrita às fronteiras nacionais. Mesmo no caso das operações realizadas dentro de um mesmo bloco econômico consolidado, como a União Européia, o caráter nacional permanece, ainda que de forma compartilhada. Por exemplo, a "européia" EADS tem o seu controle igualmente dividido entre os franceses e os alemães, com uma participação minoritária dos espanhóis, que respondem pela divisão produtora de aviões de transporte militar[122]. Mesmo nas situações em que a empresa é adquirida por um grupo estrangeiro de maior porte, busca-se manter pelo menos parte do comando sob controle nacional. Este foi o caso da empresa sueca Saab que teve uma parte do seu capital adquirido pelo grupo britânico BAE Systems, mas evitou a sua completa desnacionalização[123]. De acordo com o quadro 2, nenhuma das maiores empresas aeronáuticas do mundo tem a sua estrutura de controle comandada pelo capital estrangeiro. Dessa forma, não se observa na indústria aeronáutica o amplo movimento de interpenetração patrimonial entre as empresas de diferentes países, que é uma das características centrais dos processos fusões e aquisições das últimas décadas[124].

---

[122] EADS, 2007.

[123] Em 2007, 61% do capital da Saab se encontrava sob controle dos suecos (SAAB, 2007).

[124] Segundo COUTINHO (1995, p.25), uma das principais características das transformações recentes do capitalismo mundial é o *"significativo aumento do número de oligopólios globais, dos fluxos de capitais e da interpenetração patrimonial dentro da tríade"*. Ver também CHESNAIS (1996, p.61-64).

Quadro 2 – Indústria Aeronáutica Mundial: Estruturas de controle, 2007

Empresas Líderes	Países	Estrutura de controle[1]
Boeing	EUA	Pulverizados (NYSE)
EADS	França, Alemanha e Espanha	Minoritários dominantes
Lockheed Martin	EUA	Pulverizados (NYSE)
BAE Systems	Reino Unido	Pulverizado (LSE)[2]
Finmeccanica	Itália	Minoritário dominante (Estatal)
Bombardier	Canadá	Pulverizado (TSE)[3]
Embraer	Brasil	Pulverizado (BOVESPA/NYSE)[4]
Mitsubishi	Japão	Majoritário dominante
UAC	Rússia	Estatal
AVIC I	China	Estatal
Hindustan	Índia	Estatal
KAI	Coréia do Sul	Minoritário dominante[5]

1. Tipologia apresentada por THOMSEN & PEDRESEN, 1999.
2. *London Stock Exchange (LSE).*
3. *Toronto Stock Exchange (TSE).*
4. Direito dos acionistas estrangeiros limitado a no máximo 40% dos votos.
5. Acordo de acionistas entre os três maiores *Chaebols* e o governo.
Fonte: Elaboração própria.

O caráter nacional da indústria aeronáutica mundial também se reflete na forma de internacionalização da estrutura produtiva. Apesar da atuação global, na maioria dos grandes grupos aeroespaciais as subsidiárias localizadas no exterior apresentam pouca relevância, estando, na maioria dos casos, voltadas para dar suporte ao intercâmbio comercial[125]. Isto porque as economias de escala e de escopo são de grande relevância para essa indústria, de forma que as empresas aeronáuticas concentram suas atividades produtivas em poucas unidades fabris ao redor do mundo. Além disso, as empresas líderes da indústria aeronáutica buscam evitar que a *"circulação da tecnologia no interior do espaço privado dos grupos"*[126] permita a transferência do conhecimento tácito que circula pelas subsidiárias localizadas no exterior, para as concorrentes locais. Pelo lado dos potenciais receptores de investimentos estrangeiros, observa-se que a maioria desses países canaliza as políticas de apoio e incentivo à indústria aeronáutica para as empresas de capital nacional. Dessa maneira, há pouco espaço, ou até mesmo restrições, à instalação de subsidiárias estrangeiras na indústria aeronáutica mundial.

[125] Para uma análise mais detalhada das dimensões da internacionalização ver CHESNAIS (1996, p.51).
[126] CHESNAIS, 1996, p.147.

Nesse sentido, as restrições ao capital estrangeiro, tanto no aspecto patrimonial quanto produtivo, demonstram que o controle nacional das empresas aeronáuticas, particularmente dos grandes conglomerados aeroespaciais, não apenas permaneceu, mas foi reforçado.

I.2.3. Coordenação

O robusto processo de concentração da indústria aeronáutica tem se materializado nos grandes conglomerados aeroespaciais organizados em um oligopólio de escala global. Observa-se, entretanto, que os esforços realizados por essas grandes empresas, apesar de imprescindíveis, têm se tornado insuficientes para arcar com os crescentes custos e incertezas decorrentes da exacerbação da dinâmica da inovação.

Nesse contexto, as grandes empresas foram estabelecendo estratégias com o objetivo de coordenar uma parcela crescente da cadeia produtiva da indústria aeronáutica, de modo a aproveitar as oportunidades de aprendizado e a somatória de capacitações e, assim, levar adiante as inovações[127]. Cabe esclarecer que essas empresas somente conseguiram avançar no processo de coordenação através da constituição de estruturas organizacionais híbridas, formas intermediárias entre os mercados e as firmas, que combinam elementos desses dois extremos. Essas estruturas vêm sendo utilizadas em situações de elevada dependência bilateral, porém com a manutenção da autonomia de cada empresa[128]. Na indústria aeronáutica, a necessidade de uma escala empresarial cada vez maior, somada às limitações para expansão das firmas[129], têm favorecido a criação e o fortalecimento das estruturas organizacionais híbridas utilizadas para coordenar tanto as relações horizontais (alianças estratégicas) como as verticais (parcerias de risco).

Alianças Estratégicas

A primeira grande aliança estratégica da indústria aeronáutica foi estabelecida, no final dos anos 60, entre a companhia britânica British Aircraft Corporation (BAC) e a

---

[127] Coordenação entendida como *"o processo de programação e regularização dos fluxos e transações entre as unidades"* (CHANDLER, 1998, P.264).

[128] HIRATUKA, 1996, p.11-12.

[129] As limitações para expansão da firma podem ser de caráter endógeno (por exemplo, limitações financeiras) ou exógeno (por exemplo, restrições legais).

francesa Aerospatiale, que, juntas, desenvolveram e produziram o *Concorde*, primeiro e, até hoje, único avião comercial supersônico a entrar em operação. Desde então, essa forma de organização da estrutura produtiva tem sido cada vez mais utilizada na indústria aeronáutica mundial, particularmente pelas grandes empresas, pois somente estas têm capacidade de compartilhar as atividades-chaves, no caso o desenvolvimento, a produção e a comercialização de novas aeronaves[130]. A avaliação de Mowery & Rosenberg (2005, p.85) sobre a indústria aeronáutica norte-americana demonstra que *"as empresas remanescentes* [do processo de concentração] *reorganizaram suas atividades (...), e agora contam com um complexo conjunto de "alianças", joint ventures multifirmas com empresas estrangeiras"*.

A tecnologia aeronáutica tem se tornado tão complexa que mesmo os grandes conglomerados aeroespaciais estão buscando unir forças no desenvolvimento e produção de novas aeronaves. Cabe destacar que grande parte das alianças estratégicas é realizada no âmbito internacional. Segundo Mowery & Rosenberg (2005, p.85), *"tais alianças tornam-se necessárias para dividir os riscos e também para facilitar a penetração dos mercados estrangeiros de rápido crescimento"*. Outro fator que também tem contribuído para a criação de alianças internacionais se refere às crescentes restrições impostas ao capital estrangeiro no setor aeronáutico. As alianças possibilitam que as empresas de diferentes nacionalidades trabalhem de forma conjunta, sem o risco de desnacionalização de alguma das partes. Assim, as alianças estratégicas também estão sendo utilizadas como instrumentos de internacionalização produtiva e tecnológica dos grandes conglomerados aeroespaciais.

Segundo Chesnais (1996, p.165): *"as "alianças estratégicas" são os acordos de cooperação relativos à tecnologia, constituídos entre os grandes grupos, dentro dos oligopólios"*. Mesmo que exista alguma diferença de tamanho ou de capacitação entre as firmas envolvidas, as alianças estratégicas estabelecidas na indústria aeronáutica tendem ser simétricas, isto é, todas as firmas participam do desenvolvimento da nova aeronave. Cabe aqui diferenciar as alianças estratégicas dos acordos de transferência de tecnologia, pois

[130] As grandes fabricantes de turbinas também têm estabelecido um grande número de alianças estratégicas visando o desenvolvimento de novos modelos de motores. Como essas alianças seguem a mesma lógica concorrencial dos acordos instituídos nos mercados de aeronaves, não serão tratados em separado.

estes últimos são relações de "mão única", nos quais uma empresa é a detentora e outra a receptora da tecnologia. Entretanto, em alguns casos, os acordos de transferência tecnológica podem evoluir para alianças estratégicas, dado que estes acordos são um dos principais instrumentos utilizados para aquisição de tecnologia aeronáutica, particularmente pelas empresas nascentes. Um exemplo disso são os acordos da sul-coreana KAI, com a norte-americana Lockheed Martin, inicialmente, para fabricação sob licença dos caças *F-16 Fighting Falcon*, e, posteriormente, para o desenvolvimento e a produção conjunta do *T-50 Golden Eagle*, um avião supersônico de treinamento avançado.

A maioria das alianças estratégicas da indústria aeronáutica está voltada para o desenvolvimento e produção de uma nova aeronave. Entretanto, algumas alianças englobam apenas a área comercial, sendo responsáveis pela certificação, marketing, venda e assistência técnica das aeronaves em um determinado mercado. Este tipo de aliança pode ser visto nos exemplos a seguir: a sueca Saab se associou a britânica BAE Systems, criando a Gripen International para comercialização dos caças *JAS-39 Gripen*; e a russa Sukhoi constituiu a *joint venture* Superjet International com a italiana Alenia, para venda do jato regional *SSJ-100*, no mercado ocidental.

Por fim, cabe destacar que a maioria das alianças estratégicas da indústria aeronáutica envolve arranjos patrimoniais entre as firmas associadas; em geral, na forma de consórcios ou *joint ventures* entre duas ou mais empresas. Os arranjos patrimoniais têm um caráter mais permanente quando estão voltados para uma determinada categoria de produto — este é o caso da ATR, criada pelos grupos EADS e Finmeccanica para atuar no segmento de aviões regionais turboélices. Entretanto, a maioria dos consórcios ou *joint ventures* é destinada a um produto específico, por exemplo a Eurofighter GmbH, responsável pela produção do avião de caça supersônico *Eurofighter Typhoon*.

Parcerias de Risco

As aeronaves são produtos que apresentam uma elevada complexidade sistêmica, cujos diversos componentes precisam se adequar uns aos outros dentro de uma arquitetura integral[131] definida pelo fabricante da aeronave. Dada essa característica do processo

[131] Para uma melhor análise sobre a "arquitetura integral" na indústria aeronáutica, ver SOUZA (2007, p.165-166).

produtivo, observa-se que a *"subcontratação da produção de aeronaves, tanto comerciais quanto militares, aumentou com a crescente complexidade dos componentes das aeronaves, tais como sua aparelhagem eletrônica"*[132]. Como resultado, um crescente número de componentes e sistemas, particularmente os mais sofisticados, vem sendo encomendado junto aos fornecedores especializados. *"Durante os anos 1930, a subcontratação "constituía menos de 10% das operações do setor", mas que, em meados dos anos 1950, 30% a 40% do trabalho de montagem do Electra da Lockheed foi subcontratado. Algo como 70% da montagem do Boeing 747* [anos 1970] *foi subcontratada"*[133].

Tabela 9 – Conteúdo Estrangeiro em Aeronaves da Boeing, 1963-2008

Componentes Estruturais	Modelo da Boeing (ano de lançamento)			
	727 (1963)	767 (1982)	777 (1994)	787 (2010*)
Asa	EUA	EUA	EUA	Japão
Caixa de estrutura da asa	EUA	Japão	Japão	Japão
Empenagens	EUA	EUA	Outros	Itália/EUA
Fuselagem - Frente	EUA	Japão	Japão	Japão/EUA
Fuselagem - Posterior	EUA	Japão	Japão	Itália
Fuselagem - Nariz	EUA	EUA	EUA	EUA

* Ano previsto para entrar em operação.
Fonte: Adaptação de PRITCHARD & MACPHERSON. In: SOUZA, 2007.

A partir dos anos 80, verificou-se um avanço no processo de terceirização, pois as fabricantes de aeronaves, principalmente as norte-americanas Boeing e McDonell Douglas, passaram a transferir, de forma progressiva, a produção de componentes estruturais — asas, seções da fuselagem e empenagens — para firmas subcontratadas, a maioria delas localizadas em outros países, como pode ser visto na tabela 9. Essa estratégia tem sido utilizada tanto para reduzir os custos de produção como para ampliar as vendas no exterior através da realização de acordos industriais de *offset*[134]. De acordo com Souza (2007, p.177), *"o esquema (de offset) nasceu quando a Douglas subcontratou montagem das asas*

[132] MOWERY & ROSENBERG, 2006, p.253-254.

[133] MOWERY & ROSENBERG, 2006, p.253.

[134] *"O offset industrial pode ser definido como uma forma de comércio compensatório ou recíproco em que os exportadores fazem concessões aos importadores. Um offset direto normalmente envolve alguma forma de partilha na produção (subcontratação), transferência de tecnologia ou treinamento de trabalhadores. Já o offset indireto pode incluir acordos para novas compras ou trocas"* (SOUZA, 2007, p.177).

e fuselagem para os DC-9 e DC-10 no Canadá e Itália, alcançando vendas substanciais para esses países".

Em meados dos anos 90, os crescentes custos de desenvolvimento e as incertezas envolvidas no processo de inovação levaram a um aprofundamento na desverticalização da estrutura produtiva das grandes fabricantes de aeronaves. Para isso, *"a saída foi fazer então com que os fornecedores se tornassem parceiros a partilhar o risco nos novos programas de desenvolvimento de aeronaves"*[135], as denominadas parcerias de risco. Cabe destacar que a empresa aeronáutica brasileira, Embraer, foi a pioneira na criação dos acordos de parceiras de risco da indústria aeronáutica mundial. Nesse novo tipo de organização da cadeia produtiva, as empresas líderes transferem para seus parceiros parte da responsabilidade tecnológica e financeira envolvidas no desenvolvimento de uma determinada aeronave[136]. Os parceiros de risco também passam a responder pela integração dos seus respectivos sistemas, isto é, passam a controlar os seus próprios fornecedores. Dessa maneira, as grandes empresas aeronáuticas têm se relacionado com um número cada vez menor de fornecedores cada vez maiores, levando a um processo de consolidação entre as empresas fornecedoras. Como resultado, foi se estabelecendo uma rede hierárquica dentro da cadeia produtiva da indústria aeronáutica: primeiro, os grandes fabricantes de aeronaves; depois, os parceiros de risco e, por fim, os fornecedores de segundo e terceiro níveis. Segundo Tigre (2006, p.220): *"Coordenada por uma empresa âncora, a rede hierarquizada integra um conjunto de fornecedores de diferentes níveis, articulados em uma cadeia de valor"*.

Observa-se que os programas comerciais e militares mais recentes estão aprofundando ainda mais as parcerias de risco. No programa *Boeing 787 Dreamliner*, que deverá ser o novo projeto dominante da aviação comercial, *"a construção de 90% das partes está distribuída por uma ampla rede de fornecedores internacionais"*[137]. Com relação aos caças de quinta geração, a Lockheed Martin estabeleceu parcerias de alto nível para desenvolver e produzir esses aviões. No caso do *F-22 Raptor*, a parceira escolhida foi

---

[135] SOUZA, 2007, p.181.

[136] Para uma melhor análise da evolução das relações da Embraer com seus fornecedores, ver SABBATINI et. al. (2008, p.43-54).

[137] SOUZA, 2007, p.184.

a Boeing e, no programa *F-35 Lightning II*, os parceiros de risco são a Northrop Grumman e a britânica BAE Systems.

Uma das características das parcerias de risco é que as mesmas compõem relações predominantemente internacionais. Isto é verificado não apenas no caso da brasileira Embraer, onde todos os parceiros de risco são estrangeiros, mas também no programa *Boeing 787* onde mais de 70% dos componentes estruturais são fabricados por parceiros localizados no exterior. Essa preferência de acordos de parcerias de risco com firmas estrangeiras se deve a diversos fatores: a) usufruir do *expertise* tecnológico e dos baixos custos produtivos das firmas estrangeiras, b) obter recursos e incentivos públicos de outros países para os novos investimentos, particularmente aqueles relacionados ao desenvolvimento tecnológico e c) acesso ao mercado internacional, pois, como visto, as contratantes normalmente exigem como contrapartida a aquisição das aeronaves por parte de companhias aéreas locais[138] ou pelas Forças Armadas, no caso de aeronaves militares.

Dessa forma, o crescente dinamismo tecnológico tem feito com que os fabricantes de aeronaves passem a transferir parte da sua *core competence*[139] — desenvolvimento, produção e integração de sistemas — para seus parceiros de risco. Essa estratégia tem levado a uma crescente participação dos parceiros de risco, tanto no desenvolvimento tecnológico como no financiamento do processo de inovação, que em alguns casos chega a ser equivalente ao das alianças estratégicas. Entretanto, não se deve confundir estas duas formas de organização da estrutura produtiva, pois as alianças estratégicas são caracterizadas como relações horizontais, nas quais se verifica uma maior simetria entre os participantes, enquanto que nas parcerias de risco o que se observa é a constituição de relações verticais hierarquizadas, sendo assim, assimétricas. Em suma, os participantes das alianças estratégicas passam a ter acesso ao projeto completo da aeronave, o que não ocorre nas parcerias de risco, onde o domínio da tecnologia pelo fornecedor fica restrito a um determinado componente ou sistema.

---

[138] A expressão "companhias aéreas" abrange as companhias aéreas *stricto sensu*, as companhias de leasing (*lessors*) e as especializadas em transporte de carga.

[139] *"A firm´s competence is a set of differentiated technological skills complementary assets, and organizational routines and capacities that provide the basis for a firm´s competitive capacities in a particular business. 'These people are good at x' summarizes external perceptions as to the nature of these competences. In essence, competence is a measure of a firm´s ability to solve both technical and organizational problems"* (DOSI, TEECE & WINTER, 1992, p.197-198).

Cabe ainda destacar que as parcerias de risco, assim como as alianças estratégicas, são relações estabelecidas entre diferentes empresas, de forma que, numa determinada relação, uma empresa pode ocupar uma determinada posição e, em outra relação, essa mesma firma ocupe uma posição invertida. Por exemplo, a Alenia, do grupo italiano Finmeccanica, participa de uma aliança estratégica com a européia EADS para produção de aviões turboélices regionais e, ao mesmo tempo, é parceira de risco no programa *787*, comandado pela norte-americana Boeing. Por sua vez, a Boeing é parceira de risco, estando subordinada a Lockheed Martin no desenvolvimento e produção dos aviões de caça *F-22 Raptor*.

I.3. Principais Atores da Indústria Aeronáutica

I.3.1. O Estado

A participação estatal na indústria aeronáutica remonta às suas origens, pois, na quase totalidade dos casos, as empresas fabricantes de aeronaves foram criadas pelo Estado ou então tiveram grande apoio governamental, principalmente através das encomendas militares e programas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico. Entretanto, nas últimas décadas, a exacerbação da dinâmica da inovação e, consequentemente, da concorrência oligopolista, vem levando o Estado a intensificar sua presença na indústria aeronáutica, tanto em nível nacional quanto mundial.

As políticas públicas para a indústria aeronáutica têm se direcionado tanto para o suporte ao desenvolvimento tecnológico como no apoio ao processo de reestruturação. A necessidade de se introduzir inovações cada vez mais complexas, algumas de caráter disruptivo, tem levado o Estado a ampliar sua participação no desenvolvimento das novas aeronaves. Nesse aspecto, o Estado vem centralizando seus esforços para o fornecimento de infra-estrutura técnica e de recursos humanos, com ênfase no fortalecimento dos centros de pesquisa. Além disso, o Estado também tem financiado as atividades de P&D realizadas pelas empresas, através de diferentes mecanismos de subsídio, destacando-se os programas de fomento ao desenvolvimento tecnológico e às encomendas de aeronaves militares. Enquanto a União Européia está investindo mais de US$ 11 bilhões no apoio às inovações

aeronáuticas, através do *7th Framework Program*[140], os EUA têm destinado dezenas de bilhões de dólares para o desenvolvimento dos aviões de caça de quinta geração.

Os Estados Nacionais também passaram a ter uma presença crescente dentro da estrutura produtiva da indústria aeronáutica, incentivando a constituição e fortalecimento dos grandes conglomerados aeroespaciais, de forma que esses possam enfrentar a acirrada competição mundial. As diferentes formas de apoio ao processo de concentração da indústria aeronáutica têm obedecido ao modo como estão estruturadas as relações "Estado X Empresa" nos diversos países[141]. Na China e Rússia, o controle estatal permitiu a reunião das empresas aeronáuticas em grandes *holdings*. Nos casos sul-coreano e japonês, o Estado tem atuado, respectivamente, com os Chaebols e Keiretsus, para criar e fortalecer as grandes empresas aeronáuticas. As indústrias aeronáuticas do Canadá e do Brasil já estavam concentradas em grandes empresas que tiveram origem estatal, de forma que as políticas públicas se concentraram no apoio à expansão internacional dessas empresas. Na Índia, a empresa líder contínua sob controle do Estado. Nos países da Europa Ocidental, a forte presença estatal, exercida através de participações minoritárias e incentivos, possibilitou a consolidação das empresas aeronáuticas em níveis nacional e regional. Por fim, nos EUA, a ação do Estado é exercida através das concorrências públicas para o fornecimento de aeronaves militares, que, aos poucos, vem selecionando as empresas vencedoras. Além disso, o governo norte-americano tem apoiado as F&A como forma de criar grandes conglomerados aeroespaciais. Por exemplo, a fusão da McDonell Douglas com Boeing, em 1996, teve apoio direto do governo[142]. No caso da européia EADS, por sua vez, a ação estatal chegou a extrapolar as fronteiras nacionais, pois as políticas públicas de três países, no caso, França, Alemanha e Espanha, convergiram para criação desse grande conglomerado aeroespacial.

---

[140] 7th FRAMEWORK PROGRAM, 2008.

[141] *"Os aspectos institucionais que afetam o comportamento econômico foram identificados pela corrente institucionalista, que, segundo North (1990), atribui o desenvolvimento das nações à natureza de suas instituições. Segundo essa visão, as instituições de hoje guardam fortes conexões com as de ontem; daí a importância da trajetória institucional ou path dependency. Nenhum arranjo institucional pode ser definido como "ótimo", pois eles são frutos de contingências culturais e políticas típicas de cada país"* (TIGRE, 2006, p.61).

[142] NEWHOUSE, 2008, p.163-165.

Quadro 3 – Indústria Aeronáutica Mundial: Políticas públicas de consolidação, 2000-2007

Países/Regiões	Empresas Líderes	Políticas Públicas
EUA	Boeing Lockheed Martin	Incentivo as F&A de grandes empresas. Seleção das empresas líderes através de concorrências militares.
Europa	EADS	Acordo de acionistas realizado como política de Estado. Manutenção de participações minoritárias.
	BAE Systems	Evitou a desnacionalização ao apoiar a fusão de dois grupos nacionais (BAe + Marconi Systems). Manutenção de uma *golden share*.
	Finmeccanica	Consolidação das principais empresas aeronáuticas em um grande conglomerado aeroespacial. Manutenção de uma participação minoritária dominante.
Canadá	Bombardier	Apoio e proteção a única grande fabricante de aviões do país.
Brasil	Embraer	Acordo de acionistas manteve a *golden share* e estabeleceu restrições ao controle estrangeiro.
Japão	Mitsubishi	Primeira contratante dos principais projetos aeroespaciais, além de ter apoio para comandar o consórcio de empresas JADC.
Rússia	UAC	Criação da UAC, *holding* estatal que passa a controla as principais fabricantes de aviões.
China	AVIC I e AVIC II	Apoio às duas grandes *holdings* estatais.
Índia	Hindustan	Concentração das atividades do setor em uma única empresa, de propriedade estatal.
Coréia do Sul	KAI	Fusão das divisões aeroespaciais dos 3 maiores *Chaebols* em uma única grande empresa, com participação estatal.

Fonte: Elaboração própria.

A participação do Estado não tem ficado restrita ao processo de concentração, e se estende também às operações de coordenação da cadeia produtiva. Observa-se que as alianças estratégicas voltadas para o segmento militar têm sido determinadas pelas políticas de Estado e, posteriormente, executadas pelos grupos aeroespaciais. Enquanto a constituição das alianças internacionais destinadas à produção de aeronaves comerciais, na maioria das vezes, é decidida pelas empresas, mas com a anuência do Estado. Por fim, verifica-se que as parcerias de risco internacionais, particularmente as que envolvem maior conteúdo tecnológico, têm passado pelo crivo das autoridades públicas, sendo em muitos casos resultados de acordos entre os diferentes Estados Nacionais.

As grandes fabricantes de aeronaves e os Estados Nacionais apresentam uma relação cada vez mais próxima, mais complementar, podendo ser classificada como

simbiótica[143]. Por um lado, o elevado dinamismo tecnológico e o amplo processo de consolidação reforçaram a dependência que os grandes grupos aeroespaciais têm em relação ao Estado. Por outro lado, o Estado depende cada vez mais do desempenho de suas empresas líderes para poder incentivar o desenvolvimento tecnológico e intervir na reestruturação da indústria aeronáutica. Em suma, os Estados Nacionais, em conjunto com os grandes conglomerados aeroespaciais, tornaram-se os agentes econômicos centrais da indústria aeronáutica mundial; cabendo a ressalva de que a grande empresa apresenta um papel ainda mais decisivo, pelo fato de ser a responsável por efetivar as inovações.

I.3.2. A Grande Empresa

O conjunto de informações apresentado neste capítulo demonstra que o avanço no processo de consolidação levou, não apenas à ampliação da escala empresarial mínima, mas também modificou a forma com que as empresas e o mercado estão estruturados. Como visto, as grandes empresas aeronáuticas estão atualmente organizadas na forma de conglomerados aeroespaciais que operam em escala global e se relacionam com as outras empresas, particularmente estrangeiras, através de uma complexa rede de alianças estratégicas e parcerias de risco, além de apresentarem uma relação cada vez mais estreita com os respectivos Estados Nacionais. Dessa forma, as empresas líderes assumem uma importância crescente, praticamente se confundindo com os limites e interesses da indústria aeronáutica dos seus respectivos países.

Num determinado sentido, todo esse amplo processo de mudanças corporativa e estrutural decorre do elevado dinamismo inovador da indústria aeronáutica mundial. A contínua incorporação de novas tecnologias tem resultado em crescentes custos e incertezas que, por sua vez, exigem empresas cada vez mais robustas. Em suma, *"estrutura de mercado e tamanho da empresa são variáveis endógenas que dependem da natureza e da taxa do progresso técnico"*[144]. Esta relação entre o dinamismo tecnológico e as mudanças estruturais — os dois fatores críticos da competitividade na indústria aeronáutica — é sintetizada pelo Sr. Jorge Ramos de Oliveira Jr., Diretor de Desenvolvimento Tecnológico

[143] Na relação simbiótica, os organismos, no caso instituições atuam de forma conjunta para proveito mútuo.
[144] DOSI, 2006, p.141.

da Embraer[145]: *"Dado o elevado tempo de maturação e os altos custos dos projetos é fundamental que estes sejam bem sucedidos comercialmente, caso contrário coloca-se em risco a sobrevivência da própria empresa. Os revezes são cruciais, pois o mercado é altamente competitivo. Por isso, o processo de consolidação desta indústria é liderado pelas empresas que apresentaram projetos bem sucedidos, as demais faliram ou foram incorporadas"*.

No sentido oposto, se observa que somente as grandes empresas aeronáuticas — estruturadas na forma de conglomerados aeroespaciais — reúnem as capacitações tecnológicas e financeiras para fazer frente aos elevados custos de desenvolvimento e às incertezas tecnológicas inerentes ao processo de inovação desse setor. Sendo assim, fica demonstrado que o elevado dinamismo tecnológico da indústria aeronáutica depende do alto grau de concentração e da existência de empresas cada vez maiores, dado que são essas que implementam os avanços tecnológicos.

Pode-se concluir que as grandes empresas aeronáuticas são, ao mesmo tempo, causa e conseqüência do elevado dinamismo da inovação e do amplo processo de reestruturação por que tem passado essa indústria. Um processo de "destruição-criativa", como apresentado por Schumpeter (1984, p.113), que *"incessantemente revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando uma nova"*, no caso, uma nova configuração da indústria aeronáutica mundial.

Dessa maneira, o próximo capítulo procura descrever esta nova configuração da indústria aeronáutica mundial, apresentando inicialmente um panorama do mercado internacional e, na seqüência, um estudo mais aprofundado das principais indústrias aeronáuticas nacionais, destacando as características mais marcantes e a atuação das suas empresas líderes.

---

[145] Entrevista concedida pelo Sr. Jorge Ramos de Oliveira Jr., Diretor de Desenvolvimento Tecnológico da Embraer, em 12 de novembro de 2007.

II. Indústria Aeronáutica Mundial: Estrutura e Competitividade

II.1. Mercado Internacional

A análise dos fluxos de comércio internacional é de grande importância para o estudo da indústria aeronáutica mundial, particularmente porque estes fluxos ganharam maior relevância com o avanço dos processos de concentração e coordenação observados no capítulo anterior:

a) as empresas aeronáuticas passaram a operar em nível global, buscando atender um mercado cada vez mais amplo;

b) apesar do avanço da internacionalização, as empresas aeronáuticas continuam concentrando suas atividades produtivas em poucas unidades fabris ao redor do mundo;

c) as fabricantes de aeronaves se tornaram grandes sistematizadoras, buscando, na maioria das vezes, estabelecer parcerias de risco com fornecedores estrangeiros.

Some-se a isso o fato de que, no estudo sobre a indústria aeronáutica mundial, os dados sobre comércio internacional apresentados pela COMTRADE[146] são os únicos indicadores econômicos confiáveis para se estabelecer um quadro comparativo internacional, dado que as informações sobre a produção realizada por essa indústria, além de escassas, estão praticamente restritas à esfera nacional.

II.1.1. Mercado Aeronáutico Mundial

O mercado aeronáutico internacional movimentou US$ 236 bilhões no ano de 2007. Pode-se observar a seguir (tabela 10) que pouco mais da metade deste valor, ou seja, US$

[146] A *Commodity Trade Statistics Database (COMTRADE)* é uma base de dados da Organização das Nações Unidas que contém informações detalhadas das importações e exportações relatadas pelas autoridades estatísticas de cerca de 200 países ou áreas. Esta base contém dados anuais do comércio internacional desde 1962 até os anos mais recentes. A COMTRADE é considerada a mais abrangente base de dados comerciais disponíveis com mais de 1 bilhão de registros. A base de dados é continuamente atualizada, sempre que os dados comerciais são recebidos das autoridades nacionais, estes são padronizados pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (COMTRADE, 2009).

121 bilhões, refere-se à comercialização de aeronaves. Apenas uma categoria de produto[147], a dos aviões de grande porte, respondeu por 80% das vendas de aeronaves no mercado internacional. Em contrapartida, os aviões de médio porte representaram cerca de 14% do comércio internacional de aeronaves, e os de pequeno porte, menos de 1%. Já o mercado de helicópteros vendeu, no ano de 2007, US$ 6,4 bilhões, ou 5,3% do total de aeronaves. Constata-se, dessa maneira, que uma das principais características do mercado internacional de aeronaves é a sua elevada concentração nos aviões de grande porte.

Tabela 10 – Mercado Aeronáutico Internacional: Categoria de produto, 2007

Categoria	Valores *(US$ bilhões)*	Participação	
		Setorial	Aeronaves
Aeronaves[1,2]	**121,3**	***51,4%***	***100,0%***
Aviões Grandes	96,9	*41,1%*	*79,9%*
Aviões Médios	16,8	*7,1%*	*13,9%*
Aviões Pequenos	1,1	*0,5%*	*0,9%*
Helicópteros	6,4	*2,7%*	*5,3%*
Componentes Aeronáuticos[3]	**114,8**	***48,6%***	-
Partes e Sistemas	54,6	*23,1%*	-
Motores	60,2	*25,5%*	-
Total	**236,1**	***100,0%***	-

1. Os aviões são divididos em categorias de acordo com o peso: Grande porte (> 15 ton.), Médio porte (>2 ton. e < 15 ton.) e Pequeno Porte (< 2 ton.).
2. Códigos NCM: helicópteros (880211 e 880212), aviões leves (880220), médios (880230) e pesados (880240).
3. Códigos NCM: partes e sistemas (880310, 880320, 880330 e 940110) e motores (840710, 840910, 841111, 841112, 841121, 841122 e 841191).
Fonte: Elaboração própria com base em dados da COMTRADE.

Por sua vez, os componentes aeronáuticos apresentaram uma elevada participação no comércio internacional, e responderam, em 2007, por quase metade das vendas do setor aeronáutico. Cabe destacar que este segmento inclui tanto os componentes utilizados no processo produtivo quanto as peças de reposição das aeronaves já em uso. Por fim, observa-se que uma única categoria de produto, os motores aeronáuticos, responderam por mais da metade dos componentes exportados por essa indústria em nível mundial.

A tabela 11 registra que as exportações de aeronaves estão concentradas em poucos países produtores. Em média, os três principais exportadores respondem por 70% do

[147] Na COMTRADE as aeronaves são classificadas através do Sistema Harmonizado que leva em consideração o tipo e o porte da aeronave. Entretanto, a classificação a seis dígitos da base de dados internacional não capta a distinção entre aeronaves civis e militares.

mercado; no entanto, em segmentos mais sofisticados — como o dos aviões de grande porte — esta concentração chega a 85%. Outra característica que pode ser verificada é a incontestável liderança da indústria aeronáutica norte-americana em todos os segmentos de mercado, particularmente nos aviões de grande e pequeno porte, onde a participação do país nas exportações mundiais é superior a 40%. Observa-se também que, com exceção do Brasil, todos os demais países líderes estão localizados na América do Norte ou na Europa Ocidental.

Tabela 11 – Mercado Internacional de Aeronaves: Principais países exportadores por categoria de produto, 2007

Aviões Grandes		**Aviões Médios**		**Aviões Leves**		**Helicópteros**	
Exportadores	*(%)*	**Exportadores**	*(%)*	**Exportadores**	*(%)*	**Exportadores**	*(%)*
EUA	*45,0*	EUA	*38,8*	EUA	*41,8*	EUA	*35,4*
França	*21,4*	França	*20,3*	Áustria	*12,7*	França	*17,5*
Alemanha	*19,0*	Canadá	*16,1*	Alemanha	*11,9*	Itália	*13,7*
Canadá	*4,2*	Suíça	*6,7*	Canadá	*8,6*	Canadá	*9,8*
Brasil	*3,9*	Brasil	*5,7*	Suíça	*6,2*	Alemanha	*8,0*
CR3*	85		75		66		67
CR5*	93		88		81		84

* Razão de Concentração dos maiores países exportadores (CR3 = 3 maiores) e (CR5 = 5 maiores).
Fonte: Elaboração própria com base em dados da COMTRADE.

O mercado internacional de aeronaves apresentou uma grande expansão ao longo da presente década, com um crescimento de 83% (tabela 12). Entretanto, este aumento não foi uniforme. O segmento de helicópteros foi o que mais cresceu, representando uma expansão de mais que o dobro da indústria aeronáutica como um todo. As exportações de aviões de pequeno porte também apresentaram um crescimento acima da média. Por outro lado, o segmento de aviões de médio porte registrou uma expansão inferior à média setorial, ficando restrito quase que exclusivamente à comercialização de aeronaves turboélices. As exportações de aeronaves de grande porte, por sua vez, cresceram um pouco acima da média observada no comércio internacional do setor.

Tabela 12 – Mercado Internacional de Aeronaves: Taxa de crescimento por categoria de produto, 2000 e 2007

Categoria	Exportações *(US$ milhões)*		*Taxa de Crescimento (%)*
	2000	**2007**	
Aviões Grandes	50.334	96.944	*92,6*
Aviões Médios	13.146	16.838	*28,1*
Aviões Leves	482	1.080	*124,3*
Helicópteros	2.246	6.417	*185,7*
Total	66.209	121.279	*83,2*

Fonte: Elaboração própria com base em dados da COMTRADE.

II.1.2. Aviões de Grande Porte

Os aviões de grande porte são o principal segmento da indústria aeronáutica e engloba praticamente todos os aviões comerciais com capacidade superior a 50 assentos[148]. É o segmento mais concentrado da indústria aeronáutica, tanto no que se refere aos países exportadores quanto ao número de empresas produtoras destas aeronaves. A principal categoria deste segmento, a dos grandes aviões comerciais com capacidade superior a 150 assentos, está dividida praticamente ao meio entre a norte-americana Boeing e a européia Airbus. Neste segmento de mercado também estão incluídos os maiores aviões regionais, tanto os turboélices produzidos pela empresa européia ATR[149] quanto os aviões de propulsão a jato fabricados pela brasileira Embraer. Além desses, há os aviões da empresa canadense Bombardier, que atua nas duas categorias da aviação regional, jato e turboélice. As exportações de aeronaves de uso executivo e militar possuem uma participação mais restrita neste segmento, estando concentradas nos aviões corporativos[150] e de transporte de tropas[151], respectivamente.

---

[148] Segundo SOUZA (2007, p.166): *"Esse segmento tem duas categorias de produto: aeronaves narrow-body (corredor único e alcance até 6.000 km, capazes de transportar até duzentos passageiros, como o Boeing 737, o Airbus 320 e o Embraer 190/195) e wide-body (corredor duplo, alcance de médio a longo, capazes de transportar acima de duzentos passageiros, como o Airbus 340 e o Boeing 777)".*

[149] *Joint venture* entre o grupo italiano Finmeccanica e a européia EADS.

[150] Aeronaves executivas de grande porte com capacidade para realizar vôos transcontinentais.

[151] Quanto às aeronaves militares de grande porte que apresentam funções estratégicas, como os bombardeiros e os aviões de guerra eletrônica, estas não participam do mercado internacional, pois raramente são vendidas para algum outro país, mesmo que aliado.

II.1.3. Aviões de Médio Porte

A maioria das aeronaves executivas de propulsão a jato está classificada no segmento de aviões de médio porte. Os principais fabricantes desses jatos executivos estão localizados nos EUA (Cessna[152], Gulfstream[153] e Learjet[154]), França (Dassault) e Canadá (Bombardier). Ainda na categoria de aviões executivos, destaca-se a empresa suíça Pilatus[155], que divide com a Cessna a liderança mundial na venda de aviões monomotores turboélice. Nesse segmento de mercado também se encontram as aeronaves regionais de menor porte como os jatos da família *ERJ-145* da Embraer. Cabe destacar que, desde meados dos anos 90, as companhias aéreas regionais vêm buscando adquirir aeronaves de porte cada vez maior, modelos que estão classificados em outro segmento de mercado. Isto explica, parcialmente, o fato das exportações desse segmento de aeronaves ter apresentado, na presente década, uma expansão muito aquém da média da indústria aeronáutica como um todo, como pôde ser visto na tabela 12.

Outra importante categoria de aeronaves que se encontra no segmento de aviões de médio porte é a das aeronaves de combate aéreo, os chamados aviões de caças. Devido às questões estratégicas, os grandes consumidores desses aviões militares desenvolvem e produzem internamente suas próprias aeronaves ou então fabricam modelos estrangeiros sob licença. Dessa maneira, apenas uma pequena parcela da produção desses aviões militares é transacionada no mercado internacional. Nos últimos anos, a maioria das concorrências internacionais para fornecimento de aviões militares de primeira linha foi vencida pelas empresas norte-americanas Lockheed Martin e Boeing, pela russa Sukhoi, pela sueca Saab e pela anglo-ítalo-hispano-alemã Eurofighter.

II.1.4. Aviões de Pequeno Porte

O segmento de aviões de pequeno porte é composto basicamente pelos monomotores e bimotores movidos a pistão, utilizados na maioria das vezes em caráter

---

[152] Pertence a grupo norte-americano Textron.

[153] Pertence a grupo norte-americano General Dynamics.

[154] Apesar de estar sediada na cidade norte-americana de Wichita, no Kansas, a Learjet é uma subsidiária da empresa canadense Bombardier (BOMBARDIER, 2008).

privado ou, secundariamente, como táxi aéreo. Comparado com os demais segmentos, é o que apresenta a estrutura de mercado mais pulverizada. Observa-se um grande número de empresas produtoras, que podem ser divididas, numa primeira aproximação, em dois grupos. O primeiro, composto pelas tradicionais fabricantes norte-americanas, Cessna[156], Beechcraft e Piper, e a européia Daher-Socata[157] e o segundo formado por empresas mais novas com projetos inovadores baseados na maior utilização de materiais compostos. Entre essas empresas se destacam: Cirrus Design (EUA)[158], Diamond Aircraft (Áustria)[159], Extra Aircraft (Alemanha), Aquila Aviation (Alemanha) e Grob Aerospace (Suíça)[160]. Nesse segmento também estão incluídos os motoplanadores e os ultraleves, cujos principais exportadores mundiais estão instalados na Alemanha e na Áustria, respectivamente.

II.1.5. Helicópteros

Ao longo da presente década, as exportações no segmento de helicópteros cresceram praticamente o dobro da média da indústria aeronáutica como um todo. Observa-se uma expansão da demanda por helicópteros não apenas para as atividades militares e públicas[161], mas, principalmente, para fins comerciais e privados. Apesar desse crescimento da demanda civil, trata-se do segmento aeronáutico cujas compras governamentais apresentam a maior participação. A maioria das empresas fabricantes de helicópteros apresenta um elevado grau de autonomia em relação ao conglomerado do qual fazem parte, de forma que praticamente todas as atividades de desenvolvimento, produção e

---

[155] A Pilatus também disputa com a Embraer, com a sul-coreana KAI e com a norte-americana Beechcraft a produção de aviões turboélice de treinamento militar (PILATUS, 2008).

[156] Os anos de fundação das respectivas empresas são: Cessna, 1927; Beechcraft, 1932 e Piper, 1927. Esta última, depois de ter encerrado suas atividades em meados dos anos 80, foi reaberta em 1995 com o nome de New Piper Aircraft.

[157] Foi fundada em 1911, na França, como Morane-Saulnier, em 1966 mudou o nome para Socata, abreviatura de *Societe de Construction d'Avions de Tourisme et d'Affaires*. No ano 2000, passou a fazer parte do grupo EADS. Em novembro de 2008, a empresa francesa Daher adquiriu 70% do seu capital passando a ser sua nova controladora. Todas as unidades produtivas da Socata estão instaladas na cidade de Tarbes, na França (EADS, 2008).

[158] Datas de fundação: Cirrus, 1984; Diamond, 1981; Extra, 1980; Áquila, 1995 e Grob, 1971.

[159] Em 1992, a Diamond Aircraft instalou uma segunda unidade produtiva no Canadá, visando atender o mercado da América do Norte (DIAMOND AIRCRAFT, 2008).

[160] Apesar de ser uma empresa suíça, sua unidade produtiva se encontra na cidade de Tussenhausen-Mattsies, na Alemanha. Desde 2005 passou a produzir aeronaves executivas de médio porte com propulsão a jato (GROB AEROSPACE, 2008).

[161] Helicópteros utilizados no policiamento, resgate, socorro médico e transporte de autoridades.

comercialização são independentes. Isso porque a tecnologia dos helicópteros, particularmente no que se refere ao projeto da aeronave, é muito diferente da utilizada nos aviões. Além disso, o mercado civil de helicópteros apresenta características muito específicas, podendo ser considerado um nicho quando comparado ao mercado de aeronaves de asa fixa[162].

Na estrutura de mercado da indústria de helicópteros são quatro os maiores fabricantes que controlam grande parte da produção mundial: a Eurocopter (grupo EADS), com unidades produtivas na França, Alemanha e Espanha; a italiana AgustaWestland (grupo Finmeccanica), que também possui fábrica no Reino Unido; e as norte-americanas Sikorsky (grupo United Tecnologies) e Bell Helicopter (grupo Textron), esta última com uma importante planta industrial no Canadá[163]. Cabe destacar que essas grandes fabricantes de helicópteros realizam a montagem final das aeronaves em diversos países, seja através de subsidiárias, *joint ventures* ou licenciamento. Esta estratégia de internacionalização produtiva visa garantir uma maior participação no mercado local, seja como contrapartida às compras públicas, seja para oferecer uma assistência técnica completa aos clientes locais. Além dessas quatro grandes empresas, três outras merecem destaque: a tradicional fabricante russa de helicópteros militares, Mil Helicopters (grupo Oboronprom), e as norte-americanas Boeing Helicopters[164] e Robinson Helicopter; a primeira voltada exclusivamente para o segmento de grandes helicópteros militares e a segunda líder mundial na produção de pequenos helicópteros de uso civil.

II.1.6. Componentes Aeronáuticos: Partes, Sistemas e Motores

Segundo Mowery & Rosenberg (2006, p.247): "*uma aeronave comercial acabada é composta por uma enorme lista de componentes de propulsão, navegação etc., os quais, individualmente, são extremamente complexos"*. Dada a elevada complexidade das aeronaves, não apenas comerciais, mas também militares, a indústria aeronáutica abrange uma ampla rede de fornecedores, que podem ser classificados em diferentes níveis, de

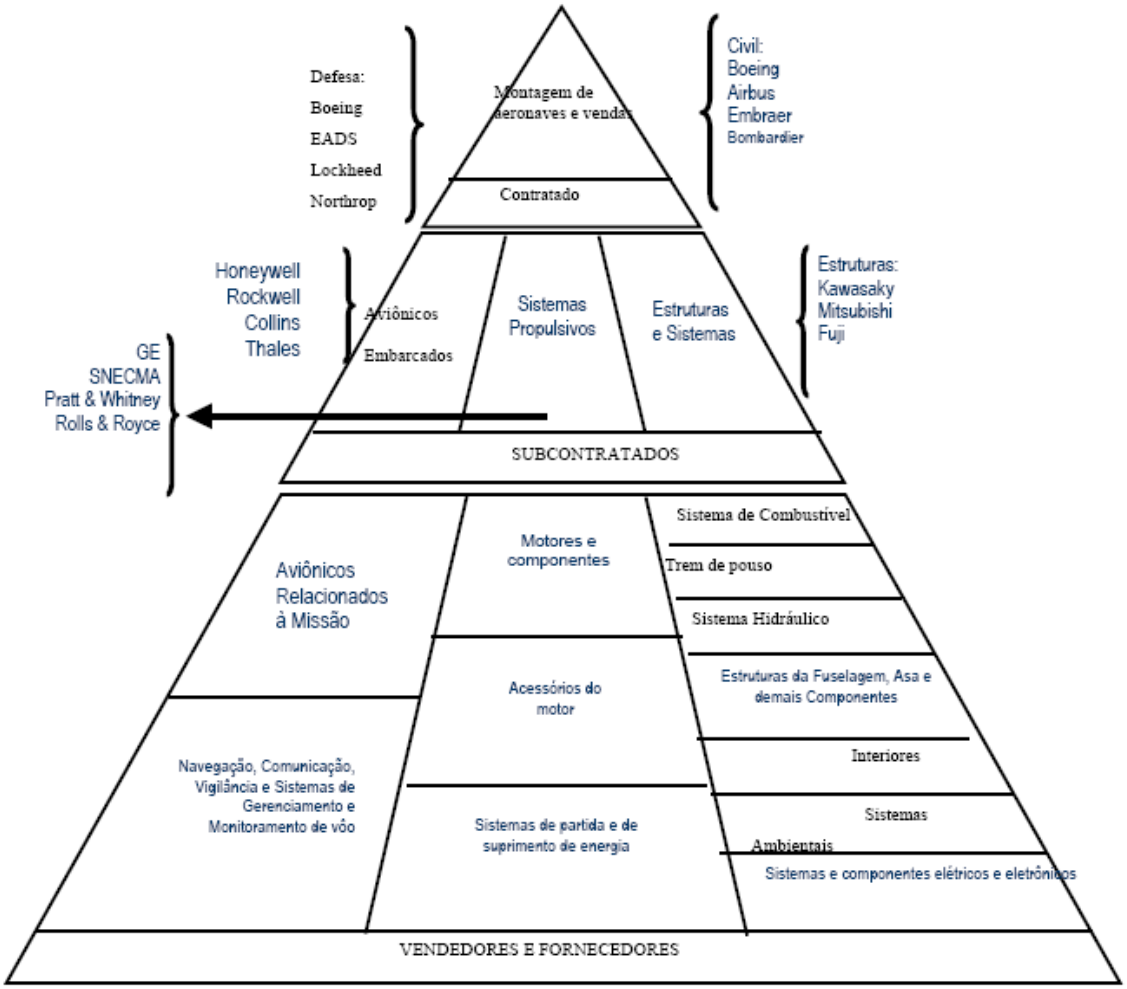
[162] FERREIRA, 2008c, p.2-4.

[163] A subsidiária canadense é a única unidade produtiva da Bell fora dos EUA, sendo responsável não apenas pela produção de helicópteros, mas também pelo desenvolvimento de diversos modelos (TEXTRON, 2007).

[164] A Boeing Helicopters, agora denominada Boeing Rotorcraft Systems, é uma parte da divisão Boeing Integrated Defense Systems da Boeing Company (THE BOEING CO, 2008).

acordo com a sofisticação dos produtos que fornecem: 1° nível - motores, sistemas e aeroestruturas; 2° nível - subsistemas e componentes específicos; e 3° nível - serviços, peças e matérias-primas básicas.

Figura 11 – Cadeia Produtiva da Indústria Aeronáutica: Produtores de aeronaves e fornecedores



Fonte: US INTERNATIONAL TRADE COMMISSION, 2008.

Os fornecedores do 1° nível englobam os fabricantes de motores, sistemas e aeroestruturas. Estes três segmentos de mercado estão estruturados como oligopólios concentrados em escala mundial, de forma que alguns dos grandes fornecedores apresentam faturamento superior ao da maioria das empresas montadoras de aeronaves. Além disso, segundo Lima (2005, p.43), *"do ponto de vista financeiro, os fornecedores de subsistemas, geralmente, têm apresentado, desde a metade dos anos 90, margens operacionais mais elevadas que as grandes integradoras (...) apesar de deterem o comando no projeto e na fabricação das aeronaves, os fornecedores (...) podem obter ganhos adicionais não*

exatamente na venda do produto, mas na prestação de serviços de manutenção, reparo e retificação e na venda de partes e peças dos subsistemas". A seguir uma análise mais detalhada dos três segmentos que compõe o primeiro nível de fornecedores da indústria aeronáutica:

Motores

Atualmente, todas as aeronaves de grande e médio porte utilizam turbinas como sistema de propulsão, seja na forma de turboélice[165], seja como jato puro[166], enquanto as aeronaves de pequeno porte continuam usando motores convencionais a pistão. Segundo Oliveira (2005: p.50): *"o sistema de propulsão representa cerca de 20% do preço de uma aeronave. Caracterizado por ser também um sistema complexo, sua produção exige níveis elevados de investimentos em produção e em P&D"*. O segmento de motores aeronáuticos apresenta uma estrutura produtiva bastante estratificada. Numa primeira posição estão as três grandes empresas líderes: as norte-americanas General Electric Aviation e Pratt & Whitney (grupo United Tecnologies) e a britânica Rolls-Royce. Em 2007, essas empresas faturaram US$ 16,8 bilhões, US$ 12,1 bilhões e US$ 14,8 bilhões[167], respectivamente, colocando-se assim entre as maiores companhias da indústria aeronáutica mundial. Numa posição intermediária encontram-se a norte-americana Honeywell Engines[168] e a francesa Snecma[169]. Já na terceira posição estão as empresas criadas para atender os respectivos mercados nacionais, particularmente o segmento de defesa, e que também atuam como fornecedoras de peças e subsistemas de elevada complexidade tecnológica: Avio[170] (Itália),

[165] O motor aeronáutico turboélice é, basicamente, um motor a jato acionando uma hélice. Em média, a força propulsiva deste motor é produzida 90% pela hélice e 10% pelos gases de escapamento.

[166] Motores aeronáuticos de jato puro incluem tanto os turbojatos quanto os turbofans. Os primeiros são turbinas simples, enquanto os outros apresentam um compressor de primeiro estágio (fan), ampliado para fornecer o fluxo de ar adicional em torno do motor, sendo mais potentes e eficientes que os primeiros. Atualmente, a quase totalidade dos motores a jato em produção são turbofans.

[167] GE, 2007; UNITED TECNOLOGIES CORP, 2007 e ROLLS-ROYCE, 2007.

[168] Em 1999, a Honeywell Engines, Systems & Services — divisão aeroespacial do grupo Honeywell — adquiriu a também norte-americana Allied Signal Aerospace (HONEYWELL, 2008).

[169] Em 2001, a Snecma, que pertencente ao grupo Safran, adquiriu a também francesa Turbomeca, líder mundial na produção de turbinas para helicópteros (SAFRAN, 2008).

[170] Em 2003, a Fiat Avio foi adquirida pelo grupo norte-americano Carlyle, que passou a controlar 70% do seu capital; os 30% restantes foram adquiridos pela italiana Finmeccanica, tendo alterado a sua designação para Avio. Em 2006, o fundo de investimento britânico Cinven Ltd. adquiriu a Avio (CINVEN, 2009).

Saturn (Rússia), MTU (Alemanha), IHI (Japão), Volvo (Suécia) e Williams International[171] (EUA). Cabe destacar que as empresas líderes, entre elas ou com as firmas da segunda ou terceira posição, têm estabelecido alianças estratégicas — na forma de consórcios ou *joint ventures* — para o desenvolvimento e fabricação da maioria dos novos modelos de turbina[172]. Por fim, tem-se o mercado de pequenos motores convencionais, que está dividido entre as firmas norte-americanas Lycoming e Continental, e a austríaca Rotax.

Sistemas Aeronáuticos

A crescente sofisticação dos sistemas aeronáuticos em conjunto com as elevadas economias de escala e escopo faz com que esse segmento de mercado apresente um alto grau de concentração, existindo poucos e grandes fornecedores em escala mundial para cada categoria de sistema aeronáutico: a) controles de vôo (aviônicos) — destacam-se as firmas norte-americanas Honeyweel, Rockwell Collins e GE Aviation Systems[173], a francesa Thales e a britânica BAE Systems; b) sistemas complementares (hidráulicos, elétricos, eletrônicos e de ar) — o mercado é liderado pelas empresas norte-americanas Goodrich, Parker Aerospace, Hamilton Sundstrand (grupo United Tecnologies) e pela alemã Liebherr; c) trens de pouso — as principais fabricantes são a Goodrich, dos EUA, a Messier-Dowty (grupo Safran), da França, e a Liebherr, da Alemanha; d) interior das aeronaves — destacam-se as firmas norte-americana B/E Aerospace e a francesa C&D Zodiac[174]; e) carenagem de turbinas — as principais firmas são: as norte-americanas Goodrich e a Spirit AeroSystems, a francesa Aircelle (grupo Safran) e a britânica GKN.

Aeroestruturas

Este é um segmento cujo comércio internacional se expandiu muito nas últimas décadas. De acordo com Mowery & Rosenberg (2006, p.253-254) *"a subcontratação na*

---

[171] Fabricante de turbinas de pequeno porte para pequenos aviões executivos e mísseis de cruzeiro.

[172] Dentre estas alianças estratégicas destacam-se as seguintes: CFM International (GE e SNECMA), Engines Alliance (Pratt & Whitney e a GE), CFE (GE e Honeywell), SPW (SNECMA e Pratt & Whitney) e International Aero Engines (Rolls Royce, Pratt & Whitney, MTU, IHI e Avio).

[173] Antiga empresa britânica Smiths Aerospace que, em 2007, foi adquirida pelo grupo norte-americano GE. Suas atividades continuam centradas na Europa, inclusive a sede foi mantida em Londres (GE AVIATION, 2008).

[174] Em 2005 a empresa francesa Zodiac adquiriu a norte-americana C&D Aerospace, uma das empresas líderes mundiais da fabricação do interior das aeronaves, passando a se denominar C&D Zodiac (C&D ZODIAC, 2009).

produção de aeronaves, tanto comerciais quanto militares, aumentou com a crescente complexidade dos componentes das aeronaves". Os grandes fabricantes de aeronaves estão transferindo para seus fornecedores, inclusive, a responsabilidade pela produção de estruturas críticas como asas e seções completas da fuselagem. Esta crescente demanda por aeroestruturas permitiu que empresas fora do eixo Atlântico Norte — América do Norte e Europa Ocidental — tivessem uma participação significativa nesse segmento de mercado, como é o caso das firmas japonesas Mitsubishi, Kawasaki e Fuji. Destacam-se também as empresas norte-americanas Vought Aircraft (grupo Carlyle) e Spirit AeroSystems, a italiana Alenia e a francesa Latécoère. Numa posição secundária, encontram-se a espanhola Aernnova e a belga Sonaca.

Tabela 13 – Mercado Internacional de Componentes Aeronáuticos: Principais países exportadores por categoria de produto, 2007

Motores Aeronáuticos		**Partes e Sistemas**	
Exportadores	***(%)***	**Exportadores**	***(%)***
EUA	*31,0*	EUA	*38,8*
Reino Unido	*20,6*	Alemanha	*10,2*
França	*10,8*	França	*9,5*
Alemanha	*6,4*	Japão	*4,7*
Canadá	*6,0*	Cingapura	*4,5*
CR3*	62		59
CR5*	75		68

* Razão de Concentração dos maiores países exportadores (CR3 = 3 maiores) e (CR5 = 5 maiores).

Fonte: Elaboração própria com base em dados da COMTRADE.

A tabela 13 apresenta os principais países exportadores de componentes aeronáuticos. Com relação aos motores de aeronaves, observa-se que a produção está concentrada em poucos países da América do Norte e da Europa, com destaque para os EUA e o Reino Unido que, em conjunto, respondem por mais da metade das exportações mundiais dessa categoria de produto.

As partes e sistemas aeronáuticos também estão concentrados em poucos países exportadores. Os EUA, a Alemanha e a França, que são líderes nas exportações de aeronaves, respondem por quase 60% das vendas internacionais de partes e sistemas aeronáuticos. Contudo, essa é a única categoria de produto aeronáutico em que países

asiáticos aparecem em uma posição de liderança: o Japão, que se destaca na fabricação de aeroestruturas, e Cingapura, por ser um importante entreposto no fornecimento de componentes aeronáuticos para a maioria dos países asiáticos[175].

Com relação aos fornecedores de segundo e terceiro níveis, observa-se que a maioria tem um elevado grau de dependência das empresas contratantes, sejam estas fabricantes de aeronaves ou fornecedoras de primeiro nível. Apesar de possuírem elevada competência técnica, essas empresas se encontram em uma posição inferior na cadeia produtiva da indústria aeronáutica. Sendo assim, as firmas subcontratadas, particularmente as de terceiro nível (fornecedoras de materiais semi-acabados, peças fundidas e usinadas e componentes em geral), apresentam uma pequena escala produtiva e baixo grau de internacionalização.

Uma última característica das empresas fornecedoras, particularmente as que se encontram no segundo e terceiro níveis, é a organização na forma de Arranjos Produtivos Locais (APLs)[176] nucleados pelas grandes fabricantes de aeronaves. Esse elevado grau de interação das empresas fornecedoras e integradoras, juntamente com o apoio das instituições de pesquisa e ensino, permite a construção de importantes vantagens competitivas, que se transmitem por toda a cadeia produtiva. Essas vantagens se realizam pela: a) constituição de uma infra-estrutura adequada para o desenvolvimento de uma indústria centrada na "tecnologia de ponta"; b) criação de um mercado de trabalho com elevados níveis de qualificação profissional; c) formação de uma tradição cultural associada à alta tecnologia que produz um "ambiente inovador" extremamente favorável ao desenvolvimento tecnológico.

Os principais APLs aeronáuticos do mundo incluem, nos EUA, as cidades de Seattle (Estado de Washington), Palmdale (Califórnia), Fort Worth (Texas) e Wichita (Kansas). No

---

[175] De acordo com os dados da COMTRADE verifica-se que em 2007, Cingapura exportou US$ 2.469 milhões, entretanto, importou US$ 3.956 milhões em partes, peças e sistemas aeronáuticos.

[176] Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia, "*os Arranjos Produtivos Locais (APLs) são aglomerados de agentes econômicos, políticos e sociais, localizados em um mesmo território, que apresentam vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem. Relaciona-se com o conceito de planejamento regional. São fenômenos vinculados à economia de aglomeração e têm a localização e a cadeia de valor como aspectos relevantes"* (MCT, 2008). Por sua vez, a economia de aglomeração está relacionada *"à emergência de uma concentração geográfica e setorial de empresas* [e outras instituições]*, a partir da qual são geradas externalidades produtivas e tecnológicas indutoras de um maior nível de eficiência e competitividade"* (BRITTO, 2002b, p.374).

Canadá, a cidade de Montreal (Província de Quebec); na Europa, Toulouse na França, Hamburgo na Alemanha e Bristol no Reino Unido; na Índia a cidade de Bangalore (Estado de Karnataka); no Brasil, a cidade de São José dos Campos (Estado de São Paulo).

II.1.7. Exportações e Estrutura Produtiva

A participação dos principais países exportadores no mercado internacional de aeronaves se manteve praticamente inalterada ao longo da presente década, como pode ser verificado na tabela 14. Essa constatação é ainda mais significativa se for levado em conta que as exportações de aeronaves cresceram mais de 80% durante esse período.

Tabela 14 – Mercado Internacional de Aeronaves: Principais países exportadores, 2000 e 2007

Países	2000		2007	
	Valor (US$ milhões)	*(%)*	Valor (US$ milhões)	*(%)*
1° Estados Unidos	25.167	*38,0*	52.837	*43,6*
2° França	13.130	*19,8*	25.279	*20,8*
3° Alemanha	11.270	*17,0*	19.882	*16,4*
4° Canadá	4.671	*7,1*	7.485	*6,2*
5° Brasil	3.447	*5,2*	4.739	*3,9*
Subtotal 5 maiores	57.684	*87,1*	110.221	*90,9*
Total	66.208	*100,0*	121.279	*100,0*

Fonte: Elaboração própria com base em dados da COMTRADE.

Os quatro primeiros países mantiveram suas posições em todos os anos desta década e o Brasil deixou de ocupar a quinta posição em apenas dois anos, 2002 e 2003, quando passou a ocupar a sexta posição. Essa rigidez na estrutura mundial de oferta de aeronaves, somada ao fato de que ela está concentrada em poucos países, demanda um estudo mais aprofundado das principais indústrias aeronáuticas nacionais e de suas respectivas empresas líderes.

II.2. Estrutura de Mercado

Nesta seção serão apresentadas as indústrias aeronáuticas dos principais países produtores de aeronaves, com destaque para a análise de suas empresas líderes, já que elas foram, e continuam sendo, os principais agentes da ampla reestruturação tecnológica e patrimonial pela qual tem passado essa indústria nas últimas décadas.

O elevado nível de concentração que existe no setor aeronáutico tem feito com que os limites entre *empresa líder* e *indústria* sejam cada vez mais tênues. Dessa maneira, a análise realizada a seguir visa verificar, por um lado, as peculiaridades da estrutura produtiva e institucional de cada país que levaram a constituição de *global players*. Por outro lado, busca captar as estratégias empresariais que possibilitaram a construção de vantagens competitivas, e que, por sua vez, fortaleceram as respectivas indústrias nacionais.

O objeto de análise está centrado nos maiores produtores mundiais de aeronaves, pois *"os fabricantes e montadores de células são os principais aglutinadores da cadeia produtiva do setor aeronáutico. Eles são os responsáveis pelo estudo e desenvolvimento do aparelho, da integração do produto final e de sua comercialização. Asseguram em suas fábricas de células a integração dos motores e de todos os equipamentos necessários ao seu funcionamento"*[177]. Em suma, os fabricantes de aeronaves são a ponta de lança da cadeia produtiva da indústria aeronáutica, coordenando amplas e complexas cadeias de fornecedores que, inclusive, extrapolam as fronteiras nacionais.

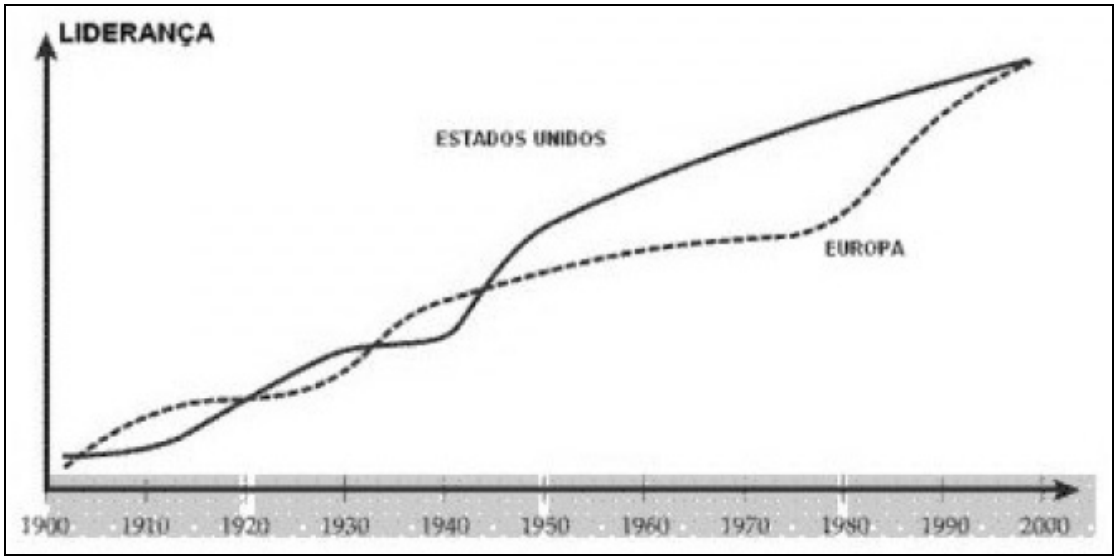
Por fim, é importante ressaltar que as grandes fabricantes de aeronaves estão estruturadas na forma de conglomerados aeroespaciais, de maneira que a atuação dessas empresas na indústria espacial e de defesa será analisada, quando necessário, para complementar o estudo sobre a indústria aeronáutica.

II.2.1. Indústria Aeronáutica Norte-Americana

Os EUA, em conjunto com a Europa, estão na origem da indústria aeronáutica mundial. O elevado dinamismo da base industrial norte-americana permitiu que, já nos anos 20, houvesse a criação de diversas empresas fabricantes de aeronaves. Pelo lado da

demanda, *"as longas distâncias associadas às viagens internas nos Estados Unidos, assim, como a presença de população numerosa e abastada"*[178] contribuíram para expansão do transporte aéreo comercial. Entretanto, foi ao longo da II Guerra Mundial que a indústria aeronáutica norte-americana consolidou sua liderança, de modo a se tornar hegemônica no pós-guerra. A hegemonia da indústria aeronáutica norte-americana no campo civil somente passou a ser contestada nos anos 70, com a criação do consórcio europeu Airbus. No campo militar, a divisão do mundo pela Guerra Fria fez com que o bloco soviético buscasse acompanhar as inovações tecnológicas do complexo industrial militar norte-americano, mas a hegemonia tecnológica permaneceu com os EUA.

Gráfico 2 – Indústria Aeronáutica Mundial: Evolução da liderança no segmento de aeronaves comerciais, 1900-2000



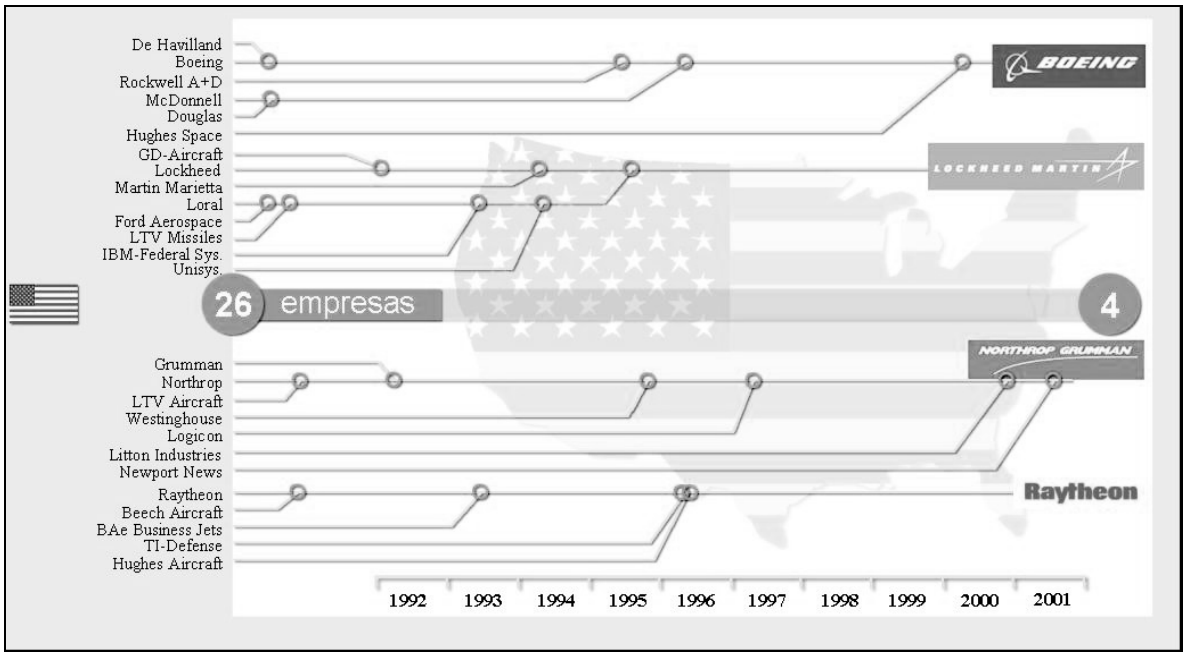
Fonte: Adaptado de SHERRY & SARSFIELD. In: SOUZA, 2007.

Para manter essa posição de liderança em escala global, a indústria aeroespacial norte-americana passou por um amplo processo de consolidação, que tem a sua origem na década de 1960, mas se aprofundou de maneira significativa a partir dos anos 90. Este processo de consolidação, marcado por um grande número de operações de fusões e aquisições, levou a uma ampla concentração e especialização da indústria aeronáutica dos EUA. Hoje, essa indústria está concentrada nas duas grandes empresas resultantes do processo de consolidação: a Boeing, voltada para a produção de grandes aviões comerciais

[177] BERNARDES, 2000b: p.91-92.

e a Lockheed Martin, que domina a fabricação dos modernos aviões militares. A seguir, na figura 12, é interessante observar que a Northrop Grumman e a Raytheon, mesmo sendo empresas consolidadoras desse processo, deixaram de atuar diretamente na indústria aeronáutica[179], concentrando-se no setor de defesa.

Figura 12 – Processo de Consolidação na Indústria Aeroespacial Norte-Americana, 1992-2001



Fonte: EADS. In: PINTO & MIGON, 2006.

Além da Boeing e da Lockheed Martin, líderes dos mercados comercial e militar, outras empresas merecem destaques dentro da indústria aeronáutica norte-americana. A primeira é a Textron Company, grupo que controla a Cessna — líder mundial na fabricação de aviões leves — e a Bell Aerospace, tradicional fabricante de helicópteros dos EUA. Outra importante fabricante de helicópteros é a Sikorsky, que pertence ao grupo industrial United Tecnologies Corporation. Por fim, destacam-se duas fabricantes de aviões executivos, a Hawker-Beechcraft, empresa voltada para produção de aviões corporativos a jato e aviões leves a pistão, e a Gulfstream Aerospace, a maior fabricante de jatos executivos dos EUA.

---

[178] MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.76.

[179] O último modelo de aeronave produzida pelo grupo Northrop Grumman foi o bombardeiro *Stealth B-2 Spirit* e atualmente participa com 25% do programa *F-35 Lightning II*, liderado pela Lockheed Martin. Por sua vez, a Raytheon vendeu sua divisão de aeronaves, a Hawker-Beechcraft, em 2007 (NORTHROP GRUMMAN, 2007 e RAYTHEON, 2008).

Apesar da indústria aeronáutica norte-americana estar assentada, desde sua origem, em empresas privadas, o papel do Estado tem sido essencial tanto na coordenação do processo de consolidação como no estímulo ao desenvolvimento tecnológico. Os principais instrumentos utilizados pelo governo federal dos EUA estão relacionados às encomendas públicas. Por um lado, as licitações para fornecimento de aviões militares foram, aos poucos, selecionando as empresas vencedoras; por outro, a demanda das Forças Armadas por produtos cada vez mais sofisticados passou a exigir a crescente incorporação de inovações tecnológicas[180]. Cabe destacar que os programas militares são utilizados pelas empresas privadas como meio de se obter o domínio das novas tecnologias aeronáuticas que, posteriormente, são transferidas aos projetos comerciais. Para se ter uma noção do volume de recursos transferidos às empresas privadas pelos programas militares dos EUA, basta verificar que os custos de desenvolvimento dos novos aviões de caças, *F-22 Raptor* e *F-35 Lightning II*[181], foram estimados em US$ 30 e US$ 25 bilhões, respectivamente.

Além das compras governamentais, o governo federal atuou diretamente no resgate de grandes empresas aeronáuticas que se encontravam em dificuldades. Como exemplifica Mowery & Rosenberg (2006, p.252), "*uma fusão forçada da McDonnell e da Douglas Aircraft (ajudada por garantias de empréstimos federais e pela passividade do Departamento de Justiça) resgatou a Douglas da bancarrota em 1967, e o colapso da Lockheed só foi impedido em 1971 pela garantia de um empréstimo federal de US$ 250 milhões. Assim, em graus sem precedente, o governo federal esteve diretamente envolvido na determinação da estrutura da indústria aeronáutica"*.

Outra importante fonte de recursos estatal para o desenvolvimento tecnológico da indústria aeronáutica norte-americana tem sido o programa espacial, que é coordenado pela

[180] Desde o final dos anos de 1950, o Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), do Departamento de Defesa do EUA, tem sido a instituição responsável pela coordenação e financiamento de novas tecnologias de uso militar, apresentando um orçamento de US$ 3,2 bilhões, em 2007. Por sua vez, o Air Force Research Laboratory (AFRL), localizado na Base Aérea de Wright-Patterson é um dos principais centros de tecnologia aeronáutica dos EUA, atuando em conjunto com as maiores empresas do setor (DARPA, 2008 e WPAFB, 2009).

[181] As primeiras unidades do *F-22 Raptor* foram entregues em 2003 e o *F-35 Lightning II* está previsto para entrar em operação em 2011.

NASA[182]. No ano de 2007, a agência disponibilizou US$ 900 milhões para o desenvolvimento de novas tecnologias no campo aeronáutico[183].

Os próprios Estados onde se localizam as unidades produtivas também têm implementado estratégias de incentivos a indústria aeronáutica. Por exemplo, o Estado de Washington, onde se localiza a principal unidade produtiva da Boeing, disponibilizou US$ 3 bilhões em incentivos fiscais, para que a produção final do *Boeing 787* permanecesse no estado.

Por fim, cabe destacar que *"as universidades norte-americanas tiveram um papel importante na ascensão dos EUA à liderança na aviação"*[184]. Desde os anos 40, as universidades tem se tornado importantes centros de experimentação e pesquisa das diferentes tecnologias aeronáuticas.

The Boeing Company

A maior e mais tradicional empresa aeronáutica do mundo, a Boeing, foi fundada em 1916. Na década de 1930, desenvolveu o *Clipper*, um famoso hidroavião para passageiros, utilizado nas rotas transoceânicas no período entre as duas Grandes Guerras. Ao longo da II Guerra Mundial, tornou-se uma das maiores fabricantes de aviões militares do mundo, concentrando-se na produção de grandes bombardeiros, com destaque para o *B-17 Flying Fortress* e o *B-29 Superfortress*. Nos anos 50, continuou a produção de aviões militares, porém a partir daí impulsionados por jato, como o B-52 *Stratofortress*, que ainda é o principal bombardeiro estratégico da USAF.

Com a experiência tecnológica adquirida na produção dos grandes bombardeiros, no ano de 1958 a Boeing lançou o modelo *707*, o mais importante avião comercial do pós-guerra. O *Boeing 707* foi o primeiro avião a jato que teve sucesso comercial, permitindo o transporte em massa de forma rápida e a longas distâncias e estabelecendo, dessa forma, um

---

[182] A National Aeronautics and Space Administration (NASA) é a agência do Governo dos EUA, criada em 29 de julho de 1958, responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias aeroespaciais, além de comandar os programas de exploração espacial (NASA, 2008).

[183] Esta agência apresentou um orçamento de US$ 16,6 bilhões em 2007, sendo que a maior parte dos recursos foi destinada às empresas privadas que atuam no setor espacial (no caso, grandes conglomerados aeroespaciais que também são líderes da indústria aeronáutica). A Boeing e a Lockheed Martin, são as duas maiores empresas norte-americanas, tanto da indústria aeronáutica quanto da indústria espacial.

[184] MOWERY & ROSENBERG, 2005, p.79.

novo paradigma para o transporte aéreo internacional. A partir do sucesso do *Boeing 7*07, foram desenvolvidos pela Boeing diversos modelos de aeronaves comercias de sucesso como o *727* (1963), o *737* (1967), o *747* (1970), o *757* (1983), o *767* (1982) e o *777* (1994).

Em 1996, a Boeing adquiriu a sua maior concorrente norte-americana, a McDonnell Douglas Corp, pelo valor de US$ 13,3 bilhões. A McDonnell Douglas era uma empresa aeronáutica resultante da fusão da McDonnell Aircraft Corp. com a Douglas Aircraft Company, ocorrida em 1967. Ambas as companhias foram fundadas na década de 1920; sendo a Douglas uma das maiores fabricantes de aviões comerciais — fabricara clássicos como o *Douglas DC-3*, *DC-8*, *DC-9* e o *DC-10*. Já a McDonnell era uma importante fabricante de aviões militares, tendo desenvolvido o famoso caça dos anos 60 e 70, o *F-4 Phantom II*, entre outros. Após a fusão, a McDonnell Douglas lançou os caças *F-15 Eagle* (1972) e *F/A-18 Hornet* (1978) e o avião comercial de grande porte *MD-11* (na realidade uma versão modernizada do conceituado *DC-10*). Em 1984, a McDonnell Douglas expandiu suas atividades para a fabricação de helicópteros, adquirindo a Hughes Helicopters[185]. Ainda em 1996, a Boeing também adquiriu as divisões aeroespacial e de defesa da Rockwell International.

Em 2007, a Boeing faturou US$ 66.387 milhões e empregou quase 160 mil funcionários, sendo a maior empresa aeroespacial do mundo[186]. As suas atividades estão agrupadas em três divisões:

- Boeing Commercial Airplanes: divisão que respondeu por 50,3% do faturamento do grupo, sendo responsável pela produção das diferentes famílias de aviões comerciais: *Boeing 737 NG*[187] (124-215 assentos), *Boeing 747-400*[188] (350-580 assentos), *Boeing 767* (180-370 assentos) e o *Boeing 777* (300-450 assentos). No aspecto comercial, a Boeing divide com a européia Airbus o mercado mundial de grandes aviões comerciais

[185] NEWHOUSE, 2008, p.171.

[186] THE BOEING CO, 2007.

[187] NG é o indicativo de *New Generation* a terceira geração da família de aviões *Boeing 737*. Atualmente estão em produção os modelos: *737-600, 700, 800 e 900ER* e suas diferentes sub-variações (THE BOEING CO, 2008).

[188] O *Boeing 747-400*, a única versão do modelo *747* ainda fabricada, mas com vendas já suspensas. Entretanto, em 2010, a Boeing planeja lançar uma nova versão, o *Boeing 747-8*, que irá incorporar avanços tecnológicos, com destaque para as novas asas a serem produzidas com materiais compostos (THE BOEING CO, 2008).

praticamente ao meio. Buscando se consolidar na liderança desse mercado a Boeing está preparando o lançamento do *Boeing 787 Dreamliner*, considerado o futuro projeto dominante da indústria aeronáutica comercial.

- Boeing Integrated Defense Systems: respondeu por 48,3% do faturamento do grupo, reunindo as atividades de defesa e espaço da Boeing. No setor de defesa, a Boeing ainda produz os caças *F-15 Eagle* e *F/A-18 Super Hornet*, o avião de transporte *C-17 Globalmaster*, os helicópteros *AH-64 Apache* e *CH-47 Chinook*[189], além de diversos sistemas de armas, como os mísseis de cruzeiro *Tomahawk*. A Boeing também participa do programa do super caça *F-22 Raptor,* liderado pela Lockheed Martin. No setor espacial, a Boeing teve uma participação de destaque nos principais programas espaciais dos EUA: no *Apollo*, no Ônibus Espacial e na Estação Espacial Internacional. Atualmente, a Boeing continua sendo a principal contratante da NASA, além de participar, em conjunto com a Lockheed Martin, da United Launch Alliance[190]. Além disso, também produz diversos tipos de satélites para fins comerciais e militares[191].

- Boeing Capital: esta divisão representa 1,2% do faturamento do grupo Boeing, sendo responsável pelo financiamento e locação de aeronaves produzidas pela companhia. As suas atividades estão dividias na Aircraft Financial Services e na Space & Defense Financial Services.

Lockheed Martin Corporation

A quase centenária companhia Lockheed[192] ganhou destaque durante a II Guerra Mundial com a produção dos conceituados caças *P-38 Lightning*. No pós-guerra, avançou no mercado civil com a produção do *Constellation*, o primeiro avião a operar rotas

---

[189] A Boeing Rotorcraft Systems, divisão responsável pela produção de helicópteros é resultado da fusão da Boeing Vertol (a Boeing comprou a empresa Vertol Aircraft Corp, em 1960), com a MD Helicopters (antiga Hughes Helicopters, adquirida pela McDonnell Douglas, em 1984).

[190] Esta *joint venture* foi criada no ano de 2006 para realizar lançamentos espaciais, utilizando para isto os veículos lançadores *Atlas* (Lockheed) e *Delta* (Boeing). Ainda no segmento de lançamentos, a Boeing é a maior acionista (40%) da Sea Launch Co, empresa que realiza serviços de lançamento de foguetes comerciais a partir de plataformas marítimas (THE BOEING CO, 2007).

[191] No ano 2000, a Boeing adquiriu a divisão de satélites da Hugues Company, a Hughes Space and Communications.

[192] Fundada em 1912 com o nome de Alco Hydro-Aeroplane Company, em 1926 passou a se chamar Lockheed Aircraft Company e posteriormente Lockheed Corporation (LOCKHEED MARTIN CORP, 2008).

intercontinentais de forma regular[193]. Entretanto, o seu principal mercado continuou sendo o militar, produzindo os principais aviões da Força Aérea Norte-Americana, com destaque para o *P-80 Shooting Star* — caça a jato utilizado na Guerra da Coréia —, para o revolucionário caça supersônico *F-104 Starfighter* e para o *C-130 Hércules*, o mais famoso avião de transporte militar do mundo que ainda está em produção[194]. Em 1993, a Lockheed adquiriu a divisão aeronáutica da General Dynamics, responsável pela produção do *F-16 Fighting Falcon*[195], o principal caça ocidental dos anos 80 e 90 e que ainda continua sendo produzido. Em 1995, a Lockheed se fundiu com a Martin Marietta[196], formando a Lockheed Martin Corp.

Atualmente, a Lockheed Martin é o maior conglomerado bélico do mundo, respondendo sozinha por 19% do mercado mundial de armamentos e 40% das exportações de armas dos EUA[197]. O grupo empregou mais de 140 mil funcionários e faturou US$ 41,8 bilhões em 2007. Deste faturamento 84% se refere às encomendas realizadas pelo governo norte-americano[198].

Em 2007, a divisão aeronáutica respondeu por 29% do faturamento do grupo Lockheed Martin. Essa divisão é a principal contratante para o desenvolvimento, produção e suporte dos mais avançados aviões de combate do mundo, o *F-22 Raptor* e o *F-35 Lightning II*. A Lockheed Martin também participa de dois programas internacionais: o *F-2*: caça multifuncional, sendo uma versão aprimorada do *F-16 Fighting Falcon*, desenvolvida em conjunto com empresas japonesas lideradas pela Mitsubishi Heavy

---

[193] No mercado civil a Lockheed ainda produziu o quadrimotor *Electra* (Anos 50) e o jato de grande porte *TriStar*, concorrente do *DC-10* (Anos 70 e 80).

[194] Outros famosos aviões militares produzidos pela Lockheed foram: os aviões de reconhecimento estratégico *U-2* e *SR-71 Blackbird*; o primeiro caça *stealth* do mundo, o *F-117 Nighthawk*; os aviões de patrulha marítima *P-3 Orion* e *S-3 Viking*; o maior avião de transporte já produzido para a USAF, o *C-5 Galaxy*.

[195] Esta divisão aeronáutica é conhecida como Divisão Fort Worth, nome da cidade do Texas onde ela está localizada.

[196] Fundada em 1961, a Martin Marietta, tem se voltado desde então para o setor aeroespacial, principalmente na produção de mísseis balísticos intercontinentais (LOCKHEED MARTIN CORP, 2008).

[197] Para uma análise da importância do grupo Lockheed Martin no setor de defesa dos EUA ver o artigo de WEINER (2004).

[198] LOCKHEED MARTIN CORP, 2007.

Industries; o *T-50 Golden Eagle*: avião de treinamento avançado de velocidade supersônica, desenvolvido em conjunto com a Korea Aerospace Industries[199].

O restante das vendas da Lockheed Martin esteve concentrado nos setores de defesa e espaço, 51% e 20% do faturamento do grupo, respectivamente. No setor de defesa, a Lockheed Martin se destaca na produção de sistemas integrados e de mísseis balísticos[200]. Quanto ao setor espacial, em 2006, a Lockheed Martin se uniu à Boeing para criar a United Launch Alliance, uma *joint venture* que realiza lançamentos espaciais, principalmente para o governo norte-americano.

Textron Company

Grupo industrial norte-americano, que nos anos 60 iniciou a diversificação em direção ao setor aeronáutico. Atualmente, as atividades na indústria aeroespacial representam quase 70% do faturamento do grupo[201] e estão concentradas em duas divisões:

- Cessna Aircraft Company: empresa fundada em 1927 e adquirida pelo grupo Textron em 1992, representando, em 2007, 38% da receita do grupo. A Cessna possui aproximadamente 15.000 funcionários e faturou US$ 5 bilhões no ano de 2007. Desde os anos 60, a Cessna vem se consolidando como a empresa líder mundial no segmento de aeronaves leves, tanto a pistão quanto turboélice. Esta empresa também lidera o segmento de pequenos jatos executivos, com a conceituada família de aviões *Citation*.

- Bell Aerospace: adquirida pelo grupo Textron em 1960, a Bell emprega aproximadamente 13.000 funcionários, tendo faturado US$ 3,9 bilhões em 2007, o que representou 29% das vendas do grupo controlador[202]. A Bell Aerospace controla: a) Bell Helicopter, tradicional fabricante de aeronaves de asas rotativas, tanto para o mercado civil,

---

[199] LOCKHEED MARTIN CORP, 2007.

[200] Entre estes os mísseis balísticos *Trident*, utilizados pela Marinha dos Estados Unidos em seus submarinos.

[201] Em 2007, o grupo Textron empregou mais de 44 mil funcionários e faturou aproximadamente US$ 13,2 bilhões, sendo que 19% destas vendas são resultados de contratos com o governo norte-americano (TEXTRON CO, 2007).

[202] A Bell Helicopter e a Textron Systems responderam, em 2007, por 19% e 10% do faturamento do grupo Textron, respectivamente (TEXTRON CO, 2007).

quanto militar[203]; b) Textron Systems, produtora de componentes, sistemas e motores[204] para o mercado aeronáutico e de defesa.

UTC – United Tecnologies Corporation

A United Tecnologies é um diversificado grupo industrial que faturou US$ 54,7 bilhões em 2007, sendo que o setor aeroespacial respondeu por mais de 40% destas receitas[205]. Este grupo atua na produção de aeronaves através da Sikorsky Aircraft Corp, a maior fabricante de helicópteros dos EUA. Em 2007, a empresa faturou US$ 4,7 bilhões e empregou mais de 11.000 funcionários.

A Sikorsky apresenta destacada atuação no segmento de helicópteros militares, particularmente com o modelo *UH-60 Black Hawk*, o helicóptero padrão das Forças Armadas norte-americanas. Além disso, a Sikorsky também atua na fabricação de aeronaves leves e planadores através de duas empresas adquiridas recentemente, a Schweizer Aircraft[206], comprada em 2004, e a polonesa PZL–Mielec[207] negociada em 2007. O grupo United Tecnologies também atua no setor aeronáutico com duas importantes empresas fornecedoras de primeiro nível, a Pratt & Whitney, em turbinas[208], e a Hamilton Sundstrand, em sistemas aeronáuticos[209].

Gulfstream Aerospace

A Gulfstream foi criada em 1957 para produção de um modelo de avião executivo turboélice e, desde então, tem se posicionado como uma das empresas líderes deste

---

[203] Entre os principais modelos fabricados pela Bell Helicopter, destacam-se o tradicional *Bell 206* e o recém lançado *V-22 Osprey* produzido em conjunto com a Boeing (OSSE, 2008a).

[204] A Textron Systems controla a Lycoming Engines, a maior fabricante de motores aeronáuticos a pistão do mundo.

[205] UNITED TECNOLOGIES CORP, 2007.

[206] A Schweizer Aircraft é uma pequena empresa norte-americana fabricante de helicópteros leves e planadores.

[207] A ex-estatal PZL–Mielec é a maior empresa aeronáutica da Polônia, produzindo atualmente aviões de transporte de pequeno e médio porte, aviões de treinamento primário e aviões agrícolas (UNITED TECNOLOGIES CORP, 2008).

[208] A Pratt & Whitney é uma das maiores fabricantes de turbinas aeronáuticas do mundo, tendo faturado US$ 12,1 bilhões e empregado mais de 38 mil funcionários, no ano de 2007. A subsidiária Pratt & Whitnet Canadá é responsável pela produção dos motores turboélice e turbinas de pequeno porte (UNITED TECNOLOGIES CORP, 2007).

[209] A Hamilton Sundstrand é uma das líderes mundiais na produção de sistemas aeronáuticos, tendo faturado US$ 5,6 bilhões em 2007 (UNITED TECNOLOGIES CORP, 2007).

segmento de mercado. Em 1999 foi adquirida pelo grupo General Dynamics Corp.[210], que já havia atuado no setor aeronáutico com diversas empresas, mas tinha vendido todas elas nos anos anteriores[211]. Em 2001, a Gulfstream ampliou suas atividades adquirindo a Galaxy Aerospace Company, a divisão de aviões executivos da Israel Aircraft Industries[212].

A Gulfstream Aerospace é a única divisão aeronáutica do grupo General Dynamics, tendo faturado US$ 4,8 bilhões (cerca de 18% do faturamento do grupo) e empregado aproximadamente 8 mil funcionários no ano de 2007[213]. Atualmente, a Gulfstream é uma das maiores fabricantes de aeronaves executivas do mundo, produzindo seis modelos de jatos que atendem as sofisticadas categorias de médio e grande porte.

Hawker Beechcraft Corporation

Apenas em 2007 a Hawker Beechcraft se tornou uma empresa independente; até então era uma subsidiária do grupo Raytheon[214]. Atualmente, a Hawker Beechcraft emprega aproximadamente 9.000 funcionários, tendo faturado US$ 3,5 bilhões em 2007[215]. A empresa se concentra exclusivamente na produção de aeronaves: aviões leves movidos a pistão e turboélice com a tradicional marca Beechcraft[216], jatos executivos de médio porte, com a marca Hawker, e um avião de treinamento militar turboélice, o *T-6 Texan II*, derivado do suíço *Pilatus PC-9*.

---

[210] A General Dynamics é um dos maiores conglomerados da área de defesa dos EUA, tendo faturado US$ 27,2 bilhões e empregado mais de 83 mil funcionários, em 2007 (GENERAL DYNAMICS, 2007).

[211] A General Dynamics vendeu a Canadair, para o governo canadense (1976), a Cessna para o grupo Textron (1992), a unidade de produção do caça *F-16* para a Lockheed (1993) e a unidade de aeroestruturas da Convair para a McDonnell Douglas (1994).

[212] A Israel Aircraft Industries (IAI), através da sua divisão aeronáutica Galaxy produzia dois modelos de jatos executivos, o mid-size *Astra SPX*, que foi renomeado para *G-100* e o super mid-size *Galaxy* que se tornou *G-200*. Atualmente, a Israel Aerospace Industries Ltd, é a maior empresa israelense do setor aeroespacial, concentrando a maioria das suas atividades no setor de defesa. No ano de 2007 a IAI faturou US$ 2,8 bilhões e empregou 15 mil funcionários (IAI, 2008).

[213] GENERAL DYNAMICS, 2007.

[214] O grupo Raytheon havia adquirido, em 1993, a divisão de jatos executivos da empresa britânica British Aerospace (produtora dos conceituados jatos *Hawker*). No ano seguinte comprou a tradicional fabricante de aviões leves Beech Aircraft Corporation (RAYTHEON, 2008).

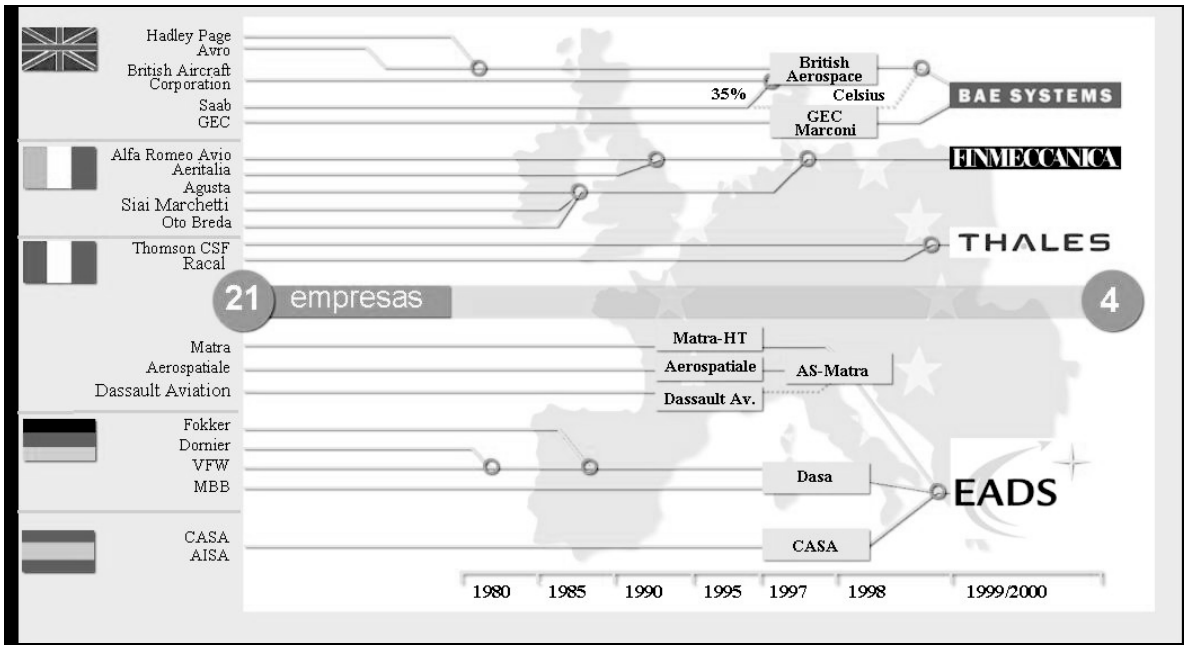
[215] HAWKER-BEECHCRAFT, 2008.

[216] A Hawker-Beechcraft está preparando o lançamento de um avião na categoria *Very Light Jet (VLJ)*, o *Beechcraft Premier* (HAWKER-BEECHCRAFT, 2008).

II.2.2. Indústria Aeronáutica Européia

A Europa e os EUA podem ser considerados o berço da indústria aeronáutica mundial. A indústria aeronáutica européia apresentou um pujante desempenho, desde sua origem, na primeira década do século XX, até a II Guerra Mundial. A destruição causada pelo conflito levou ao enfraquecimento da indústria aeronáutica européia, que foi superada pela norte-americana nas primeiras décadas do pós-guerra. Contudo, nas últimas quatro décadas, a saída encontrada pelos europeus para superar as limitações da sua indústria aeroespacial esteve centrada num processo de consolidação, tanto em escala nacional, com as políticas de escolha das empresas campeãs de cada país, como em nível europeu, com o desenvolvimento de projetos conjuntos e a posterior consolidação em escala continental.

Figura 13 – Processo de Consolidação na Indústria Aeroespacial Européia, 1992-2000



Fonte: EADS. In: PINTO & MIGON, 2006.

A integração da indústria aeronáutica, em nível europeu, se iniciou em 1970, com a criação da Airbus Industrie, um consórcio formado pelas principais empresas aeronáuticas do continente: a francesa Aerospatiale[217] e a alemã Deutsche Airbus[218] — cada uma com

[217] A Aerospatiale foi criada em 1970 com a fusão das três maiores estatais do setor aeronáutico francês: a Sud Aviation, a Nord Aviation e a SÉREB (AEROSPATIALE, 2008).

[218] A Deutsche Airbus era um consórcio alemão de empresas aeroespaciais composto pela Bölkow, Dornier, Flugzeug-Union Süd, HFB, Messerschmitt, TG Siebelwerke, e VFW. Entre 1985 e 1989 o grupo Daimler-

uma participação de 37,9% no consórcio —, a britânica Hawker Siddeley[219], com 20% e a espanhola CASA, com 4,2%[220]. A Airbus foi criada inicialmente para produzir um moderno avião comercial, o *A-300*, o primeiro jato de fuselagem larga (*widebody*) biturbina do mundo. Desde então, a Airbus vem conquistado o mercado mundial e, atualmente, é a única concorrente da Boeing, disputando ano a ano com a firma norte-americana a liderança no principal segmento da aviação comercial, o de grandes aeronaves.

O ápice da integração da indústria aeroespacial européia ocorreu no ano 2000, com a criação da European Aeronautic Defence and Space Company (EADS), resultado da fusão de três das maiores empresas aeronáuticas da Europa: a DaimlerChrysler Aerospace AG (DASA), a Aerospatiale-Matra[221] e a CASA. Observa-se que três das quatro sócias do consórcio Airbus se uniram na criação da EADS, de forma que a Airbus se tornou uma subsidiária do novo conglomerado. Cabe destacar que a criação da EADS envolveu todas as atividades das empresas de origem, não apenas a aviação comercial representada pela Airbus, mas também os segmentos de aviação militar, sistemas de defesa e espaço[222].

As demais empresas aeronáuticas européias também passaram por um intenso processo de consolidação, de maneira que, atualmente, são poucos, porém robustos, os demais grupos aeroespaciais localizados no continente europeu. Em 1999, a British Aerospace, que estava em negociação para se unir às demais empresas européias na EADS, abandonou este projeto e se fundiu com a também britânica Marconi Electronic Systems[223], criando a BAE Systems, com foco na indústria de defesa. A tradicional empresa aeronáutica francesa Dassault Aviation tem, atualmente, 46,3% do seu capital controlado pela EADS, enquanto a Saab, empresa símbolo da independente indústria aeronáutica

---

Benz AG foi adquirindo estas empresas, o que levou a criação da Deutsche Aerospace AG, em 1989. A partir de 1995 passou a se chamar Daimler-Benz Aerospace AG (DASA, 2008).

[219] A Hawker Siddeley que, ao longo do pós-guerra havia adquirido as principais empresas aeronáuticas britânicas, em 1977 foi estatizada, e juntamente com a British Aircraft Corporation (BAC) e a Scottish Aviation formaram a British Aerospace (BAE SYSTEMS, 2008).

[220] A Construcciones Aeronáuticas SA (CASA), fundada pelo governo espanhol em 1923, adquiriu sua participação na Airbus em 1971 (EADS CASA, 2008).

[221] Aerospatiale-Matra foi criada em 1999 com a fusão de duas firmas francesas a estatal Aerospatiale, fabricante de aviões e a empresa privada Matra Technologie especialista na produção de mísseis.

[222] EADS, 2007.

[223] A Marconi Systems era a subsidiária dos segmentos de defesa da também britânica General Electric Company, que foi colocada a venda em 1999 (BAE SYSTEMS, 2008).

sueca[224], desde 1998 tem seu controle compartilhado pela britânica BAE Systems. Por sua vez, a indústria aeroespacial italiana, que sempre se caracterizou pelo elevado grau de pulverização, passou nas últimas décadas por um intenso processo de consolidação, comandado pela *holding* de controle estatal Finmeccanica.

Cabe destacar que o processo de consolidação da indústria aeronáutica européia foi marcado, ao longo das décadas, pela forte presença dos Estados Nacionais, que sempre atuaram como coordenadores deste processo, mesmo tendo-se em conta que, atualmente, a maioria das empresas aeronáuticas européias é de controle privado. Nas operações que envolvem diferentes nações, a atuação governamental é ainda mais significativa, como a recente disputa entre os governos francês e alemão para repactuar o controle da EADS: *"A Alemanha e a França encerraram sua disputa pela liderança do conglomerado aeroespacial e armamentista EADS. Com a decisão surpreendente de nomear um francês para a presidência da EADS e um alemão para a da subsidiária Airbus, o grupo europeu deixa de ter uma dupla chefia franco-alemã"*[225].

A presença do Estado também é observada nos programas de desenvolvimento tecnológico, com destaque para o 7th Framework Program (2007-2013) da União Européia, que está destinando mais de US$ 11 bilhões para o desenvolvimento de novas tecnologias aeronáuticas[226]. Isto sem levar em conta os recursos disponibilizados por cada país ou pelos governos subnacionais — como nos casos dos Países Bascos[227], na Espanha, ou da região da Valônia, na Bélgica.

EADS – European Aeronautic Defence and Space Company

A EADS é o maior conglomerado aeroespacial europeu, tendo faturado US$ 57.276 milhões e empregado mais de 116 mil funcionários no ano de 2007[228]. Atualmente, seu

---

[224] ISA, 2005.

[225] DEUTSCHE WELLE, 2008.

[226] 7th FRAMEWORK PROGRAM, 2008.

[227] A indústria aeronáutica no País Basco era praticamente inexistente há pouco mais de uma década. Hoje em dia, ela representa um quarto da atividade aeronáutica na Espanha e continua crescendo em ritmo acelerado. Este sucesso se deve a parceria entre o setor público e privado para constituição, em 1993, do Hegan, um *cluster* aeronáutico que congrega empresas, centros de pesquisa, universidades e uma agência de desenvolvimento (HEGAN, 2008).

[228] EADS, 2007.

controle está dividido entre a SOGEADE (27,53%)[229], Daimler AG (22,52%) e SEPI (5,49%)[230]. Entretanto, cabe destacar que, recentemente, a Dubai International Capital LLC[231] e o banco estatal russo Vnesheconombank[232], adquiriram 3,12% e 5% do capital da EADS, respectivamente.

O grupo EADS está organizado em cinco divisões descritas a seguir: quatro do setor aeronáutico e uma do setor espacial:

Airbus SAS: Em 2007, esta companhia faturou US$ 36,7 bilhões, o que representou 64,2% do faturamento do grupo EADS, que, em 2006, havia assumido o capital total da Airbus[233]. Desde o início da presente década, a Airbus passou a disputar a liderança no mercado mundial de grandes aviões comerciais com a norte-americana Boeing, como pode ser observado no gráfico 3. Atualmente, a Airbus produz três famílias de aeronaves comerciais de grande porte: *A-318/319/320/321* (107-220 assentos), *A-330/340* (253-440 assentos) e o recém lançado *A-380*, que é o maior avião comercial do mundo, com capacidade de 500 a 800 passageiros[234]. A Airbus também está preparando o lançamento do *A-350 XWB*[235], uma moderna aeronave que visa concorrer com o revolucionário *Boeing 787*. Cabe destacar que em 2007 a empresa lançou um plano de reestruturação produtiva, denominado Power8[236], que teve por objetivo a redução das perdas causada pela excessiva valorização do Euro (€) — particularmente frente à moeda norte-americana —, além de compensar os crescentes custos de desenvolvimento dos novos modelos[237].

---

[229] *Holding* entre a empresa privada Lagardère e a companhia estatal francesa SOGEPA.

[230] *Holding* estatal espanhola da área de defesa.

[231] Em 2007, a subsidiária responsável pelos investimentos externos da Dubai Holding, o Fundo Soberano de Dubai, adquiriu uma participação no capital da EADS (DÜRING, 2007b).

[232] Em 2006, o Vneshtorgbank (VTB), o segundo maior banco estatal da Rússia, adquiriu a participação na EADS, que em 2007 foi vendida para o banco estatal de desenvolvimento Vnesheconombank (VEB), (DOERR, 2006).

[233] Em 2006, a BAE Systems vendeu sua participação de 20% na Airbus para o grupo EADS.

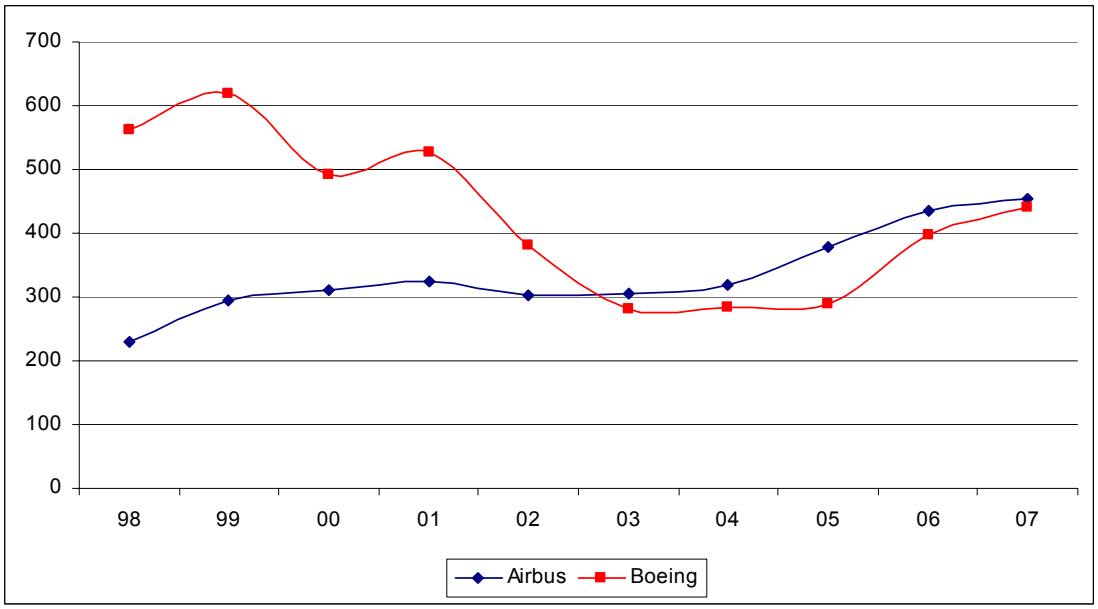
[234] O primeiro *A-380* entrou em serviço operacional em outubro de 2007, voando pela Singapore Airlines.

[235] Depois da apresentação do projeto *787* pela Boeing, a Airbus decidiu fazer uma reformulação completa no projeto do *A-350*, que foi relançado em 2006 como *A-350 XWB*. As primeiras entregas deste modelo estão previstas para 2013.

[236] Composto de oito etapas: *develop faster, smart buying, lean manufacturing, reduceoverhead, maximize cash, restructure industrial set up, streamline final assembly lines e focus on core* (AIRBUS, 2008).

[237] O programa de reestruturação produtiva denominado Power8 tem como objetivo a redução dos custos operacionais em US$ 2,8 bilhões até 2010, através da venda de pelos menos seis fábricas do grupo, além de

Gráfico 3 – Mercado Mundial de Grandes Aviões Comerciais[1]: Boeing X Airbus, 1998-2007



1. Total de aeronaves entregues anualmente por empresa.
Fonte: Elaboração própria a partir dos Relatórios Anuais da Boeing e da EADS.

- EADS MTA - Military Transport Aircraft: Esta divisão faturou US$ 1,6 bilhão em 2007, o que representou 2,8% do faturamento do grupo EADS. A EADS MTA é a responsável pela continuidade das atividades da CASA espanhola, agora denominada EADS CASA. Esta unidade está centrada na produção dos aviões militares de transporte, tanto ligeiros (*C-212*) quanto médios (*CN-235*/*C-295*). Esses aviões foram desenvolvidos nas décadas de 70, 80 e 90, respectivamente. A EADS MTA também é a principal controladora da Airbus Military SL[238], subsidiária criada para desenvolver o avião de transporte militar de grande porte *A-400M*, com capacidade para 40 toneladas[239]. A EADS MTA também realiza adaptações em aviões para operações em patrulha marítima e reabastecimento aéreo.

- Eurocopter: Empregando aproximadamente 13.000 funcionários, esta empresa faturou US$ 6,1 bilhões, o que representou 10,7% do faturamento do grupo EADS em 2007. Criada em 1992 a partir da fusão das divisões de asas rotativas da Aerospatiale e da

---

transferir pelo menos 30% da produção do modelo *A-350 XWB*, que ainda está em desenvolvimento, para fornecedores estrangeiros localizados fora da Europa (AIRBUS, 2008).

[238] Em abril de 2009 a EADS MTA se fundiu com a Airbus Military Sociedad Limitada, passando a se denominar Airbus Military, além de estar integrada a Airbus SAS (AIRBUS MILITARY, 2009).

[239] As forças aéreas de nove países participam como sócias deste programa: França, Alemanha, Espanha, Reino Unido, Luxemburgo, Bélgica, Turquia, Malásia e África do Sul.

DASA, a Eurocopter é, atualmente, a maior produtora de helicópteros do mundo, possuindo mais de 50% do mercado mundial de helicópteros civis[240], além de uma significativa participação no segmento militar.

- EADS Defesa e Segurança: Esta divisão faturou US$ 8 bilhões, o que representou 14% do faturamento da EADS, sendo responsável por todos os programas militares do grupo, com exceção dos aviões de transporte militar. A principal subdivisão é a EADS Military Air Systems, que coordena os programas de aviões militares de primeira linha e as respectivas participações societárias: a) Eurofighter GmbH: o grupo EADS possui 46% do capital, sendo o principal acionista desta *joint venture*, que é responsável pelo maior programa militar da Europa Ocidental, o desenvolvimento e a produção do avião de caça multifuncional *Eurofighter Typhoon*[241]; b) Dassault Aviation: apesar de possuir 46,3% do capital, a EADS ainda é minoritária no controle da tradicional empresa francesa produtora dos caças supersônicos *Mirage* e *Rafale*. Uma segunda subdivisão responde pela produção dos sistemas de defesa e comunicação. Por fim, uma terceira subdivisão, que responde pela participação de 37,5% que a EADS possui do capital da MBDA, a maior produtora de mísseis do mundo[242].

- EADS Astrium: Esta empresa faturou US$ 5,2 bilhões, representando 9,1% do faturamento do grupo EADS em 2007. A Astrium é a maior empresa européia e a terceira maior do mundo no setor espacial, atuando na produção de satélites[243], veículos lançadores e serviços espaciais. A companhia detém 30,5% do consórcio europeu Arianespace, além de ser a principal contratante do programa *Ariane 5*, respondendo pela montagem final destes lançadores de grande capacidade[244]. Para completar, a Astrium também oferece

---

[240] *"As aeronaves de uso civil podem ser destinadas ao serviço público, como polícia, bombeiros, ambulâncias, ou no transporte de autoridades. As demais aeronaves civis são privadas, podendo ser utilizadas de forma particular ou comercial"* (FERREIRA, 2008c, p.1).

[241] O *Eurofighter Typhoon* está sendo incorporado como avião de primeira linha pelas forças aéreas do Reino Unido, Alemanha, Itália, Espanha e, mais recentemente, Áustria e Arábia Saudita (EUROFIGHTER, 2008).

[242] MBDA foi criada em 2001 com a fusão dos maiores fabricantes de mísseis da Europa: Matra BAe Dynamics do Reino Unido, Aerospatiale Missiles da França, as atividades de mísseis da Alenia Marconi Systems e a EADS/LFK da Alemanha. O capital da MBDA é controlado pela BAE Systems (37.5%), EADS (37.5%) e Finmeccanica (25%), (MDBA, 2008).

[243] Com relação aos satélites, a EADS Astrium atua em todos os segmentos: comunicação, sensoriamento, e meteorológicos.

[244] O *Ariane 5* é manufaturado sob licença da Agência Espacial Européia (ESA) e do Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES) francês, tendo a EADS Astrium como primeira contratante, liderando um

serviços de lançamento para cargas menores através das *joint ventures* Starsem (lançador *Soyuz*) e Eurockot Launch Services (lançador *Rockot*).

Além dessas cinco divisões, o grupo EADS controla, em conjunto com o grupo italiano Finmeccanica, a Avions de Transport Regional (ATR), que é líder mundial na fabricação de aeronaves regionais com propulsão turboélice[245]. O grupo europeu também possui a EADS Sogerma, especialista na produção de aeroestruturas e a EADS EFW especialista em serviços aeronáuticos de revisão, modernização e adaptação de aeronaves. Por fim, o grupo EADS ainda possui uma participação minoritária na Daher-Socata[246], uma das maiores fabricantes de aeronaves leves da Europa.

BAE Systems

A BAE Systems surgiu em 1999, resultado da fusão da British Aerospace (BAe) com a Marconi Electronic Systems (MES), as maiores empresas britânicas dos setores aeronáutico e de defesa, respectivamente. Essas empresas já eram resultados de um amplo processo de consolidação, que vinha ocorrendo desde o pós-guerra. Dessa maneira, a BAE Systems se tornou sucessora das famosas fabricantes de aviões[247], equipamentos de defesa e navios de guerra do Reino Unido.

O grupo BAE Systems passou recentemente por um amplo processo de reestruturação que buscou diminuir a atuação no setor aeronáutico se concentrando nos diferentes segmentos da indústria de defesa. Dentro dessa estratégia destaca-se a saída do capital da Airbus e a venda da BAE Systems Aerostructures[248], ambas em 2006, e a aquisição de importantes empresas de defesa[249]. A estratégia fez com que a BAE Systems se consolidasse como o maior conglomerado de defesa da Europa e o terceiro maior do

---

consórcio de empresas subcontratadas. O foguete é operado pela Arianespace como parte do programa especial Ariane (ARIANESPACE, 2008 e ESA, 2008).

[245] EADS, 2007.

[246] No ano de 2008 a empresa francesa Daher adquiriu 70% do capital da EADS-Socata que passou a ser denominada Daher-Socata. O grupo EADS permanece com uma participação minoritária de 30%.

[247] Entre as empresas aeronáuticas britânicas que foram incorporadas neste processo de consolidação destacam-se as tradicionais: Avro, de Havilland, Supermarine, English Electric Aviation, Hawker Siddeley e British Aircraft Corporation (BAC), (BAE SYSTEMS, 2008).

[248] A divisão de aeroestruturas foi vendida para a empresa norte-americana Spirit AeroSystems, Inc.

[249] As principais empresas de defesa adquiridas foram: a United Defense Industries (armamentos e veículos), a Armor Holding (veículos militares), a Alvis Vickers (veículos militares de combate), a Pitch Technologies AB (sistemas de defesa) e a Tenix Defense (empresa de defesa australiana), (BAE SYSTEMS, 2008).

mundo[250]. Em 2007, este conglomerado faturou US$ 31,4 bilhões, empregando cerca de 97.500 funcionários. Entretanto, apenas uma pequena parcela das receitas e dos funcionários se refere ao setor aeronáutico (segundo estimativas, menos de 20%[251]).

A BAE Systems opera no setor aeronáutico através da divisão Military Air Solutions (MAS), que participa de uma *joint venture* e de um consórcio com empresas estrangeiras; ambos voltados para o projeto e fabricação de aviões militares de primeira linha: a) Eurofighter GmbH: a BAE Systems possui 33% do capital, sendo a segunda maior acionista desta *joint venture* que é responsável pelo desenvolvimento e produção do caça supersônico *Eurofighter Typhoon*; b) Consórcio *F-35 Lightning II*: principal parceira estrangeira da norte-americana Lockheed Martin no projeto desse caça de quinta geração, a BAE Systems contribuiu com US$2,5 bilhões, aproximadamente 10% do custo de desenvolvimento[252]. Esta divisão também é responsável pela produção do jato de treinamento avançado *Hawk*.

Em 1998, a British Aerospace adquiriu 20,5% do capital da Saab AB, a principal empresa aeroespacial da Suécia, passando a compartilhar o controle desta com o grupo sueco Investor[253]. No setor aeronáutico, a Saab é uma tradicional fabricante de aviões militares de primeira linha, produzindo atualmente o moderno caça multifuncional *JAS-39 Gripen*. Desde 2001 a BAE Systems também participa com 50% da Gripen International, a *joint venture* responsável pelo marketing, venda e suporte dos caças *JAS-39 Gripen* no mercado mundial.

Finmeccanica

O grupo Finmeccanica é uma *holding* de controle estatal[254], criada em 1947 para reunir e recuperar empresas do setor metal-mecânico no período do pós-guerra. Ao longo das décadas, foi progressivamente absorvendo as principais empresas do setor aeroespacial

---

[250] Atrás apenas da Lockheed Martin e da Boeing, ambas norte-americanas (BAE SYSTEMS, 2007).

[251] BAE SYSTEMS.

[252] F-35 LIGHTNING II PROGRAM, 2008.

[253] SAAB, 2007.

[254] O governo italiano possui 35% do capital da Finmeccanica, o restante se encontra no mercado aberto, entretanto, nenhum acionista pode adquirir individualmente mais de 3% do capital da *holding* (FINMECCANICA, 2007).

existentes na Itália[255]. Atualmente, o grupo italiano Finmeccanica é o terceiro maior conglomerado europeu do setor aeroespacial, tendo faturado US$ 19,6 bilhões em 2007 e empregado mais de 60 mil funcionários. Este conglomerado concentra 39% do seu faturamento no setor aeronáutico (aviões e helicópteros). O restante está dividido entre os setores espacial (6%), de defesa (37%), energia e transporte (18%). A seguir, uma análise detalhada das divisões aeronáuticas de aviões e helicópteros[256] e também da divisão espacial:

- Divisão Aeronáutica: É responsável por todos os programas aeronáuticos do grupo, com exceção dos helicópteros, tendo faturado US$ 3,4 bilhões e empregado 13.300 funcionários em 2007. A divisão aeronáutica da Finmeccanica é capitaneada pela Alenia Aeronautica SpA, que, além das operações próprias, controla outras duas empresas, a Aermacchi e a Aeronavali. A Alenia possui forte atuação na produção de aviões militares de treinamento avançado, além de participar de diversos empreendimentos conjuntos: a) Eurofighter GmbH: a Alenia possui 21% do capital desta empresa, que é responsável pela produção do caça multifuncional *Eurofighter Typhoon*; b) Consórcio *F-35 Lightning II*: a Alenia é uma das parceiras internacionais da Lockheed Martin no desenvolvimento desse avançado avião de caça, tendo contribuído com US$ 1 bilhão para este programa; c) Aerei da Trasporto Regionale (ATR): *joint venture* com o grupo EADS, sendo a maior fabricante mundial de aeronaves regionais com propulsão turboélice; d) Sukhoi Civil Aircraft Company (SCAC): a Alenia adquiriu recentemente 25% do capital desta empresa russa que fabricará o avião regional a jato *SSJ-100*[257]; e) Global Military Aircraft Systems (GMAS): *joint venture* com a empresa norte-americana L3 Communications para produção do *C-27J Spartan*, um avião de transporte militar tático desenvolvido a partir de um antigo projeto italiano[258]. A Alenia também é uma das maiores fabricantes de aeroestruturas do mundo, particularmente no que se refere à utilização de materiais compostos. Sendo assim, se

[255] FINMECCANICA, 2008.

[256] FINMECCANICA, 2007.

[257] Além disso, a Alenia será a acionista majoritária da Superjet International, *joint venture* responsável pela comercialização e certificação desta aeronave no mercado ocidental. A Alenia terá 51% do capital e a Sukhoi 49% e a sede da nova empresa será na cidade de Veneza na Itália (FINMECCANICA, 2008).

[258] Derivado do modelo *G.222*, o *C-27J Spartan* foi desenvolvido a partir de 1997 por uma *joint venture* entre a italiana Alenia e a norte-americana Lockheed Martin. Entretanto, esta associação se encerrou em 2007, havendo, na seqüência a constituição da GMAS com a L3 Communications (C-27J SPARTAN, 2009).

tornou uma das maiores fornecedoras da Boeing, sendo uma das principais parceiras de risco do revolucionário projeto *787*.

- Helicópteros: Na divisão de helicópteros o grupo Finmeccanica controla a AgustaWestland, que atua no segmento civil e, principalmente, no militar. Criada em 2000, com a fusão da italiana Agusta (grupo Finmeccanica), com a inglesa Westland Helicopters. Em 2006, a AgustaWestland se tornou uma subsidiária integral do grupo italiano que adquiriu os 50% do capital que pertenciam aos acionistas britânicos. No ano de 2007, faturou US$ 4,3 bilhões e empregou mais de 9.500 funcionários.

Por fim, a divisão espacial faturou US$ 853 milhões e empregou mais de 3.300 funcionários no ano de 2007. A Finmeccanica opera na indústria espacial através da Space Alliance, que reúne duas *joint ventures* com a francesa Thales. Na Thales Alenia Space, fabricante de satélites, a Finmeccanica participa com 33% do capital, e na Telespazio, empresa que fornece os serviços dos satélites, o grupo italiano controla 67% do capital[259].

Dassault Aviation

Tradicional empresa aeronáutica francesa que, atualmente, tem parte do seu capital controlado pelo grupo EADS[260]. Esta empresa faturou US$ 5,9 bilhões e empregou mais de 12 mil funcionários em 2007.

A Dassault Aviation atua exclusivamente no setor aeronáutico, produzindo aviões para os segmentos de jatos executivos e de defesa. Os aviões executivos representam 57% do faturamento da Dassault, que se concentra na produção dos sofisticados jatos *Falcon*, nas categorias de médio e grande porte. No segmento militar, a Dassault marcou a sua presença na indústria mundial pela produção dos caças supersônicos *Mirage*[261] e, desde 2000, está voltada para fabricação do moderno caça multifuncional *Rafale*[262].

---

[259] FINMECCANICA, 2007.

[260] O controle acionário da Dassault Aviation está dividido entre: Grupo Dassault (50,5%), EADS (46,3%) e investidores privados (3,2%), (DASSAULT AVIATION, 2007).

[261] As primeiras versões do caça supersônico *Mirage*, os modelos III e V, foram um grande sucesso militar e comercial nos anos 60 e 70. Em 2007, a Dassault encerrou a linha de produção da última versão do *Mirage*, o modelo 2000.

[262] DASSAULT AVIATION, 2007.

Saab Aerospace

Em 2007, o grupo Saab AB faturou US$ 3,5 bilhões e empregou 13.700 funcionários[263], sendo a principal empresa aeroespacial da Suécia[264]. Atualmente a *holding* sueca Investor[265] e o grupo aeroespacial britânico BAE Systems dividem o controle da Saab AB[266].

A divisão aeronáutica representou 28% do faturamento e 21% da mão-de-obra do grupo Saab, isto é, US$ 1 bilhão e 2.900 funcionários, respectivamente. Desde sua fundação, em 1937, o grupo Saab esteve voltado para a produção de aviões militares de primeira linha e, posteriormente, aviões comerciais. Na década de 1990, a Saab Aerospace deixou de produzir aviões regionais turboélice se concentrando na aviação militar. *"Atualmente a SAAB é uma das cinco empresas do mundo capaz de desenvolver, produzir e manter um moderno avião de combate"*[267], no caso o *JAS-39 Gripen*, um moderno caça multifuncional. Em 2001, foi criada a Gripen International, uma *joint venture* entre a Saab e a BAE Systems, que é responsável pelo marketing, vendas e assistência técnica dos caças *JAS-39 Gripen* no mercado mundial[268]. Cabe ainda destacar que a divisão aeronáutica da Saab também é uma importante fornecedora de aeroestruturas para a Boeing e a EADS (Airbus e Eurocopter).

II.2.3. Indústria Aeronáutica Canadense

A indústria aeronáutica canadense surgiu a partir de iniciativas estrangeiras e estatais. No final década de 1920, a empresa britânica de Havilland Aircraft Co. instalou uma subsidiária, a de Havilland Canada (DHC). Nos anos 40, o governo criou uma estatal

---

[263] SAAB, 2007.

[264] O grupo Saab atua em diversos segmentos da indústria aeroespacial com destaque para a produção de aviões militares, radares, mísseis, sistemas de defesa, comunicação e controles de satélites (SAAB, 2007).

[265] O grupo Investor é a maior *holding* do setor industrial da Suécia, com participação nas principais empresas do país: Electrolux, Ericsson, ABB, Atlas Copco e Astra Zeneca, entre outras. Na Saab AB, o grupo Investor possui 19,8% do capital social e 38,3% do capital votante (SAAB, 2007).

[266] Em 1998, a BAe adquiriu 35% do capital da Saab AB, porcentagem que foi reduzida para 20,5% em 2005. Apesar da participação minoritária, o grupo britânico compartilha do controle da empresa sueca (SAAB, 2008).

[267] ISA, 2005, p.26.

[268] O *JAS-39 Gripen* já foi exportado para as forças aéreas da Hungria, República Tcheca e África do Sul (SAAB, 2007).

— a Canadair — para atender as demandas da força aérea. Somente na década de 1980, surgiu um grupo privado nacional, a Bombardier, que consolidou a indústria aeronáutica canadense a partir da aquisição destas duas grandes fabricantes de aeronaves.

Atualmente, além da empresa líder Bombardier, a indústria aeronáutica canadense possui cerca de 300 firmas em diversos segmentos, com destaque para a subsidiária da norte-americana Bell Helicopter, a unidade produtora de aviões leves da austríaca Diamond e a Pratt & Whitney Canadá no segmento de turbinas. O governo canadense tem dado decisivo apoio às empresas privadas, particularmente no que se refere ao suporte das inovações tecnológicas. Uma das principais iniciativas do governo canadense nesse sentido foi a criação, em 1996, da agência Technology Partnerships Canada (TPC), para apoiar o desenvolvimento tecnológico das empresas, com destaque para o setor aeronáutico[269]. Para o período 2007-2010, a TPC está destinando US$ 900 milhões para P&D na indústria aeronáutica. Cabe também destacar o decisivo apoio da província de Quebec, onde está concentrada a maior parte da indústria aeronáutica do país.

Bombardier Aerospace

A Bombardier Inc. é um conglomerado industrial canadense fundado em 1942, e que atualmente opera nos setores aeronáutico, equipamentos de transporte[270], recreação e serviços financeiros[271]. Apesar dessa elevada diversificação, o setor aeronáutico representou 55% do faturamento e alocação de 46% dos funcionários do grupo, tendo faturado US$ 9,7 bilhões e empregado 27,9 mil funcionários no ano de 2007[272].

O grupo Bombardier entrou no setor aeronáutico em 1986, ao adquirir a empresa estatal Canadair, que passou a se chamar Bombardier Aerospace. A Canadair havia sido criada pelo governo canadense em 1944, com a finalidade de produzir aviões para força aérea daquele país[273]. Na seqüência, a Bombardier continuou sua estratégia de expansão

---

[269] TPC, 2008.

[270] Cabe destacar que a Bombardier Transportation, divisão do grupo Bombardier, é a líder mundial na produção de equipamentos ferroviários (BOMBARDIER, 2007).

[271] No ano de 2007, o grupo Bombardier faturou US$ 17,5 bilhões e empregou quase 60 mil funcionários (BOMBARDIER, 2007).

[272] BOMBARDIER, 2007.

[273] A Canadair se especializou na produção de aeronaves militares sob licença, com destaque para os caças de projeto norte-americano *F-86 Sabre*, *F-104 Starfighter* e *F-5 Freedom Fighter*.

baseada em aquisições. Em 1989, adquiriu a firma Short Brothers[274], localizada na Irlanda do Norte, que tinha sido privatizada havia poucos anos. Em 1990, comprou a Learjet, empresa norte-americana especializada na produção de jatos executivos que se encontrava dificuldades financeiras. Por fim, em 1992, adquiriu a de Havilland Canadá (DHC)[275], fabricante de aviões regionais turboélice que, naquele período, estava sob controle da Boeing.

Atualmente, a Bombardier Aerospace possui unidades produtivas no Canadá, EUA, Irlanda do Norte (Reino Unido) e México, e se concentra na produção de aeronaves regionais e executivas[276]. No mercado de aviões executivos, a Bombardier Aerospace é a líder mundial, atuando nos seus diversos segmentos com as famílias *Learjet* (leve), *Challenger* (médio) e *Global* (grande). Este mercado representou mais de 48% do faturamento da Bombardier Aerospace — cerca de US$ 4,7 bilhões — no ano de 2007.

Por sua vez, as vendas de aviões regionais representaram apenas 26% do faturamento da Bombardier Aerospace em de 2007[277]. No mercado de aviões regionais, a empresa canadense fabrica tanto aviões turboélice, os *Q-Series* (37-70 assentos), quanto aviões de propulsão a jato, os modelos *CRJ-200*, *CRJ-700* e *CRJ-900* (50-86 assentos)[278]. Os dois segmentos da aviação regional — jatos e turboélices — são duopólios em escala global. No mercado de aviões turboélice, a Bombardier enfrenta a concorrência da européia ATR e, no segmento de aeronaves a jato, disputa o mercado com a brasileira Embraer. Nos últimos anos, a Bombardier vem perdendo participação para as suas competidoras em ambos os segmentos da aviação regional, em particular no de aviões a jato. Para recuperar a sua posição neste segmento, a empresa canadense relançou, em 2008, o projeto de uma

---

[274] Uma das mais antigas empresas aeronáuticas britânicas, cujo último modelo de aeronave construído foi o *Short Tucano*, uma versão aperfeiçoada do avião de treinamento *Tucano* da Embraer feito para a Força Aérea Britânica (PEREIRA, 1997, p.127).

[275] A DHC foi criada em 1928 pela empresa britânica de Havilland Aircraft para produzir aviões para a Força Aérea Canadense. Durante a II Guerra Mundial participou do esforço de guerra produzindo o famoso bombardeiro leve *de Havilland Mosquito* para a Força Aérea Britânica (BOMBARDIER, 2008).

[276] A Bombardier não atua mais no segmento de aeronaves militares, pois em junho de 2003, vendeu a divisão de defesa para a Spar Aerospace Limited, subsidiária da empresa norte-americana L-3 Communications Corporation (FERREIRA, 2009).

[277] Não está incluído o faturamento do segmento de serviços tanto para o segmento de aeronaves executivas quanto regionais, que foi de aproximadamente US$ 1,5 bilhão (BOMBARDIER, 2007).

[278] Previsto para entrar em operação em 2009, o modelo *CRJ-1000*, é uma versão alongada do *CRJ-900* com capacidade para 100 passageiros.

nova família de jatos com capacidade de transportar entre 100 e 145 passageiros, a chamada *C-Series*[279]. Esta nova família de aeronaves, que deverá entrar em operação depois de 2013, colocará a Bombardier em competição direta, não apenas com os maiores aviões da Embraer, mas também com as menores aeronaves da Boeing e da Airbus[280].

II.2.4. Indústria Aeronáutica Japonesa

A indústria aeronáutica japonesa surge ao mesmo tempo que suas congêneres norte-americana e européia nos anos 20. Desde o início, esta indústria esteve voltada para o esforço militar japonês[281], inicialmente na ocupação da China, e, em seguida, na II Guerra Mundial. Do ponto de vista organizacional, a indústria aeronáutica japonesa se origina dentro da estratégia de diversificação dos Zaibatsus[282]. A derrota na II Guerra Mundial e o desmonte dos Zaibatsus levou a paralisação da indústria aeronáutica japonesa no pós-guerra. Esta indústria ressurge no final dos anos 50, no contexto da Guerra Fria, particularmente dentro do esforço norte-americano de conter o avanço comunista na Guerra da Coréia. Desde então, a indústria aeronáutica japonesa tem se concentrado na produção de aviões militares sob licença das firmas norte-americanas e na produção de aeroestruturas para as empresas líderes mundiais. Os projetos próprios de aeronaves ficaram restritos a alguns aviões militares de segunda linha e a uma aeronave turboélice comercial, a *NAMC YS-11*, a única aeronave japonesa de sucesso, desde o pós-guerra[283].

---

[279] O projeto original do *C-Series* remonta o ano de 2004 e havia sido abandonado em 2006 (FERREIRA, 2008a, p.13-14).

[280] Estima-se que o Reino Unido, o Canadá e a província de Quebec investirão cerca de US$ 778 milhões para garantir cerca de um terço dos US$ 2,6 bilhões essenciais para o desenvolvimento da *C-Series*. Além disso, o projeto conta com o apoio da estatal chinesa AVIC I, que será responsável pela construção de parte da fuselagem e da norte-americana Pratt & Whitney, que fornecerá as turbinas da nova aeronave, caso esta seja efetivamente produzida (AFP, 2008; OSSE, 2008e e REUTERS, 2009).

[281] Em 1921, a Mitsubishi lança sua primeira aeronave, o *1MF Type 10* destinado à Marinha de Guerra Japonesa (MHI, 2008).

[282] Os Zaibatsus são organizações empresariais que surgiram durante a era *Meiji* (1868-1912) com o objetivo estratégico de industrializar o país para fazer frente à crescente ameaça estrangeira. Os Zaibatsus eram grandes conglomerados que controlavam os principais setores da economia (indústria e comércio internacional), sendo sempre capitaneados por um banco. No pós-guerra, o governo de ocupação impôs o fim destas estruturas empresariais. Os principais Zaibatsus eram: Mitsui, Mitsubishi, Yasuda e Sumitomo.

[283] Entre 1962 e 1974 o consórcio Nihon Aircraft Manufacturing Corporation (NAMC), liderado pela Mitsubishi Heavy Industries, construiu 182 unidades do modelo *YS-11*. No Brasil, esta aeronave foi operada pela VASP, onde ficou conhecida como *"Samurai"* (MHI, 2008).

A reorganização da estrutura industrial japonesa através dos Keiretsus[284], depois do desmonte dos Zaibatsus, não implicou em grandes alterações para a indústria aeronáutica e esta continuou a fazer parte das "Indústrias Pesadas" desses novos mega-conglomerados. Entretanto, é importante destacar que a quase totalidade dos projetos aeronáuticos do pós-guerra foi realizada através da participação conjunta das três maiores empresas aeronáuticas japonesas: Mitsubishi, Kawasaki e Fuji, além de outras empresas menores. Esta atuação conjunta das empresas aeronáuticas japonesas foi institucionalizada em 1973, com a criação do Japan Aircraft Development Corporation (JADC), um consórcio de empresas liderado pela Mitsubishi Heavy Industries para atuar no mercado civil de aeronaves e aeroestruturas[285].

O principal projeto da JADC em andamento é a participação no desenvolvimento e fornecimento de componentes estruturais para o modelo *787* da Boeing. Os componentes produzidos no Japão representam mais de um terço das estruturas da nova aeronave, aí incluídas as asas principais[286]. Apenas para participar desse projeto as empresas que fazem parte da JADC receberam mais de US$ 1,5 bilhão em empréstimos subsidiados do governo japonês[287].

Por fim, atuando de maneira independente e num segmento de mercado bastante específico, encontra-se a Honda Aircraft Co. Inc. (HACI)[288], que, desde 2003, está desenvolvendo o *HA-420 HondaJet*, um avião executivo da categoria Very Light Jet (VLJ) que deve entrar em operação no ano de 2010.

---

[284] Os Keiretsus são organizações empresariais japonesas criadas no pós-guerra em substituição aos antigos Zaibatsus. Os Keiretsus abrangem uma grande variedade de empresas dos setores industriais, de serviços e financeiras, sempre nucleados por um banco e uma empresa de importação e exportação (*trading*). A principal característica é que existe um compartilhamento de ações entre estas empresas, além dos elevados empréstimos intra-grupos o que permite certo grau de coordenação das empresas do grupo, visando a construção de vantagens competitivas e a eficiência de longo prazo. Os seis maiores Keiretsus japoneses são: Mitsubishi, Mitsui, Sumitomo, Fuyo, Dai-Ichi Kangyo e Sanwa.

[285] Também fazem parte do JADC as seguintes empresas: Kawasaki, Fuji, ShinMaywa, NIPPI, IHI, JAL e All Nippon Airways (JADC, 2008).

[286] Este é o primeiro projeto da Boeing em que as asas principais são produzidas por outra empresa.

[287] IADF, 2008.

[288] Apesar de estar sediada nos EUA, em Greensboro (Estado da Carolina do Norte), a Honda Aircraft Co. Inc. é uma subsidiária integral da empresa japonesa Honda Motor Co, uma dos maiores produtoras mundiais de automóveis e motocicletas (HONDAJET, 2008).

MHI – Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

A MHI é o maior conglomerado japonês de bens de capital e material de transporte com mais de 33.000 funcionários e tendo faturado US$ 31,9 bilhões em 2007. Este conglomerado está direcionado para os seguintes setores industriais: naval, ferroviário, aeroespacial, veículos especiais, energia (nuclear, hidroelétrica e eólica) e máquinas (papel, impressão e máquinas-ferramentas)[289]. Além disso, como foi apresentado acima, a MHI faz parte de um dos seis grandes Keiretsus japoneses.

A divisão aeroespacial representou, em 2007, 15,6% do faturamento e 26,3% da mão-de-obra da MHI; isto é, US$ 4,9 bilhões e 8.724 funcionários, respectivamente, fazendo da MHI a maior empresa da indústria aeronáutica do Japão. A MHI tem desenvolvido tecnologia aeronáutica de ponta, tanto para o segmento militar quanto para o segmento civil e, na quase totalidade dos casos, como principal contratante. Nas últimas décadas, a MHI tem atuado no segmento militar através da produção sob licença de aviões e helicópteros de projeto norte-americano. Dentre estes se destacam os caças de superioridade aérea *F-4 Phantom II* e *F-15 Eagle* e diferentes versões do helicóptero *UH-60 Black Hawk*. A MHI também tem desenvolvido projetos militares próprios, com destaque para o avião de caça o *Mitsubishi F-1/T-2*, criado nos anos 70, e, recentemente, o caça multifuncional *Mitsubishi F-2*. Este último avião foi desenvolvido em conjunto com a Lockheed Martin norte-americana que ficou com 40% do projeto[290].

No segmento aeronáutico civil, a MHI é uma importante fornecedora de aeroestruturas para os principais modelos de aeronaves produzidos pela Boeing, Airbus e Bombardier, além de ser uma importante fornecedora de peças e componentes para a fabricante de turbinas norte-americana Pratt & Whitney. Com relação ao fornecimento de aeroestruturas, cabe destacar o fato da MHI ser a responsável pela fabricação das asas do *Boeing 787*, produzidas com materiais compostos.

---

[289] MHI, 2007.

[290] Este desenvolvimento em conjunto explica o fato do *Mitsubishi F-2* ter um design muito semelhante ao modelo *F-16 Fighting Falcon* da Lockheed Martin, podendo na realidade ser considerado uma versão japonesa desse famoso caça norte-americano.

O principal projeto aeronáutico da MHI é o lançamento de um jato regional de alta tecnologia, que deverá concorrer diretamente com os *E-Jets* da Embraer[291]. Este novo modelo, chamado de *Mitsubishi Regional Jet (MRJ)*, também conta com a participação da Kawasaki e da Fuji para produção das partes estruturais. As turbinas, aviônicos e outros componentes específicos serão adquiridos de empresas ocidentais, particularmente norte-americanas. Caso esta nova aeronave seja efetivamente lançada, existe a expectativa de que ela apresente elevada participação de materiais compostos, tanto na fuselagem como nas asas, dado que as empresas japonesas que compõem o projeto estão entre líderes mundiais na tecnologia de aeroestruturas em novos materiais.

A divisão aeroespacial da MHI também atua nos setores de espaço e defesa. No setor espacial, a MHI já atuava como principal contratante da Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) na produção de satélites e foguetes lançadores. Em 2002, a JAXA transferiu para MHI a responsabilidade pela produção e lançamento dos foguetes de grande porte *H-IIA*[292], o principal programa espacial japonês. Na área de defesa a MHI é responsável pela fabricação de mísseis de projeto norte-americano, destacando-se a produção local do sofisticado sistema anti-mísseis *Patriot PAC-3*, sob licença da Lockheed Martin.

Kawasaki Heavy Industries Aerospace Company

A Kawasaki Heavy Industries Aerospace Co. é a segunda maior empresa japonesa do setor aeroespacial, tendo faturado US$ 2,4 bilhões em 2007. Esta empresa respondeu por 15,8% das vendas da sua controladora, a Kawasaki Heavy Industries (KHI), o segundo maior conglomerado japonês de bens de capital e de material de transporte[293].

A Kawasaki Aerospace produz aeronaves desde os anos 30 e, nas últimas décadas, tem se concentrado na produção de aviões de treinamento militar, aviões de patrulha e helicópteros. A maioria dessas aeronaves é fabricada sob licença das firmas norte-americanas e européias, mas algumas delas são de projeto próprio, com destaque para o jato

[291] Em março de 2008, a Mitsubishi anunciou oficialmente o lançamento industrial do *MRJ,* que deverá entrar em operação a partir de 2013 (MRJ, 2009).

[292] H-IIA, 2008.

[293] A KHI faz parte do Keiretsu Dai-Ichi Kangyo, tendo faturado US$ 14,9 bilhões, em 2007 (KHI, 2007).

de treinamento avançado *Kawasaki T-4* e o helicóptero *BK-117*[294]. Em 2007, a Kawasaki Aerospace apresentou dois novos modelos de aviões militares, o *P-X* para patrulha marítima e o *C-X* para transporte. Cabe destacar a atuação da Kawasaki Aerospace como uma grande produtora mundial de aeroestruturas, em particular para a Boeing e para a Embraer. Com relação à empresa brasileira, a Kawasaki Aerospace tem atuado como parceira de risco no desenvolvimento e produção dos *E-Jets*, sendo responsável pela fabricação das asas principais. Por fim, a Kawasaki Aerospace também produz mísseis e componentes para os setores espacial e de defesa[295].

II.2.5. Indústria Aeronáutica Russa

O primeiro avião russo foi construído em 1909, entretanto, a consolidação da indústria aeronáutica russa somente ocorreu durante a II Guerra Mundial, quando milhares de aviões militares foram construídos dentro do esforço de guerra. O fato da indústria aeronáutica russa ter sido constituída em uma economia estatal centralmente planificada, fez com que ela apresentasse uma estrutura organizacional única. As empresas foram estabelecidas de acordo com sua funcionalidade: de um lado, existiam os *bureaus* de design[296] onde os aviões eram projetados, e, de outro, as fábricas produtoras dos aviões, em geral localizadas na Sibéria ou no extremo oriente[297].

Com o colapso da URSS, em 1991, a indústria aeronáutica russa, que chegou a ser a segunda mais importante do mundo no segmento militar, entrou em um período de grave crise, seja pelo desmantelamento da estrutura econômica planificada[298], seja pela drástica redução de demanda das Forças Armadas soviéticas e de seus antigos aliados, devido à derrota sofrida na Guerra Fria. No final dos anos 90 iniciou-se um processo de consolidação dessa indústria, no qual os *bureaus* de design passaram a se fundir com as

---

[294] O helicóptero *BK-117* é um projeto conjunto da Kawasaki com a empresa alemã Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB), atualmente parte da Eurocopter.

[295] KHI, 2007.

[296] Por serem empresas estatais, os principais *bureaus* de design aeronáutico da antiga União Soviética levavam os nomes dos seus projetistas-chefes: Sukhoi, Mikoyan-Gurevich, Ilyushin, Yakovlev e Tupolev.

[297] A maior parte das unidades produtivas foi estabelecida nestas regiões por motivos estratégicos, tanto na II Guerra Mundial, quanto na Guerra Fria.

[298] A indústria aeronáutica russa estava focada apenas na lógica tecnológica, não existia uma cultura de mercado, que objetivasse resultados econômicos (BÉDIER, et. al., 2008).

principais fábricas produtoras de aeronaves, criando-se uma estrutura empresarial próxima à ocidental, apesar das empresas continuarem sendo estatais.

Na década atual, o governo russo avançou ainda mais no processo de consolidação, criando duas novas *holdings* que passaram a reunir as principais empresas aeronáuticas do país: a United Aircraft Corp. (UAC) em aviões, e a Oboronprom United Industrial Corp.[299] em helicópteros e sistemas de defesa. Além disso, em 2007 a *trading* estatal Rosoboronexport[300] passou a centralizar todas as exportações de armas da Rússia. Esta ampla e profunda reestruturação tem buscado a racionalização da estrutura produtiva dado que, em 2007, a indústria aeronáutica russa empregava mais de 350 mil pessoas, mas faturava menos de US$ 9 bilhões[301]. Segundo o vice-ministro da Energia e Indústria Andrei Réus, *"a meta é manter e desenvolver o potencial de produção científica da indústria aeronáutica russa, garantindo a segurança e a capacidade de defesa da nação"*[302] e para isto o governo russo está investindo cerca de US$ 10 bilhões em pesquisa e compras de equipamentos até 2015.

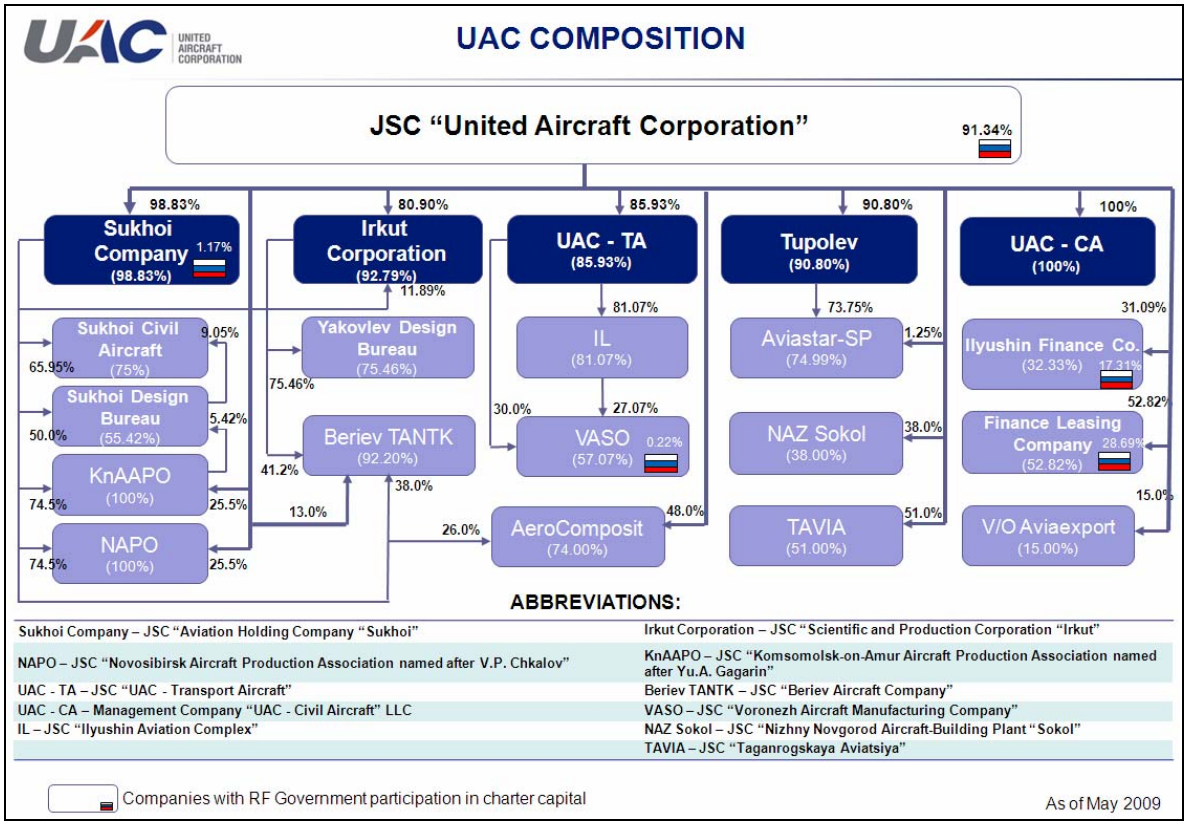
UAC – United Aircraft Corporation

Fundada em 2006, a *holding* UAC passou a reunir as principais empresas fabricantes de aviões da Rússia: Sukhoi, Ilyushin, Tupolev, Yakovlev e Irkut, como pode ser observado na figura 14. Apesar das empresas manterem um elevado grau de autonomia, o planejamento estratégico passou a ser coordenado pela nova *holding*[303]. Todas as empresas, que passaram a fazer parte da UAC foram especializadas na produção de aviões militares devido à necessidade de acompanhar, ou mesmo superar, as inovações introduzidas pela indústria aeroespacial norte-americana durante o período da Guerra Fria. Dessa forma, a quase totalidade da produção da UAC está voltada para o segmento militar, com destaque para os aviões de combate e os de transporte militar. Quanto às aeronaves comerciais, as empresas Ilyushin e Tupolev têm produzido algumas poucas unidades de

[299] Criada em 2002, a Oboronprom passou a reunir as principais fabricantes de helicópteros russas: os *bure*aus de design Mil e Kamov e as plantas produtivas da Kazan, Rostvertol, Kumertau e Sazykin Arsenev (OBORONPROM, 2009).
[300] ROSOBORONEXPORT, 2009.
[301] UAC, 2007.
[302] VALOR ECONÔMICO, 2006a.
[303] UAC, 2009.

aviões de médio e grande porte, que foram recentemente modernizados e "ocidentalizados"[304]. Em 2007, a UAC faturou aproximadamente US$ 3,8 bilhões e empregou mais de 90 mil funcionários[305].

Figura 14 – United Aircraft Corporation: Estrutura corporativa, 2009



Fonte: UAC.

Dentro do esforço de recuperação, a empresa Sukhoi foi escolhida pela UAC para ser a "ponta de lança" da nova indústria aeroespacial russa, fornecendo aviões no "estado da arte", tanto para o mercado militar quanto para o civil. Criada em 1939, como *bureau* de projetos aeronáuticos, atualmente a Sukhoi Company é uma empresa integrada que desenvolve, produz e fornece suporte às aeronaves, empregando cerca de 28 mil funcionários[306]. Especializada, desde sua fundação, na produção de aviões militares de primeira linha, a Sukhoi se destacou internacionalmente, a partir dos anos 80, com o

[304] Destaque para dois aviões de grande porte: *Tupolev Tu-204* (210 passageiros), desde 1995 foram construídas 68 unidades; *Ilyushin Il-96* (250-350 passageiros), desde 1993 foram construídas 23 unidades.

[305] UAC, 2007.

[306] SUKHOI, 2008.

lançamento do caça de superioridade aérea *Su-27 Flanker*, que foi considerado, em suas diferentes versões, o melhor avião desta categoria nas últimas duas décadas[307].

No segmento comercial, em 2008, a Sukhoi realizou o vôo inaugural do seu primeiro avião comercial, o *Sukhoi Superjet 100 (SSJ-100)*, um moderno jato regional (75-98 assentos), que concorre diretamente com a família *E-Jet* da Embraer[308]. Este programa significa o renascimento da indústria aeroespacial russa em novas bases, dado que agora conta com o apoio comercial e tecnológico de diversas firmas ocidentais[309]: a Boeing forneceu o apoio técnico ao projeto, enquanto as empresas francesas Snecma e Thales desenvolveram, respectivamente, as turbinas[310] e a aviônica de bordo para o novo avião. Por sua vez, a italiana Alenia participa com 51% do capital da Superjet International — empresa que será responsável pela comercialização e certificação do *SSJ-100* no mercado ocidental — além de controlar 25% do capital da Sukhoi Civil Aircraft Company (SCAC), subsidiária criada especificamente para produzir o novo avião.

RAC MiG – Russian Aircraft Corporation Mikoyan Gurevich

A RAC MiG foi criada em 1939 como um *bureau* de design, tendo projetado os melhores e mais famosos caças russos do período da Guerra Fria, entre eles o *MiG-15*, o *MiG-19* e o *MiG-21*. No final dos anos 90 passou a ser uma empresa integrada com a incorporação das unidades produtoras de aeronaves. Atualmente, a RAC MiG possui em torno de 14.500 funcionários é a única grande empresa aeronáutica russa que opera de forma independente. Entretanto, a totalidade do capital da RAC MiG pertence ao Estado, existindo plano de transferi-la para a *holding* UAC[311].

---

[307] Cabe destacar que a Sukhoi também é líder mundial no segmento de aviões acrobáticos.

[308] A previsão é de que o *SSJ-100* entre em produção no segundo semestre de 2009, sendo, desta maneira, o primeiro concorrente da mesma geração dos *E-Jets* da Embraer (OSSE, 2008b).

[309] Cabe destacar o fato de muitos fornecedores considerarem que o mercado de jatos de cem lugares estava se tornando um monopólio de fato para a Embraer e, assim, apoiaram o surgimento de um novo participante.

[310] A PowerJet é a *joint venture* criada pela russa Saturn e pela francesa Snecma (grupo Safran) que será responsável pela produção da nova turbina, a *PowerJet SaM146*, desenvolvida especificamente para o *SSJ-100*. Cabe destacar que banco estatal de desenvolvimento Vnesheconombank (VEB) acertou um empréstimo de US$ 390 milhões à Saturn, enquanto o governo francês investiu mais de US$ 200 milhões neste projeto (POWERJET, 2009).

[311] RAC MIG, 2009.

II.2.6. Indústria Aeronáutica Chinesa

Em 1993 foi estabelecida uma única grande *holding* estatal, a Aviation Industries of China (AVIC)[312], que empregava mais de 560.000 funcionários, concentrando praticamente toda a indústria aeronáutica chinesa. A partir de 1999 esta *holding* foi dividida em duas, as chamadas AVIC I e AVIC II. Ambas permaneceram como empresas estatais controladas pelo governo central, atuando de forma cooperada em diversos projetos[313].

Cada uma dessas *holdings* controla dezenas de empresas que atuam nos diversos segmentos que compõem o setor aeroespacial. Incluem desde fabricantes de partes e peças até os produtores finais de aviões, helicópteros, motores aeronáuticos e mísseis. Em ambos os casos, as *holdings* estão concentradas na aviação militar, particularmente na produção de aviões e helicópteros de projeto soviético. Entretanto, existe certa especialização entre essas duas *holdings.* Enquanto a AVIC I está mais focada nos aviões maiores e mais sofisticados, a AVIC II se concentra nos médios e pequenos aviões e nos helicópteros. Dessa forma, a concorrência entre essas duas *holdings* é praticamente inexistente[314].

Nos últimos anos duas importantes iniciativas marcaram a entrada da indústria aeronáutica chinesa no segmento de grandes aeronaves comerciais. Em 2007, a Airbus criou uma *joint venture*[315] com a empresa chinesa Tianjin Zhongtian Aviation Industry Investment Co.[316] para a montagem final das aeronaves *A-320* destinadas ao mercado chinês. Por sua vez, o ano de 2008 marca a fundação de uma nova *holding* aeronáutica, a Commercial Aircraft Corporation of China (CACC)[317], que tem como objetivo fabricar

---

[312] A AVIC também era conhecida como CAIC - China Aviation Industry Corporation.

[313] AVIC, 2008b.

[314] A AVIC I e II possuem, cada uma, 50% da única *trading* da indústria aeronáutica chinesa a China National Aero-Technology Import & Export Corporation (CATIC).

[315] Esta será a primeira linha de montagem de um avião da Airbus fora da Europa. A Airbus terá 51% do capital da nova *joint venture* e o restante ficará com a empresa chinesa. A Airbus seguiu o mesmo modelo de associação estabelecido entre a Embraer e a AVIC II, em 2003 (FRANCE PRESSE, 2009a).

[316] A Tianjin Zhongtian Aviation Industry Investment Co. é resultado de uma aliança entre o Tianjin Bonded Zone Investment Co. (60%), a AVIC I (20%) e a AVIC II (20%).

[317] A CACC é uma empresa estatal e o seu capital está dividido entre: SASAC Assets Supervision and Administration Commission – Governo Central (31,58%), Shanghai Guosheng Group – Governo Regional (26,32%), AVIC I (21,06%), AVIC II, Baosteel, Chinalco e Sinochem Corp. (5,26% cada), (INTERFAX-CHINA, 2008).

aviões comerciais de grande porte com tecnologia própria, capazes de competir com as grandes construtoras mundiais Airbus e Boeing a longo prazo[318].

AVIC I – Aviation Industries of China I

A *holding* AVIC I controla 94 instituições, sendo 6 *sub-holdings*, 57 empresas e 31 centros de pesquisa. Todos esses centros estão interligados e respondem a um comando único, o Chinese Aeronautical Establishment (CAE). A AVIC I emprega aproximadamente 240.000 funcionários no setor industrial e mais de 45.000 nos institutos de pesquisa. A maioria das empresas que fazem parte da AVIC I está centrada no setor aeronáutico, produzindo aviões, turbinas, aeroestruturas, mísseis e aviônicos. Entretanto, algumas de suas empresas também produzem motocicletas, autopeças, máquinas-ferramenta e aparelhos de ar-condicionado[319].

A AVIC I está voltada para produção de aviões militares tecnologicamente mais sofisticados, como caças supersônicos e bombardeiros estratégicos. Em geral, são aviões de projeto russo produzidos sob licença, entre eles o moderno *Shenyang J-11* (versão chinesa do *Sukhoi Su-27SK*). Entre os aviões militares desenvolvidos pela AVIC I destaca-se o *Chengdu J-10*, um caça multifuncional de quarta geração que incorpora grandes avanços tecnológicos[320] e o caça leve *FC-1 Xiaolong* desenvolvido em conjunto com o Pakistan Aeronautical Complex (PAC).

Em relação às aeronaves civis, no início dos anos 90 a AVIC I realizou a montagem final do modelo *MD-90*[321] sob licença da norte-americana McDonnell Douglas. No final de 2007, foi apresentado o *ARJ-21 Xiang Feng*[322], um jato comercial com capacidade entre 75

---

[318] Conforme afirmou o administrador geral da CACC, *"uma vez que os grandes aviões não podem ser feitos em um ou dois dias, a CACC não vai representar uma ameaça às grandes construtoras como a Boeing e a Airbus, pelo menos no curto prazo"* (LUSA, 2008a).

[319] AVIC I, 2008a e AVIC I, 2008b.

[320] O caça multifuncional *Chengdu J-10* foi desenvolvido com apoio tecnológico da empresa russa Saturn e da israelense IAI (SINODEFENSE.COM, 2009).

[321] O programa *MD-90* foi um fracasso, com apenas duas aeronaves montadas na China entre 1999 e 2000.

[322] O *ARJ-21* apresenta um design relativamente ultrapassado, sendo muito semelhante ao modelo *MD-90*, montado sob licença pela AVIC no início dos anos 90. Além disso, o projeto do *ARJ-21* contou com o apoio tecnológico da empresa canadense Bombardier. *"A canadense transferiu tecnologia à AVIC I para o desenvolvimento e venda do ARJ21, aeronave de 90 assentos, voltado principalmente para o mercado interno da China"* (OSSE, 2008e).

e 105 passageiros, concorrendo diretamente com os *E-Jets* da Embraer[323]. Por fim, a AVIC I tem sido subcontratada pela Boeing, Airbus e Bombardier para o fornecimento de partes e componentes.

AVIC II – Aviation Industries of China II

Atualmente a AVIC II controla 78 empresas e 3 centros de pesquisa, contando com aproximadamente 210.000 funcionários[324]. Entre essas empresas destaca-se a Harbin Embraer Aircraft Industry (HEAI), uma *joint venture* com a Embraer, criada em 2003, e que tem como objetivo a montagem final, venda e assistência técnicas da família de aeronaves *ERJ-145*, destinadas ao mercado chinês. Cabe ressaltar que esta foi a primeira *joint venture* de uma empresa ocidental para produção de aeronaves em território chinês. A subsidiária conta com mais de 170 funcionários e tem capacidade para montar até 24 aeronaves da família *ERJ-145* por ano. Até 2007 havia montado apenas 11 aeronaves, mas possuía mais de 50 jatos na carteira de encomenda. A AVIC II também se destacou no desenvolvimento conjunto de dois modernos helicópteros: no *HC-120* teve uma participação minoritária na associação com a Eurocopter e a STAero[325] e, no *EC-175/Z-15*, o desenvolvimento conjunto com a Eurocopter foi de 50% para cada empresa[326].

II.2.7. Indústria Aeronáutica Indiana

A estratégia geopolítica de não alinhamento[327] juntamente com as disputas militares com países fronteiriços[328] fez com que a indústria aeronáutica da Índia, se voltasse quase

---

[323] O *ARJ-21*A realizou seu primeiro vôo em novembro de 2008, devendo entrar em operação no ano de 2010 (FRANCIS, 2008).

[324] Apesar da *holding* AVIC II estar voltada para o setor aeronáutico, suas empresas possuem um campo de atuação bastante diversificado; de forma que algumas delas também produzem automóveis, motocicletas, máquinas têxteis e equipamentos médicos. Por exemplo, a Harbin Hafei Motor Co. Ltd, subsidiária da AVIC II, é a líder chinesa na produção de minivans (AVIC II, 2008).

[325] A Eurocopter possui 61% de participação no projeto, a AVIC II, 24% e a Singapore Technologies Aerospace Ltd (STAero) 15% de participação. O modelo produzido pela Eurocopter é denominado *EC-120* (HC-120 HELICOPTER, 2008).

[326] EADS, 2006.

[327] A Índia assumiu uma posição de liderança dentro do movimento dos Países não-alinhados, que nasceu da Conferência de Bandung, em 1955, apoiando a neutralidade e a defesa da soberania e igualdade de todas as nações contra a pressão e ingerência das grandes potências.

[328] A Índia enfrentou várias guerras com países que lhe fazem fronteira, sendo três com o Paquistão (1948, 1965, e 1971) e uma com a China (1962); manteve uma disputa aberta com Bangladesh (1979) pelo regresso à

que exclusivamente para a produção de aeronaves militares. A indústria aeronáutica indiana surgiu na década de 1940 com a criação da Hindustan Aeronautics Limited (HAL)[329] e, desde então, a produção de aeronaves está concentrada nesta única grande empresa estatal.

HAL – Hindustan Aeronautics Limited

A Hindustan foi criada em 1940 por empresários indianos e norte-americanos[330] em associação com o estado indiano de Karnataka. Idealizada como uma fabricante de aviões militares para a Força Aérea Britânica, dentro do esforço da II Guerra Mundial, logo se converteu em um importante centro de manutenção das aeronaves das forças aliadas que operavam no Sul do continente asiático. Após a independência da Índia, em 1947, a Hindustan passou para o controle do Estado Indiano e, desde então, concentra os esforços no desenvolvimento e produção de aeronaves militares[331]. Em geral, são aeronaves de projeto estrangeiro produzidos sob licença[332], como o caça russo de superioridade aérea *Sukhoi Su-30MKI*, o caça tático anglo-francês *SEPECAT Jaguar*[333], o jato de treinamento britânico *BAe Hawk* e o helicóptero francês *Aerospatiale Alouette III*. Entretanto, a Hindustan também tem desenvolvido aeronaves militares de projetos próprios com destaque para o caça leve *HAL Tejas*[334] e o helicóptero multifuncional de pequeno porte *HAL Dhruv*[335]. Cabe destacar que a Hindustan apresenta uma estrutura com elevado grau de verticalização, onde mais de 40% das receitas são obtidas com a produção de turbinas aeronáuticas, aviônicos e aeroestruturas. Os itens mais simples como partes e peças são

---

integração no território indiano de uma ilha na Baía de Bengala e mantém um litígio permanente com o Paquistão pelo regresso às suas antigas fronteiras na região da Caxemira.

[329] Denominada inicialmente como Hindustan Aircraft Limited (HAL).

[330] A Hindustan foi criada pelo industrial indiano Walchand Hirachand, com apoio do empresário norte-americano William D. Pawley (BERTAZZO, 2003, p.32).

[331] Estima-se que mais de 90% das aeronaves produzidas pela Hindustan, desde sua estatização, foram destinadas à Força Aérea Indiana.

[332] Segundo Prof. Richard Downes, no caso da Índia*: "Licensed production enhanced production capability, but has not advanced design and production of advanced systems"* (DOWNES, 2009).

[333] A Société Européenne de Production de l'Avion d'École de Combat et d'Appui Tactique (SEPECAT) era uma *joint venture* entre firmas BAC (atual BAE Systems) inglesa e Breguet France (atual Dassault Aviation) francesa.

[334] *"O progresso no mais prestigioso programa aeronáutico indiano, o do jato de combate leve HAL Tejas, vem sendo mais lento que o anunciado. (...) Apenas dois exemplares de produção inicial limitada estão voando"* (BUTOWSKI, 2009).

[335] O helicóptero *HAL Dhruv* foi desenvolvido nos anos 80 com apoio tecnológico da empresa alemã Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB), atualmente parte da Eurocopter.

exportado para as empresas líderes mundiais do setor, enquanto que os componentes mais sofisticados estão voltados para atender a demanda internada própria Hindustan.

Em 2007, a Hindustan faturou aproximadamente US$ 2,3 bilhões e empregou mais de 30.000 funcionários, que estavam distribuídos em 19 unidades produtivas, 9 centros de pesquisa e 8 *bureaus* de design todos localizados na Índia[336]. Cabe destacar que a Hindustan também participa do programa espacial indiano fornecendo componentes estruturais para os satélites e veículos lançadores[337].

II.2.8. Indústria Aeronáutica Sul-Coreana

A indústria aeronáutica sul-coreana é recente, tendo sido criada a partir da iniciativa governamental de dominar a tecnologia aeroespacial. A consolidação dessa indústria se deu através da fusão das três maiores empresas aeronáuticas coreanas, o que permitiu a criação de uma empresa líder, a Korea Aerospace Industries (KAI), que tem no Estado seu principal acionista individual[338]. Esta reestruturação patrimonial foi coordenada pelo governo sul-coreano, garantindo à KAI direitos de participar em todos os projetos aeronáuticos militares da Coréia do Sul. Em contrapartida, a KAI é designada como uma organização exclusiva da indústria aeroespacial sul-coreana. Esse vínculo entre o Estado e a empresa implica no fato do governo sul-coreano providenciar a totalidade de recursos para o desenvolvimento de projetos militares e metade do custo de desenvolvimento dos projetos civis. Por sua vez, a KAI tem de atender aos interesses públicos no que se refere ao desenvolvimento da indústria aeroespacial[339].

O projeto do governo é que a Coréia do Sul tenha, até 2020, a 10° indústria aeroespacial do mundo, com faturamento superior à US$ 5 bilhões. Em suma, o objetivo do governo sul-coreano é ter uma indústria aeronáutica equivalente à brasileira, em apenas uma década. Para isto o governo tem investido em projetos militares e espaciais: a) o avião

---

[336] HAL, 2008.

[337] A criação, em 1969, da Indian Space Research Organisation (ISRO) permitiu a Índia se posicionar de forma competitiva no mercado mundial de satélites e veículos lançadores (ISRO, 2008).

[338] O Korea Development Bank possui 30,5% do capital da KAI (KAI, 2007).

[339] KAI, 2008.

de treinamento avançado *T-50*, US$ 2,5 bilhões; b) o helicóptero médio *KUH*, US$ 1,3 bilhão; c) a produção de satélites e veículos lançadores, US$ 4,8 bilhões em 20 anos[340].

KAI – Korea Aerospace Industries Ltd.

Criada em 1999, a partir da fusão das divisões aeronáuticas e aeroespaciais dos três maiores Chaebols coreanos[341] — a Samsung Aerospace, a Daewoo Heavy Industries e a Hunday Space and Aircraft Company —, a KAI é a empresa chave para implantação da indústria aeronáutica na Coréia do Sul. O objetivo inicial desta empresa era aprofundar a nacionalização do processo produtivo do caça supersônico *F-16 Fighting Falcon*, que, desde 1991, vinha sendo montado pela Samsung Aerospace sob licença da empresa norte-americana Lockheed Martin[342]. Segundo a própria KAI, *"these production preparation and activities served as precious momentum for drastic national aircraft industry development"*[343].

Em 2007, esta empresa apresentou uma receita de US$ 852 milhões e empregou 2.775 funcionários, sendo 743 na área de P&D[344]. A KAI está voltada para o desenvolvimento e produção de aeronaves militares, com destaque para os aviões de treinamento e helicópteros, além de estar realizando grandes investimentos em aeroestruturas de materiais compostos e sistemas eletrônicos. Por fim, ainda participa do programa espacial da Coréia do Sul[345].

Os principais programas atualmente desenvolvidos pela KAI são de aviões militares: a) *KT-1 Ungbi:* avião de treinamento turboélice, da mesma categoria do *Supertucano*, desenvolvido em 1998 pela Samsung Aerospace e, posteriormente, com a

---

[340] AIAB, 2007.

[341] Os Chaebols são organizações empresariais criadas na Coréia do Sul logo após a guerra com a Coréia do Norte nos anos 50. Estes grandes conglomerados, de controle familiar e grande ligação com o Estado, foram criados com o objetivo de promover a industrializar da Coréia. São estruturas semelhantes aos Zaibatsus japoneses, com a diferença de não possuírem bancos dentro de sua estrutura.

[342] O programa estimado em US$ 5,5 bilhões produziu mais de 120 unidades do caça *KF-16* na planta industrial de Sacheon na Coréia do Sul, entre 1991 e 2004 (KAI, 2008).

[343] KAI, 2008.

[344] KAI, 2007.

[345] O programa especial da Coréia está centrado no desenvolvimento e produção do *Korea Multi-Purpose Satellite (KOMPSAT)* e do *Koreia Space Launch Vehicle-1 (KSLV-1)*, (CHIN-YOUNG, 2008).

fusão das empresas, se tornou o primeiro projeto desenvolvido pela KAI[346]; b) *T-50 Golden Eagle:* jato de treinamento avançado, de velocidade supersônica, que também pode desempenhar as funções de um caça leve, lançado em 2002. Este tem sido o principal projeto da KAI desde sua fundação e foi desenvolvido em conjunto com a norte-americana Lockheed Martin, que transferiu grande parte da tecnologia ao longo deste processo. A KAI também se destaca na fabricação de helicópteros, inicialmente produzindo sob licença os modelos *427* e *429* da Bell norte-americana e, desde 2006, investindo em um projeto próprio denominado *Korean Utility Helicopter (KUH)*, com apoio tecnológico da Eurocopter, que participa com 30% dos recursos de desenvolvimento. Finalmente, destaca-se a participação da KAI em diversos programas internacionais como fornecedora de aeroestruturas.

KAL-ASD – Korean Airlines - Aerospace Division

A Divisão Aeroespacial da Korean Airlines (KAL-ASD), fundada em 1976, teve participação vital no desenvolvimento da indústria aeronáutica da Coréia do Sul. Na década de 1980 realizou a montagem final dos caças supersônicos *F-5E Freedom Fighter* adquiridos da Northrop norte-americana. Nos últimos anos a KAL-ASD tem se destacado na produção de aeroestruturas em materiais compostos, sendo fornecedora destes produtos para as principais empresas aeroespaciais do mundo. Recentemente foi selecionada pela Boeing para fornecer as *wingtips*[347] do projeto *787*.

Cabe relembrar que um dos objetivos do presente trabalho é realizar um estudo mais aprofundado da indústria aeronáutica brasileira e da sua inserção internacional. Sendo assim, ela é tratada de forma exclusiva no próximo capítulo, no qual se encontra a sua evolução histórica e uma análise mais completa da sua estrutura de mercado, concluindo com uma discussão sobre os desafios que lhe foram impostos pelas recentes e profundas mudanças da indústria aeronáutica mundial.

---

[346] O *KT-1 Ungbi* já foi exportado para a Indonésia e recentemente venceu a Embraer e a Pilatus numa concorrência para fornecimento de aviões de treinamento avançado para Força Aérea da Turquia (GOMES, 2007).

[347] *Wingtips* são extremidades curvas das pontas das asas que permitem maior sustentação e manobrabilidade da aeronave.

III. Indústria Aeronáutica Brasileira: Inserção Competitiva

III.1. Evolução Histórica

III.1.1. Tentativas e Fracassos na Implantação da Indústria Aeronáutica no Brasil

Apesar da indústria aeronáutica mundial ter se originado na primeira década do Século XX, a partir da invenção do brasileiro Alberto Santos Dumont, no Brasil essa indústria surge décadas depois. Em 1910 voou o primeiro avião construído no país, mas somente na década de 1930 a indústria brasileira teve início, com a fabricação em série de um mesmo modelo de aeronave.

O primeiro avião construído em série no Brasil foi o *Muniz M-7*[348], uma aeronave de treinamento militar cuja produção teve início em 1936, sendo fabricada pela recém inaugurada Fábrica Brasileira de Aviões[349]. Essa empresa, que contava com uma estrutura artesanal, também fabricou mais dois modelos de avião de treinamento[350], que foram adquiridos pela Campanha Nacional da Aviação (CNA)[351] e destinados aos aeroclubes brasileiros. Nesse mesmo período, no ano de 1942, o grupo Pignatari criou a Companhia Aeronáutica Paulista. Com uma estrutura produtiva eficiente e verticalizada[352], essa

[348] O *M-7* foi projetado pelo aviador do exército e engenheiro aeronáutico Antônio Guedes Muniz, sendo logo seguido por uma versão mais potente, o *M-9*. Todos os aviões foram adquiridos pelo Ministério da Guerra e destinados à Aviação Militar. Foram produzidas 26 unidades do primeiro modelo e 34 do segundo (VIEGAS, 1989).

[349] A Fábrica Brasileira de Aviões foi criada em 1933, no Rio de Janeiro, e instalada na Ilha do Viana, na Baia da Guanabara. Entretanto, nunca existiu como personalidade jurídica, pois, na realidade, era um anexo da Companhia Nacional de Navegação Aérea (CNNA), do empresário Henrique Lages (VIEGAS, 1989).

[350] Os outros dois modelos produzidos em série foram o *HL-1* e o *HL-6*, ambos projetados pelo engenheiro aeronáutico belga René Marie Vandadele (BERTAZZO, 2003, p.9-11).

[351] A campanha iniciada em 1941, pelo recém criado Ministério da Aeronáutica, com o decisivo apoio do jornalista e empresário Assis Chateaubriand, obtinha recursos através de doação para comprar aviões e entregá-los aos aeroclubes, além de distribuir bolsas de estudo para alunos de pilotagem e mecânicos de aeronaves (VIEGAS, 1989).

[352] A Companhia Aeronáutica Paulista era considerada a mais bem estruturada empresa aeronáutica brasileira dos anos 30 e 40, pois pertencia a um grande complexo industrial, o grupo Pignatari, que possuía mais de cinco mil funcionários em atividades bastante diversificadas. Dessa forma, boa parte dos componentes aeronáuticos (rodas, freios, cabos e tubos de aço, peças usinadas e instrumentos de bordo) era produzida pelas próprias empresas do grupo. As hélices, as chapas, as telas que recobriam a estrutura, as tintas, os pneus e os tanques de combustíveis eram fabricados no país por outras empresas. Apenas o motor do *CAP-4 Paulistinha* era importado (ANDRADE, 1991).

empresa foi a mais beneficiada pela CNA, dado que a sua principal aeronave, o avião de treinamento primário *CAP-4 Paulistinha*[353], se tornou famoso por ser utilizado em praticamente todos os aeroclubes do país[354]. Com o fim da II Guerra Mundial, a CNA foi gradualmente desativada e o incipiente mercado privado não era suficiente para viabilizar a operação das empresas aeronáuticas. Dessa forma, no mesmo ano de 1948, tanto a Fábrica Brasileira de Aviões quanto a Companhia Aeronáutica Paulista encerraram suas atividades produtivas[355].

Apesar das iniciativas privadas, as décadas de 30 e 40 foram marcadas pelos esforços do governo federal em implantar uma estrutura produtiva para o setor aeronáutico, dentro de uma política mais ampla de industrialização do país[356]. Assim, em 1932 foi formada a Comissão de Estudos para Instalação de uma Fábrica de Aviões (CEIFA). Nesse contexto surgiu a primeira estatal produtora de aeronaves, a Fábrica do Galeão. Ela foi criada inicialmente para fornecer manutenção às aeronaves da Aviação Naval adquiridas no exterior[357], contudo, em 1938, passou a produzir aviões sob licença e com apoio técnico da empresa alemã Focke-Wulf[358]. A partir de 1942, com a entrada do Brasil na II Guerra Mundial, a Fábrica do Galeão rompeu a parceria com a empresa alemã e passou a produzir aviões de treinamento sob licença da Fairchild norte-americana[359]. Em 1953, a Fábrica do Galeão foi arrendada pela Fokker Indústrias Aeronáuticas, que produziu no local dois modelos de aviões de treinamento primário para a Força Aérea Brasileira (FAB), mas esta

---

[353] Em 1942, o grupo Pignatari adquiriu a Indústria Aeronáutica Ypiranga, que fabricava planadores e tinha projetado o *EAY 201 Ypiranga*, mais tarde denominado *Paulistinha*. Esta aeronave era uma versão do modelo norte-americano *Taylor E-2 Cub*, modificada com auxílio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), (BERTAZZO, 2003, p.12).

[354] Entre 1943 e 1947, a Companhia Aeronáutica Paulista produziu 777 unidades do *CAP-4 Paulistinha*. A partir de 1956, a Aeronáutica Neiva produziu mais 256 unidades deste avião, sob licença. A Companhia Aeronáutica Paulista também produziu em série dois modelos projetados pelo IPT, mas que tiveram pouco sucesso comercial (VIEGAS, 1989).

[355] BERTAZZO, 2003, p.6-14.

[356] Para melhor análise do processo de industrialização brasileiro entre os anos 30 e 60 ver: TAVARES (1979), CARDOSO DE MELLO (1982) e FAJNZYLBER (1983).

[357] Fundada em 1936 com o nome de Oficinas Gerais da Aviação Naval, em 1939 passou a se chamar Fábrica do Galeão (VIEGAS, 1989).

[358] Foram produzidos dois modelos: o *Focke-Wulf 44 Stieglitz*, aqui denominado *Galeão 1 FG Pintassilgo*, um avião de treinamento primário, do qual foram produzidas 40 unidades; e o *Focke-Wulf 57*, chamado de *Galeão 2 FG*, um bimotor para missões de reconhecimento e bombardeio, do qual foram produzidas 26 unidades (PEREIRA, 1997, p.167-169)

[359] Produziu 220 unidades do modelo *Fairchild M-62A Cornell*, aqui designado *Galeão 3 FG* (PERREIRA, 1997, p.169-170).

tentativa de reativação da produção de aviões durou pouco e, em 1958, o Ministério da Aeronáutica reassumiu a Fábrica do Galeão e voltou a concentrar suas atividades na manutenção de aviões militares[360].

Figura 15 – Fábrica do Galeão, 1946

Fonte: O Globo.

Outras duas empresas aeronáuticas estatais foram criadas nesse mesmo período, a Fábrica de Aviões de Lagoa Santa, em Minas Gerais, e a Fábrica Nacional de Motores (FNM), no município de Duque de Caxias (RJ). Nos anos trinta, o governo Vargas idealizou uma fábrica de aviões, que, apesar de pertencer ao Estado, teria sua administração entregue ao setor privado. Em 1938, a Construções Aeronáuticas SA, formada por um grupo de empresários brasileiros, venceu a concorrência do governo federal para administrar o novo empreendimento, mas como não se efetivou a instalação da empresa, o governo transferiu, em 1944, a concessão da nova fábrica ao grupo Pignatari, que já era proprietário da Companhia Aeronáutica Paulista[361]. Dois anos depois, a Fábrica de Lagoa

[360] A Fokker Indústrias Aeronáuticas era uma *joint venture* dividida ao meio entre a Fokker holandesa e empresários brasileiros. Esta empresa produziu 100 unidades do *Fokker S.11* e 35 do *Fokker S.12*, entretanto, uma série de boicotes políticos, limitações de capital e desentendimentos entre os sócios levaram o governo a assumir a produção final das últimas 15 aeronaves (VIEGAS, 1989 e BERTAZZO, 2003, p.41-42).

[361] Devido a desentendimentos com o novo comando da Aeronáutica, em 1949, a fábrica de Lagoa Santa passou para o controle estatal (VIEGAS, 1989).

Santa iniciou a produção do avião de treinamento avançado *Texan T-6*[362], sob licença da North American Aviation e, depois de fornecer mais de 80 unidades à FAB, a empresa encerrou suas atividades em 1951. Por sua vez, a FNM foi criada para produzir motores aeronáuticos, iniciando sua produção em 1946, e, apesar de ter capacidade de produzir anualmente mais de 1.000 motores aeronáuticos[363], fabricou apenas um pequeno lote de motores radiais sob licença da empresa norte-americana Wright Aeronautical. Em 1949, encerrou sua atividade como produtora de motores aeronáuticos e foi cedida para a empresa italiana Isotta Fraschini Spa, para produzir caminhões e seus respectivos motores[364].

Apesar dos grandes esforços do Governo Vargas para implantar uma indústria aeronáutica no país ao longo das décadas de 30 e 40, a totalidade dos empreendimentos voltados a essa indústria não lograram êxito. Dessa forma, até o final da década de 1950, todas as empresas aeronáuticas criadas no período haviam encerrado suas atividades.

Os anos 50 e 60 foram marcados pela crise da indústria aeronáutica brasileira, ainda que duas novas empresas privadas nacionais tivessem surgido neste período: a Neiva e a Aerotec. Localizada no município de Botucatu (SP), a Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva, uma produtora de planadores, passou a fabricar, a partir de 1956, o *Paulistinha* sob licença do grupo Pignatari[365]. Na década seguinte, a Neiva transferiu sua área de projetos para o município de São José dos Campos (SP), contando com o apoio do recém estabelecido Centro Técnico de Aeronáutica (CTA) no desenvolvimento de duas novas aeronaves de pequeno porte. Entre 1964 e 1971 a Neiva produziu 120 unidades do avião de ligação *N-360 Regente* para a FAB[366]. Em 1966, a mesma companhia lançou o N-*621 Universal*, um avião de treinamento militar que substituiu o antigo *Texan T-6*, tendo sido

---

[362] O *Texan T-6*, famoso avião de treinamento militar dos EUA, do qual foram construídas mais de 17 mil unidades em todo o mundo, pode ser considerado o avião mais sofisticado produzido no Brasil antes da criação da Embraer.

[363] O esforço do governo Vargas em implantar a Fábrica Nacional de Motores (FNM) pode ser dimensionado pelo seu custo, que foi equivalente a ¼ do custo de implantação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), o principal projeto de industrialização dos anos 40 (BERTAZZO, 2003, p.24)

[364] Em 1968, a FNM foi adquirida pelo grupo italiano Alfa Romeu.

[365] A versão produzida pela Neiva passou a ser designada *Neiva P-56 Paulistinha* (PEREIRA, 1997, p.286-288).

[366] O *N-360 Regente* foi o primeiro avião metálico de projeto nacional construído em série no país (PEREIRA, 1997, p.289).

construídas 150 unidades[367], muitas delas ainda em uso na Academia da Força Aérea Brasileira (AFA). Em 1980, a Neiva foi adquirida pela Embraer, passando a fabricar o avião agrícola *Ipanema* e também aviões leves, sob licença da empresa norte-americana Piper. A Sociedade Aerotec, constituída em 1962 no município de São José dos Campos (SP)[368], fabricou um único modelo de aeronave, o treinador primário *A-122 Uirapuru*, do qual foram produzidas 130 unidades para as Forças Aéreas Brasileira, Paraguaia e Boliviana. Na década de 1970 a Aerotec deixou de produzir aviões tornando-se uma das principais fornecedoras da Embraer[369].

O fracasso de todas as tentativas de implantação e consolidação da indústria aeronáutica brasileira, entre as décadas de 30 e 60, se deve a um conjunto de fatores, que são apresentados a seguir:

a) *Baixa capacitação tecnológica em projeto de aeronaves*: A maioria das aeronaves produzidas no Brasil tinha como origem a licença de projetos de empresas estrangeiras ou, então, a adaptação dos projetos importados. Por sua vez, as poucas aeronaves desenvolvidas no país eram, na maioria dos casos, projetadas por engenheiros estrangeiros. Em suma, as empresas brasileiras eram apenas fabricantes de aeronaves, não havendo o desenvolvimento de tecnologia nacional. Cabe destacar que, nesse período, a única instituição que realizou pesquisa aeronáutica no país foi o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), conquanto se concentrasse no desenvolvimento de aeronaves experimentais bastante simples, sendo poucos os modelos que entraram em linha de produção. Além disso, o IPT também auxiliou na adaptação de alguns projetos estrangeiros.

b) *Iniciativas desconexas*: não houve a escolha de um modelo único para a estruturação da indústria aeronáutica brasileira, existindo a sobreposição de diferentes iniciativas: empresas privadas, estatais e concessões. A ausência de uma única iniciativa que concentrasse os projetos aeronáuticos nacionais fez com a demanda — em sua quase totalidade, demanda pública — fosse pulverizada entre as diversas empresas existentes,

---

[367] O *N-621 Universal* teve 140 unidades construídas para a FAB e 6 foram exportadas para o Exército Chileno (PEREIRA, 1997, p.292-293). Esta aeronave foi desenvolvida pelo engenheiro húngaro radicado no Brasil, Joseph Kovacs, que havia trabalhado no IPT e, posteriormente, se juntou ao grupo de projetistas da Embraer (DRUMOND, 2004, P.184-185).

[368] A Aerotec foi criada pelo engenheiro Carlos Gonçalves, formado pelo ITA (SILVA, 2008, p.28).

[369] A Aerotec encerrou suas atividades de produção de aeronaves no ano de 1975 (BERTAZZO, 2003, p.43).

impedindo que estas constituíssem as escalas produtiva e financeira necessárias para avançar em direção aos segmentos mais sofisticados da indústria aeronáutica. Na maioria dos casos, estas empresas estavam concentradas na produção de um único modelo de aeronave, o que implicava no encerramento das suas atividades ao fim do ciclo do produto.

c) *Elevada verticalização*: as iniciativas públicas e privadas, particularmente dos anos 30 e 40, visavam à construção de toda a cadeia produtiva da indústria aeronáutica, de forma que todos os componentes, inclusive motores, deveriam ser fabricados no Brasil. Nesse contexto, as principais empresas aeronáuticas também buscaram estabelecer estruturas produtivas verticalizadas, com o maior número de etapas sendo realizadas dentro da própria firma. Entretanto, esta visão estratégica se demonstrou incompatível com a precária e incompleta estrutura industrial que o país apresentava neste período.

c) *Descontinuidade*: o não prosseguimento dos projetos aeronáuticos, em decorrência de mudanças nas diretrizes políticas, tanto em nível nacional quanto dentro do próprio comando do setor aeronáutico. Primeiro exemplo: o governo Dutra deixou de investir na implantação da indústria aeronáutica, passando a importar os modelos do exterior, pois não era do interesse das forças políticas que compunham este governo o avanço na industrialização do país[370]. Segundo exemplo: o fim do Segundo Governo Vargas levou ao comando do Ministério da Aeronáutica o Brigadeiro Eduardo Gomes, que relegou as iniciativas de implantação da indústria aeronáutica a um segundo plano[371].

d) *Restrições externas*: os países produtores de aeronaves, particularmente os EUA, não apoiavam o desenvolvimento da indústria aeronáutica em outras nações, tanto por motivos estratégicos — indústria bélica de alta tecnologia — quanto por motivos econômicos, visando favorecer as exportações de suas empresas, além de evitar o surgimento de novos concorrentes[372]. Nesse sentido, os EUA utilizavam a venda das sobras

---

[370] Para uma melhor análise das disputas políticas entre os anos 30 e 60 ver: SKIDMORE (1982).

[371] Segundo DRUMOND (2004, p.198): *"Para o ministro, era um desperdício de dinheiro construir aviões no Brasil, sobretudo considerando-se que a FAB não enfrentava restrições para adquiri-los dos Estados Unidos"*.

[372] A política de contenção do avanço comunista fez com que os EUA abrissem algumas exceções, apoiando as indústrias aeronáuticas dos países aliados que se encontravam na fronteira da Guerra Fria, particularmente a República Federal da Alemanha e o Japão. Entretanto, este apoio era restrito ao licenciamento para produção local de aeronaves militares.

de guerra como instrumento para desestimular a produção local, dado que essas aeronaves eram praticamente doadas aos países aliados, entre eles o Brasil[373].

III.1.2. CTA e Embraer: As Bases da Indústria Aeronáutica Brasileira

No mesmo período de tentativas frustradas na implantação de empresas aeronáuticas, são lançadas em paralelo as bases da moderna indústria aeronáutica brasileira, com a criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), em 1947[374].

A fundação e consolidação desse centro de pesquisa e ensino superior se deve, em grande parte, ao esforço do engenheiro aeronáutico Casemiro Montenegro Filho, subchefe da Diretoria de Material do Ministério da Aeronáutica, que buscou criar no Brasil uma instituição científica e tecnológica semelhante às existentes nos EUA[375]. *"A idéia era audaciosa: seria criada uma escola, denominada Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), destinada a formar engenheiros não só para exercerem funções estritamente militares, mas capazes também de atuar na aviação de um modo geral, inclusive civil. O Instituto faria parte de uma estrutura maior, o Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), que assumia abertamente o MIT como modelo e seria equipado com laboratórios de pesquisa para o desenvolvimento da tecnologia aérea no país"*[376]. Com a iniciativa, Montenegro conquistou o apoio do professor Richard Herbert Smith, chefe do Departamento de Engenharia Aeronáutica do Massachusetts Institute of Technology (MIT), que veio a ser o primeiro reitor do ITA, fundado em 1950 na cidade de São José dos Campos (SP)[377].

A criação do CTA/ITA, um centro de pesquisa integrado com uma escola de nível superior, permitiu a formação de recursos humanos qualificados, além de fornecer a eles a

---

[373] *"Entre 1942 e 1945, a Comissão de Compras de Material instalada pelo Ministério da Aeronáutica em Washington havia adquirido nada menos de 1.288 aviões norte-americanos"* (MORAIS, 2006, p.120).

[374] *"Em 1947, foi aprovado o Plano de Criação do CTA e sua implantação foi iniciada. (...) Em 26 de novembro de 1953, o Decreto n° 34.701 considerou organizado o CTA, dando-lhe o ITA como anexo"* (DRUMOND, 2004, p.163).

[375] Em 1943, juntamente com sua equipe, Montenegro visitou o Centro Técnico de Wright Field da Força Aérea do Exército Norte-Americano e o Massachusetts Institute of Technology (MIT), (MORAIS, 2006).

[376] MORAIS, 2006, p.117.

[377] Para uma melhor análise sobre a proposta original do Prof. Richard Smith para estruturação do CTA ver GARTENKRAUT (2008). Com o objetivo de transformar o ITA num centro de excelência de classe mundial, o professor Richard Smith, como seu primeiro reitor, teve carta branca para contratar eminentes professores e cientistas do exterior, a maioria dos EUA e da Europa, que tinham salários pagos em dólar e boas condições de trabalho (DRUMOND, 2004).

infra-estrutura científica e tecnológica necessárias para o desenvolvimento da tecnologia aeronáutica no país[378]. Desde então, os engenheiros estrangeiros vieram ao Brasil não apenas para projetar aeronaves, mas, principalmente, para ensinar e auxiliar os engenheiros brasileiros no desenvolvimento de suas próprias aeronaves.

Em 1954, dentro da estrutura do CTA, foi criado o Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD) 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. Na prática, o IPD priorizava o projeto e desenvolvimento de novas aeronaves. Inicialmente, o IPD concentrou-se em dois projetos utópicos para o período[379], que, apesar de não terem tido conclusão satisfatória, lançaram em bases sólidas a experiência tecnológica do CTA, servindo de ponto de partida para outros projetos aeronáuticos. Nos anos 60, o IPD se voltou para o fomento industrial, passando a fornecer o apoio técnico para empresas aeronáuticas no desenvolvimento de aeronaves leves que seriam encomendadas pela FAB: o *Regente* e o *Universal*, da Neiva; e o *Uirapuru*, da Aerotec.

Em 1965, o chefe do Departamento de Aeronaves do IPD, o engenheiro Ozires Silva, convidou o renomado projetista francês Max Holste para coordenar o projeto que visava o desenvolvimento de um avião bimotor turboélice para 12 lugares. Três anos mais tarde, depois de polarizar os recursos e esforços do IPD, voaram os dois primeiros protótipos do avião que viria ser conhecido como *Bandeirante*. Para a produção em série desta nova aeronave, o CTA passou a defender a criação de uma empresa aeronáutica estatal[380], idéia que foi encampada pelo Ministério da Aeronáutica e aprovada pelo governo

---

[378] O CTA também se consolidou como um centro de referência no desenvolvimento das tecnologias espacial, óptica (laser), eletrônica, química e nuclear. A título de curiosidade, em 1961, foi fabricado no ITA o primeiro computador com componentes nacionais. Por fim, cabe destacar que o CTA foi o responsável pelo desenvolvimento da tecnologia de motores a álcool, que se difundiu pelo país a partir dos anos 80 (MORAIS, 2006; DRUMOND, 2004 e DRUMOND, 2007a).

[379] Em 1954, o professor Heinrich Focke, um dos criadores da famosa empresa alemã Focke-Wulf, juntamente com sua equipe, se transferiu para o CTA com o objetivo de desenvolver o *Convertiplano*, um pequeno monomotor que teria capacidade de decolagem vertical. O segundo projeto, este desenvolvido por brasileiros, foi o de um pequeno helicóptero batizado de *Beija-Flor* (DRUMOND, 2004, p.181-183).

[380] Cabe destacar o esforço e determinação de dois ex-alunos do ITA, que ocupavam cargos chaves, na criação e consolidação da Embraer: o Brigadeiro Paulo Victor da Silva, Comandante do CTA (1966-1973), e o Tenente Coronel Ozires Silva, primeiro presidente da Embraer (1969-1986), (DRUMOND, 2004 e SILVA, 2008).

federal. Dessa maneira, em 19 de agosto de 1969, foi fundada a EMBRAER — Empresa Brasileira de Aeronáutica SA, uma empresa de capital misto e controle estatal[381].

Figura 16 – Vôo do primeiro protótipo do avião *Bandeirante*, 1968

Fonte: Embraer.

O principal fator que levou à criação da Embraer foi a deficiência da estrutura produtiva da indústria aeronáutica nacional. As duas empresas privadas existentes, Neiva e Aerotec[382], estavam concentradas na produção de aeronaves simples, não possuindo as capacitações tecnológica, produtiva e financeira necessárias para um projeto de maior porte e complexidade como o do *Bandeirante*[383]. Além disso, era do interesse do Ministério da Aeronáutica a fabricação local, sob licença, de um jato de treinamento militar. Dessa maneira, a centralização das duas iniciativas em uma nova e moderna empresa se impôs como a alternativa mais adequada.

---

[381] Empresa controlada pelo poder público, mas que opera de acordo com a Lei das Sociedades Anônimas. No caso da Embraer, o governo tinha 51% das ações ordinárias e o restante do capital foi aberto à subscrição pública (DECRETO-LEI Nº 770, 1969).

[382] Cabe destacar que a Avibras Indústria Aeroespacial, fundada em 1961, por um grupo de engenheiros formados pelo ITA, apenas desenvolveu alguns projetos de aeronaves que, entretanto, nunca entraram em produção. Posteriormente, a Avibras passou a atuar nas indústrias espacial e de defesa (FERREIRA, 2009).

[383] *"O CTA, que nunca poupara estímulo à produção nacional, considerou o parque industrial incipiente demais para conduzir um empreendimento daquelas dimensões"* (DRUMOND, 2004, p.214).

Outro fator que contribuiu para a criação da Embraer foi o contexto político e econômico do final dos anos 60. Nesse período, a economia brasileira apresentava um crescimento excepcional, o chamado Milagre Econômico, que era resultado de uma política econômica expansionista, cuja orientação estratégica estava materializada no projeto "Brasil Grande Potência"[384]. Este contexto permitiu que o governo disponibilizasse elevados recursos orçamentários, a fundo perdido, para viabilizar a constituição da nova empresa fabricante de aviões[385]. A situação econômica favorável também possibilitou que o Ministério da Aeronáutica garantisse a demanda desta empresa através de uma encomenda inicial de aproximadamente US$ 1,5 bilhão, em valores atuais[386]. A política econômica do período também foi marcada pela criação de diversas empresas estatais, de forma que a organização da Embraer como uma estatal estava de acordo com as diretrizes da política econômica vigente. Por fim, o caráter estratégico da indústria aeronáutica contribuiu para que a nova empresa ficasse diretamente subordinada ao Ministério da Aeronáutica, sendo isto corroborado pelo fato do país estar vivendo sob o Regime Militar[387].

Quando a Embraer foi criada, no final da década de 1960, o contexto da indústria aeronáutica mundial era muito diferente daquele que existia nas décadas de 30 e 40, período em que a maioria das suas congêneres internacionais havia se estabelecido. Desde o pós-guerra, a crescente incorporação de inovações tecnológicas havia elevado, em muito, a complexidade e o custo de desenvolvimento das novas aeronaves, que, por sua vez, resultou num aumento da escala empresarial mínima para operação nesta indústria. Nesse contexto, a instalação da nova empresa aeronáutica brasileira precisou enfrentar dois grandes desafios: a crescente complexidade tecnológica e a maior concentração da estrutura produtiva.

No Brasil, não houve a necessidade de uma consolidação da estrutura produtiva da indústria aeronáutica, como ocorreu nos demais países fabricantes de aeronaves, isto porque, a indústria aeronáutica local era praticamente inexistente no final dos anos 60,

---

[384] Para uma melhor análise do Milagre Econômico ver: LESSA (1982); SERRA (1998); BELLUZZO & CARDOSO DE MELLO (1998) e MACARINI (2005).

[385] Também foram estabelecidas diversas isenções fiscais, inclusive para estimular a capitalização da Embraer através da aquisição de suas ações (DECRETO-LEI Nº 770, 1969).

[386] Valor aproximado da encomenda inicial de 80 aviões Bandeirante e 112 jatos de treinamento militar.

[387] Para uma melhor análise do Regime Militar ver: SKIDMORE (1988).

estando resumida a algumas iniciativas isoladas para produzir aeronaves simples, com baixa sofisticação tecnológica. Sendo assim, o governo pôde concentrar todas as iniciativas referentes ao setor aeronáutico, na nova empresa que estava sendo criada, a Embraer. Por isso, uma das principais características da moderna indústria aeronáutica brasileira é que ela já nasceu consolidada em uma única empresa.

Quanto à complexidade tecnológica, é importante reafirmar o fato da Embraer ter se originado de um centro de pesquisa de classe mundial voltado para o desenvolvimento da tecnologia aeronáutica, o CTA. Por conta disso, a Embraer e o CTA sempre apresentaram relações muito próximas e complementares: a Embraer era o braço produtivo do CTA, ao passo que este fazia o papel de departamento de P&D da Embraer[388]. Sendo assim, desde o início de suas atividades, a Embraer esteve voltada para o desenvolvimento de tecnologia própria, concentrando-se no domínio das tecnologias-chaves que determinam o avião como um produto final, isto é, ela foi constituída como uma empresa de projetos e montagem de aeronaves. Essa nova concepção de indústria aeronáutica implicou na renúncia do sonho dos anos 30 e 40, que era o de construir uma indústria aeronáutica completa e integrada, com avião, motores, componentes, peças e aviônicos totalmente nacionalizados, no Brasil. Esse sonho estava de acordo com a baixa complexidade dos projetos aeronáuticos do período, no qual era possível se internalizar a maioria das etapas da cadeia produtiva.

Entretanto, o caso brasileiro seguiu direção oposta, pois, na Embraer, os esforços foram direcionados para a capacitação nas áreas de projeto, montagem e integração de sistemas. A Embraer não tinha interesse em produzir internamente os componentes e sistemas, por inúmeras razões: escala, mercado, confiabilidade tecnológica e, principalmente, porque essas atividades não faziam parte do seu *core business*. Assim, a maioria destes itens passou a ser adquirido no mercado, em particular, dos grandes fornecedores internacionais. Apenas os componentes de menor complexidade tecnológica passaram a ser fabricados no Brasil por empresas subcontratadas.

Segundo Dagnino, se as autoridades do setor aeronáutico tivessem perseguido a *"miragem do índice de nacionalização, nos anos 90 ela poderia ter chegada próximo aos 50%, mas este fator teria implicado na adoção de uma estratégia tecnológica*

completamente diferente. Os custos seriam talvez até mesmos proibitivos e o tempo de entrada no mercado seria seguramente maior, pois, tal estratégia implicaria na reprodução de todo o ciclo de desenvolvimento dos países centrais. Basta lembrar, por exemplo, que o número de países que fabricam motores aeronáuticos com tecnologia própria não é superior a cinco"[389].

III.2. EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica SA

III.2.1. Construção da Capacitação Tecnológica e da Competência Empresarial

Como visto, a moderna indústria aeronáutica brasileira nasceu concentrada em uma única empresa, a Embraer. Dessa maneira, é de fundamental importância uma análise mais detalhada da evolução tecnológica e empresarial da Embraer, para se compreender a sua bem sucedida inserção competitiva na indústria aeronáutica mundial. Além disso, a análise da empresa líder possibilita visualizar a estruturação de toda cadeia produtiva dessa indústria no Brasil, ao longo das últimas quatro décadas.

Anos 70: A Criação da Nova Empresa

A Embraer foi constituída, no final dos anos 60, para efetivar a produção do *Bandeirante*, um bimotor turboélice de pequeno porte projetado pelo IPD/CTA. O forte vínculo entre a Embraer e o CTA se refletiu no modelo de negócio que foi concebido, isto é, uma empresa aeronáutica de projetos e montagem. Para tanto, a Embraer se dedicou, desde o início das suas atividades, ao desenvolvimento das tecnologias-chaves que determinam o avião como um produto final. Esse enfoque provou ser indispensável à autonomia tecnológica e empresarial da Embraer, capacitando a empresa a gerir seu próprio negócio e a criar oportunidades de mercado em cada novo projeto.

Nos anos 70, o objetivo prioritário era a consolidação da Embraer como uma produtora de aeronaves. O Estado fez sua parte, primeiramente ao criar a empresa, pois, como visto, ela surgiu como uma estatal vinculada ao Ministério da Aeronáutica. O Estado

---

[388] Esta proximidade pode ser observada inclusive no aspecto físico, dado que a Embraer e o CTA estão instalados no mesmo complexo, um de cada lado do Aeroporto de São José dos Campos (SP).

[389] DAGNINO, 1994, p.59.

também garantiu a demanda inicial da empresa através da FAB, que realizou uma encomenda inicial de 80 aviões *EMB-110 Bandeirante* e 112 jatos de treinamento avançado *EMB-326 Xavante*[390]. Além disso, o governo federal buscou estimular a demanda civil pelo *Bandeirante* através de uma ampla reestruturação da aviação regional, que resultou numa encomenda de 53 novas aeronaves[391].

Cabe destacar que nessa primeira fase, apenas o bimotor *Bandeirante* havia sido projetado no país, mais precisamente pelo IPD/CTA, de forma que a Embraer buscou parcerias estratégicas com firmas estrangeiras para absorver tecnologia e, a partir disso, desenvolver capacitações próprias. O primeiro acordo tecnológico foi realizado em 1970 com a empresa italiana Aermacchi, para produção sob licença do jato de treinamento militar *Xavante*[392]. Essa parceria foi fundamental para capacitar a Embraer na produção de aeronaves de propulsão a jato. Em 1971, o Ministério da Aeronáutica decidiu transferir para a Embraer o programa do avião agrícola *EMB-200 Ipanema*, que estava sendo desenvolvido pelo IPD/CTA com verbas fornecidas pelo Ministério da Agricultura. No ano de 1974, em contrapartida a aquisição dos caças supersônicos *Northrop F-5 Tiger II* pela FAB, a Embraer recebeu tecnologia para produzir no país alguns componentes dos caças adquiridos. Por fim, cabe destacar que o Ministério da Aeronáutica criou uma reserva de mercado para os aviões leves[393], segmento que a Embraer passou a atender graças a um acordo de cooperação que foi assinado, em 1975, com a empresa norte-americana Piper Aircraft, para produção local de uma extensa linha de monomotores e bimotores a pistão[394]. Inicialmente essas aeronaves foram produzidas a partir de kits de montagem fornecidos

---

[390] Esta encomenda inicial do Ministério da Aeronáutica representou, em valores atuais, uma receita de aproximadamente US$ 1,2 bilhões para a Embraer (DRUMOND, 2004, p.223).

[391] Em 1975, com o objetivo de desenvolver o transporte regional, o Departamento de Aviação Civil (DAC) do Ministério da Aeronáutica, estabeleceu o Sistema Integrado de Transporte Aéreo Regional (SITAR), que dividiu o país em cinco regiões geopolíticas e entregou cada uma delas para ser administrada por uma única empresa, criada unicamente para esta finalidade. Esta nova regulamentação também "recomendava" a utilização do *Bandeirante* nas linhas regionais de alimentação, de forma que o modelo foi adquirido por todas as novas companhias aéreas regionais, sem exceção (FERREIRA, 2006).

[392] O *EMB-326 Xavante* é a versão brasileira do *Aermacchi MB-326*, que também estava sendo produzido sob licença na Austrália e na África do Sul.

[393] Em 1973, as importações de aviões leves mais que dobraram, atingindo 508 unidades, entre outros fatores, devido demanda gerada pela expansão da fronteira agrícola para as regiões centro-oeste e norte do país. Esta grande expansão da demanda se deu num contexto de crescentes restrições externas, o que favoreceu a adoção de medidas que visassem à rápida substituição das importações de aeronaves leves (FERREIRA, 2008a).

[394] Foram produzidos os monomotores *EMB-710 Carioca*, *EMB-711 Corisco*, *EMB-712 Tupi*, *EMB-720 Minuano* e *EMB-721 Sertanejo*, e os bimotores *EMB-810 Sêneca* e *EMB-820 Navajo* (PEREIRA, 1997).

pela empresa norte-americana e, gradualmente, a produção foi sendo nacionalizada. A parceria com a Piper também foi utilizada pela empresa brasileira para se capacitar no processo produtivo, isto é, aprender a produzir uma grande quantidade de aviões em série, como aponta o presidente da Embraer na época, Ozires Silva[395]: *"Um dos nossos objetivos era descobrir como a Piper empregava um número tão reduzido de homens na atividade produtiva. Nossos cálculos mostravam que tinham proporcionalmente metade do pessoal que usualmente empregávamos no Brasil para realizar as mesmas tarefas"*.

Apesar dos avanços na área produtiva, o objetivo prioritário da empresa era conquistar competência e capacitação na área de projetos, particularmente da fuselagem e das asas, que *"era a única área-chave na qual o conhecimento necessário não poderia ser obtido satisfatoriamente fora das fronteiras brasileiras"*[396]. A construção dessa competência permitiu que, no final dos anos 70, a Embraer apresentasse a primeira aeronave desenvolvida internamente, o bimotor *EMB-121 Xingu*[397]. Apesar de não ter sido um sucesso comercial, a aeronave, moderna e de design avançado, demonstrava que a empresa brasileira havia se capacitado na área de projetos[398].

Anos 80: A Conquista do Mercado Internacional

A década de 1980 foi marcada pelo avanço internacional da Embraer, inicialmente com o *Bandeirante*, que teve centenas de unidades exportadas para clientes de vários continentes[399]. Entretanto, a consolidação no mercado externo ocorreu graças a dois novos projetos desenvolvidos pela empresa: o turboélice de treinamento militar *EMB-312 Tucano*, apresentado em 1980, e o avião de transporte regional de 30 assentos *EMB-120 Brasília*, lançado em 1983. O *Tucano* foi desenvolvido para atender as necessidades da FAB, que

[395] SILVA, 2008, p.132.

[396] DAGNINO, 1989, p.225.

[397] O primeiro vôo do *Xingu* ocorreu em 1976. Ao todo foram construídas as apenas 106 unidades, sendo as 6 primeiras adquiridas pela FAB e outras 41 adquiridas pela Força Aérea e Aviação Naval da França (PEREIRA, 1997, p.111-113).

[398] Os avanços tecnológicos alcançados nesta aeronave foram utilizados como base para o avião turboélice *Brasília*, desenvolvido na década seguinte (PEREIRA, 1997, p.110-113).

[399] O sucesso do *Bandeirante* se deve ao fato desta aeronave ocupar um nicho de mercado pouco explorado nos anos 70 e 80, o de transporte de passageiros e cargas entre as pequenas cidades (SILVA, 2008, p.50).

realizou uma grande encomenda, adquirindo de início 118 unidades[400]. Depois disto, esta aeronave se consagrou no mercado internacional, tendo sido exportada para as forças aéreas de 16 países, entre elas a da França e da Grã-Bretanha[401]. O *Brasília*, um bimotor turboélice de alto desempenho, foi lançado em 1983, conquistando ao longo da década uma posição de destaque no mercado internacional, sendo adotado por diversas companhias aéreas regionais, particularmente as norte-americanas. No final da década de 1980, o *Brasília* chegou a ocupar mais de 40% do mercado mundial das aeronaves comerciais na categoria de 30 a 40 assentos[402].

Em 1981, depois de uma longa e complexa fase de negociações técnicas e comerciais, foi assinado um acordo entre a Embraer e as empresas italianas Aermacchi e Aeritalia para o desenvolvimento conjunto de um jato militar de ataque, denominado *AMX*. Cabe destacar que o patamar tecnológico alcançado pela Embraer no início dos anos 80, possibilitou que ela fosse convidada a participar do desenvolvimento conjunto de uma nova e sofisticada aeronave e, não apenas da produção sob licença, como no caso do *Xavante*.

O programa *AMX* foi determinado e financiado pelo governo brasileiro que investiu, cerca de US$ 600 milhões em valores atuais, a fundo perdido, sendo que mais da metade desse valor foi destinado à Embraer[403]. A empresa brasileira responderia por 30% das atividades de manufatura do novo avião de combate, fornecendo as asas, tomadas de ar, pilones[404], tanques de combustível e o trem de pouso principal; além de realizar a montagem final e a integração de sistemas das aeronaves destinadas à FAB[405]. O primeiro protótipo do *AMX* voou em 1984, e as primeiras entregas foram realizadas em 1989. A aeronave não apresentou sucesso comercial, sendo encomendado apenas pelas Forças

---

[400] A Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) financiou o desenvolvimento do *EMB-312 Tucano* e diversas outras atividades da Embraer (FINEP, 2009).

[401] Em 1985, a Embraer, em conjunto com a empresa britânica Short Brothers, ganhou a licitação internacional realizada pela Royal Air Force (RAF) para fornecer 130 unidades de um novo avião de treinamento básico. A versão inglesa, denominada *Short Tucano*, é uma aeronave mais robusta, com um motor mais potente e aviônicos modificados para os padrões ingleses, tendo sido produzida sob licença pela sócia britânica, na sua fábrica em Belfast, na Irlanda do Norte (PEREIRA, 1997, p.127).

[402] DRUMOND, 2004, p.249.

[403] A outra parte dos investimentos tinha como objetivo capacitar a indústria aeronáutica brasileira para que os motores, aviônicos e radares do *AMX* também fossem produzidos no Brasil (DRUMOND, 2004).

[404] Pilones são suportes sob as asas capazes de levar armamentos e tanques de combustível suplementares.

Aéreas Brasileira e Italiana[406], mas permitiu um grande salto tecnológico, capacitando a empresa brasileira a projetar e fabricar aeronaves de maior sofisticação tecnológica. Com o programa *AMX*, a Embraer também passou a dominar a tecnologia de produção de trens de pouso, segmento para qual criou uma divisão específica, a Embraer Divisão de Equipamentos (EDE)[407]. Por fim, é importante ressaltar os avanços no campo das negociações internacionais e no desenvolvimento conjunto com firmas estrangeiras, possibilitado por esse programa.

Figura 17 – *AMX*

Fonte: Força Aérea Brasileira.

Anos 90: Crise, Privatização e Expansão

O início dos anos 90 foi marcado pela grave crise financeira da Embraer, que colocou em xeque sua própria sobrevivência. O faturamento, que havia atingido seu ápice em 1989, com US$ 700 milhões, caiu para menos da metade desse valor em 1992. Neste mesmo período, o lucro de US$ 85 milhões se transformou num prejuízo superior a US$ 250 milhões, e o quadro de funcionários havia se reduzido pela metade. Quanto ao passivo

---

[405] Dada a conjuntura econômica de elevadas restrições externas, o programa *AMX* previa a troca das partes e componentes produzidos no Brasil, por aqueles fabricados pelas firmas italianas na proporção do número de aviões encomendados. Dessa forma, teoricamente, não haveria a transferência de divisas entre os dois países.

[406] Grande parte do fracasso comercial se deve ao fato desta aeronave ter entrado em operação no fim da Guerra Fria, período em que os orçamentos militares sofreram reduções, além da existência de um grande número de aviões militares com pouco uso e baixo custo, as denominadas "sobras de guerra".

[407] A EDE foi criada em 1984 para produzir os trens de pouso e sistemas hidráulicos do *AMX* (ELEB, 2008).

da Embraer, havia atingido a cifra de US$ 877 milhões, incompatível com o patrimônio líquido da empresa, que estava em apenas um décimo deste valor, pois havia despencado de US$ 416 milhões, em 1989, para US$ 86 milhões, em 1992[408]. Em suma, a Embraer se encontrava em uma situação financeira muito delicada. A seguir, serão apresentados os principais fatores que levaram a empresa, até então um modelo de capacitação tecnológica e sucesso empresarial, a enfrentar a pior crise da sua história:

Retração da demanda: no contexto internacional, o início dos anos 90 foi marcado por uma desaceleração da economia mundial que refletiu, mais que proporcionalmente, na indústria aeronáutica, sendo *"a primeira redução da taxa de crescimento do tráfego aéreo desde o fim da Segunda Guerra Mundial"*[409]. Essa retração foi agravada, ainda mais, pelo fim da Guerra Fria, que levou a um drástico corte dos orçamentos militares, atingindo as encomendas de aeronaves destinadas ao segmento de defesa. Para fazer frente a esta nova realidade, a indústria aeronáutica mundial passou por uma ampla reestruturação produtiva e patrimonial, resultando num grande número de fusões, aquisições e falências. Para Ozires Silva, então presidente da Embraer, *"estava claro que a sobrevivência de muitas companhias estava seriamente ameaçada. O futuro viria a demonstrar que umas poucas sobreviveriam"*[410].

Ciclo de produto: no caso da Embraer, a retração da demanda se apresentou de maneira bastante acentuada, atingindo todos os seus produtos. As vendas da sua principal aeronave, o *Brasília*, estavam praticamente esgotadas em decorrência ao fim do ciclo de vida do avião. Na mesma situação se encontrava o treinador militar *Tucano*, cuja produção visava atender algumas poucas exportações já contratadas. Por sua vez, as encomendas dos aviões de ataque *AMX* foram sendo postergadas e, posteriormente, reduzidas[411]. Nesse mesmo período, a empresa brasileira buscou lançar o *CBA-123 Vector*, um novo avião regional de pequeno porte com tecnologias inovadoras, cujo protótipo realizou seu primeiro vôo em 1990. Entretanto, o elevado custo unitário somado a sua reduzida capacidade de transporte, apenas 19 assentos, fez com que a aeronave não apresentasse uma demanda que

[408] Dados financeiros da Embraer obtidos em BERNARDES (2000b).
[409] SILVA, 2008, p.160.
[410] SILVA, 2008, p.161.
[411] Por questões financeiras, a FAB reduziu sua encomenda de 79 aeronaves *AMX* para 54.

justificasse sua produção[412]. Dessa maneira, a empresa brasileira estava sem um novo produto que pudesse alavancar suas vendas.

Crise do Estado: a crise fiscal do Estado brasileiro dos anos 80, agravada pela lógica neoliberal dos anos 90, repercutiu de forma direta na queda dos investimentos, financiamentos e demanda da Embraer[413]. Desde meados dos anos 80, o governo federal, principal acionista e controlador, deixou de investir na empresa. A Embraer, que necessitava desses recursos para conceber e fabricar novos produtos, estava arcando sozinha com o desenvolvimento das suas aeronaves. A isto, somam-se as severas restrições orçamentárias impostas à FAB[414], que reduziu o número de unidades encomendadas do *AMX*. "*Para manter o cronograma de entrega, inclusive da produção dos componentes para as unidades da AMI, a Embraer viu-se forçada a financiar com recursos próprios parte da produção do jato, sem perspectiva de ressarcimento no curto prazo"*[415]. Tudo isso fez com que a empresa brasileira acumulasse um grande volume de dívidas. Por fim, é importante mencionar que as principais linhas de financiamento público às exportações foram interrompidas por quase dois anos (1990-1991), praticamente paralisando as vendas de aeronaves comerciais ao exterior, nesse biênio[416].

Empresa estatal: é importante ressaltar as restrições impostas à Embraer, pelo fato de ser uma empresa estatal. Por um lado, existia uma legislação crescentemente restritiva que engessava a gestão da empresa, sobretudo no que se refere à captação de recursos[417]. Essas restrições foram aprofundadas pela política econômica dos anos 90, pois estabelecia

---

[412] O desenvolvimento do *CBA-123 Vector* seria realizado em conjunto com a estatal argentina Fábrica Militar de Aviones (FMA), que responderia por um terço dos investimentos. Entretanto, com o passar do tempo, a Embraer assumiu todo o desenvolvimento, cujo custo foi superior a US$ 400 milhões (DRUMOND, 2004, p.261).

[413] Para uma melhor análise da economia brasileira ao longo dos anos 80 e 90 ver: BELLUZZO & ALMEIDA (2002).

[414] Neste período, o orçamento militar brasileiro foi drasticamente reduzido, não apenas por causa da grave crise fiscal do Estado, mas também pela conjuntura política. Com o fim do "Regime Militar", em 1985, muitos dos políticos que assumiram o poder, particularmente o presidente Collor, tinham aversão aos militares e a tudo que se relacionava às Forças Armadas.

[415] DRUMOND, 2004, p.250,

[416] O Fundo de Financiamento à Exportação (FINEX) foi interrompido com o propósito de se lançar uma nova linha de financiamento, o Programa de Financiamento às Exportações (PROEX). Entretanto, o novo sistema demorou quase dois anos para efetivamente entrar em operação (SILVA, 2008, p.166).

[417] Segundo BELLUZZO & ALMEIDA (2002, p.129): Desde o final dos anos 70, as *"condições impostas ao setor estatal pela política econômica do ajustamento determinaram um cerceamento radical de sua autonomia financeira"*.

que o governo não deveria financiar a si próprio, isto é, a Embraer não deveria receber recursos de longo prazo do BNDES, dado que era uma empresa estatal. Isso fez com que a empresa recorresse aos empréstimos bancários, na maioria das vezes de curto prazo e com custos elevados, ampliando ainda mais o seu nível de endividamento. Por outro lado, o gerenciamento estatal estava focado na lógica tecnológica, isto é, *"sua gestão era excessivamente engineering driven, ou seja, muito direcionada para a técnica e pouco para os resultados financeiros, ou em outros termos, uma ausência de uma consciência de custos e visão negocial"*[418].

Nesse contexto, a saída encontrada pela direção da empresa e pelo Ministério da Aeronáutica para recuperar a Embraer, era a sua transferência para o capital privado[419]. A única condição colocada pelos militares era que a Embraer continuasse a ser uma empresa nacional, isto é, que houvesse uma restrição a participação do capital estrangeiro[420]. Resolvido isso, em 1993, a Embraer foi inserida no Programa Nacional de Desestatização (PND), sendo, na seqüência, saneada pelo governo federal, em operações que envolveram mais de US$ 1 bilhão[421]. Em dezembro de 1994, a Embraer foi privatizada, e o seu controle passou a ser dividido entre a Cia. Bozano, Simonsen[422] e os fundos de pensão Previ e Sistel, que, em conjunto, arrematataram 55,4% do capital ordinário da empresa pelo valor de US$ 154,1 milhões[423]. Além disso, foi estabelecida uma *golden share* que passou a conferir uma

---

[418] BERNARDES, 2000c, p.12-13.

[419] Segundo o então Ministro da Aeronáutica, Brigadeiro Lélio Lobo: *"Eu perguntava para os meus colegas do Alto-Comando da Aeronáutica: se não privatizar, o que vai acontecer? Vamos procurar discutir essa questã. Nós discutíamos o assunto, uma, duas, três horas seguidas, e não vislumbrávamos outra solução a não ser vender a companhia"* (DRUMOND, 2004, p.313).

[420] Cabe destacar o empenho de Ozires Silva, que havia retornado a presidência da Embraer, em 1991, e do Ministro da Aeronáutica, Lélio Vianna Lobo, pela privatização da Embraer e pela manutenção do seu controle em poder nacional (DRUMOND, 2004 e SILVA, 2008).

[421] O governo federal assumiu a maior parte das dívidas, cerca de US$ 700 milhões, além de capitalizar a empresa em mais de US$ 300 milhões (BERNARDES, 2000b, p.256).

[422] A Companhia Bozano, Simonsen (atual grupo Bozano), era uma *holding* financeira que teve destacada participação nas privatizações ocorridas no início dos anos 90, particularmente em empresas do setor siderúrgico, como Usiminas, Cosipa e CST. O objetivo era sanear as empresas e depois vender as participações com elevada margem de lucro (MARTINEZ, 2007, p.240).

[423] Este valor foi pago integralmente em títulos da dívida pública, as denominadas "moedas podres" (BERNARDES, 2000c, p.14).

participação estratégica ao governo federal, que poderia vetar decisões relativas aos programas militares, mudança do objeto social e a transferência do controle acionário[424].

A nova direção da Embraer passou a focar o mercado e os resultados financeiros, implantando uma mudança de cultura, centrada na eficiência, sem abandonar, entretanto, a excelência tecnológica que havia caracterizado a empresa enquanto estatal. As mudanças também buscaram incorporar a chamada inteligência de mercado, um "*conceito de visão estratégica", onde o mais importante é monitorar e interpretar as implicações das mudanças tecnológicas e dos mercados e adaptar sua capacidade interna para responder a estes câmbios"*[425]. Nesse sentido, a empresa realizou uma ampla reestruturação produtiva e organizacional, tornando-se uma empresa mais flexível e integrada. Cabe destacar, que durante o período de recuperação a Embraer também procurou utilizar sua grande capacidade ociosa e elevada competência tecnológica, fabricando partes e componentes para outras empresas aeronáuticas[426].

Todavia, a estratégia de recuperação da empresa tinha como prioridade o lançamento de um novo avião de transporte regional, o *ERJ-145*. Essa moderna aeronave, com capacidade para transportar 50 passageiros, tinha como principais características o alto desempenho e o baixo custo de operação decorrentes da utilização de modernas turbinas no lugar dos motores turboélice. Além disso, também apresentava um valor de aquisição 20% mais baixo que do seu concorrente direto[427]. A idéia de lançamento dessa nova aeronave surgiu em 1989, porém, o seu desenvolvimento se iniciou somente em 1993. Cabe destacar que a empresa norte-americana Boeing foi contratada para auxiliar na elaboração do projeto básico da nova aeronave[428], que teve *"os motores reposicionados na parte traseira da fuselagem, nariz idêntico ao do CBA-123 e mesma fuselagem do Brasília. As modificações*

---

[424] FERREIRA, 2008a, p.51-52.

[425] TIGRE, 1999, p.20.

[426] Em 1992, passou a produzir *flaps* do jato comercial *McDonnell Douglas MD-11* e peças usinadas do *Boeing 777*. Dois anos depois, assinou contrato com a Sikorsky para desenvolver e produzir os sistemas de combustível e os trens de pouso do novo helicóptero de grande porte, o *S-92 Helibus* (DRUMOND, 2004).

[427] O preço básico de referência do *ERJ-145* era de US$ 14,8 milhões, enquanto o *CRJ-100* da Bombardier apresentava o preço de US$ 18,6 milhões (BERNARDES, 2000b, p.325).

[428] PEREIRA, 196, p.118.

tinham por objetivo abrandar os custos de desenvolvimento e produção do jato, que incorporaria componentes estruturais de outros aparelhos"[429].

Figura 18 – *ERJ-145*

Fonte: Embraer.

O novo avião tinha por objetivo retomar as vendas da Embraer e ser o sustentáculo da empresa após sua privatização[430]. A sua principal concorrente, a canadense Bombardier, já havia lançado um jato da mesma categoria, dois anos antes, e estava tendo um grande sucesso comercial. Por sua vez, a Embraer necessitava de um elevado volume de recursos para desenvolver o *ERJ-145*, que seria a maior e mais sofisticada aeronave produzida pela empresa. Dentro de um contexto de severas restrições financeiras, a Embraer inovou, buscando parceiros de risco para o projeto — na realidade empresas fornecedoras de estruturas e sistemas que dividissem os riscos financeiros do novo avião. Segundo a Embraer[431]: *"os parceiros realizaram um aporte para o projeto ERJ-145 de aproximadamente US$ 150 milhões, o que representou mais de ⅓ dos investimentos totais de desenvolvimento, estimado em US$ 380 milhões"*. Depois de privatizada, os recursos

[429] DRUMOND, 2004, p.284.

[430] O projeto do jato regional *ERJ-145* era considerado um dos principais ativos da Embraer na sua privatização (FERREIRA, 2008, p.68).

[431] Entrevista concedida pelo Sr. Hermann Ponte e Silva, Diretor de Relações de Planejamento Empresarial da Embraer, em 19 de agosto de 2004.

para conclusão do projeto foram obtidos da capitalização realizada pelos novos acionistas[432] e do BNDES, que financiou o projeto em cerca de US$ 115 milhões[433].

Tabela 15 – Fontes de financiamento do projeto *ERJ-145*, 1996

Fontes de Recursos	**Valor (US$ milhões)**	*(%)*
Embraer (recursos próprios)	116,4	*31*
Parceiros de Risco	148,6	*39*
BNDES	115,0	*30*
Total	380,0	*100*

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer e de SANTIAGO, 2002.

O *ERJ-145* entrou em operação no ano de 1996, transformando-se num grande sucesso de vendas. No final da década, a Embraer lançou duas novas versões de menor capacidade, o *ERJ-135* e o *ERJ-140*, constituindo uma família de aeronaves regionais para cobrir a faixas de 35 a 50 assentos[434]. A família de aeronaves *ERJ-145* ainda se encontra em produção, tendo sido o maior sucesso comercial da Embraer, com mais de 1.000 unidades já entregues[435]. O êxito comercial da aeronave não apenas permitiu a recuperação financeira da Embraer, como também levou a empresa brasileira a uma posição de destaque na indústria aeronáutica mundial.

Cabe destacar que grande parte do sucesso comercial da Embraer no mercado de jatos regionais se deve ao apoio do governo federal que, através do BNDES-Exim[436] e do PROEX-Equalização[437], criou uma estrutura para financiar as exportações das aeronaves,

---

[432] *"Em 1997, os acionistas controladores da Embraer integralizaram um aumento de capital, em caixa, de US$520 milhões. Esses recursos foram decisivos para impulsionar o ERJ-145. Não foram emitidos títulos patrimoniais e de dívida para financiar o projeto. O mercado de capitais também não foi utilizado para captação de recursos"* (SANTIAGO, 2002, p.124).

[433] BERNARDES, 2000, p.262 e DRUMOND, 2004, p.347.

[434] O *ERJ-135* possui um grau de comunalidade em relação ao *ERJ-145* da ordem de 90%. O *ERJ-140* possui 98% de comunalidade com o *ERJ-135* e o *ERJ-145* (SANTIAGO, 2002, p.110).

[435] A milésima unidade foi entregue em outubro de 2007 (EMBRAER, 2008).

[436] O BNDES-Exim reúne linhas de financiamento para a exportação. No caso da indústria aeronáutica utilizasse a modalidade *buyer's credit,* isto é, o BNDES financia, não a Embraer, mas seus clientes (CATERMOL, 2005).

[437] O Programa de Financiamento às Exportações (PROEX) foi criado em 1991 pelo governo federal, sendo administrado pelo Banco do Brasil. Este programa foi concebido para operar sob duas modalidades: a) PROEX-Financiamento: financiamento direto ao exportador brasileiro ou ao importador com recursos do Tesouro Nacional; b) PROEX-Equalização: exportação financiada pelas instituições financeiras no país e no

compatível com as utilizadas por seus concorrentes no mercado internacional. Em 1996, a principal concorrente da Embraer, a empresa canadense Bombardier, entrou com um pedido junto a Organização Mundial do Comércio (OMC) questionando a legalidade do PROEX-Equalização. Por sua vez, o Brasil denunciou os subsídios do governo canadense à Bombardier[438]. Depois de uma intensa disputa diplomática, em 2001, foi decidido que o Brasil poderia continuar oferecendo o mecanismo de equalização de juros desde que as taxas não se tornassem menores do que as praticadas no mercado internacional[439]. Por outro lado, no ano de 2003, os árbitros da OMC concluíram que os subsídios canadenses eram incompatíveis com as regras da instituição, de forma que também precisaram ser reformulados[440].

Anos 2000: Consolidação da Atuação Global

No final da década de 1990, a Embraer se encontrava numa situação financeira bastante confortável, em decorrência do grande sucesso de vendas do *ERJ-145*. Dessa forma, em 1999, foi anunciado o programa *EMB-170/190*, que visava lançar em apenas 38 meses, uma nova família de jatos comerciais que ocupasse a faixa de 70 a 120 assentos. O mais surpreendente, segundo Drumond (2004, p.355), *é que se tratava de plataformas inteiramente novas, ou seja, não seria aproveitada uma única peça de modelos anteriores. Nem a Boeing nem a Airbus jamais tinham desenvolvido um avião totalmente novo em um tempo tão curto como o proposto pela Embraer para realizar a tarefa"*.

No início do novo milênio, a desaceleração que se iniciava no mercado mundial de aviação comercial foi profundamente agravada por uma série de acontecimentos adversos: os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001, a Guerra do Iraque e a Gripe Asiática (SARS), em 2003. Entretanto, a opção da Embraer pelo segmento regional lhe forneceu uma importante vantagem competitiva, pois a aviação regional foi uma das menos afetadas

---

exterior, na qual o PROEX paga parte dos encargos financeiros, tornando-os equivalentes àqueles praticados no mercado internacional (PINTO et.al., 2008).

438 Os subsídios denunciados pelo governo brasileiro foram: o Export Development Corporation, o Canada Account e o Technology Partnership Canadá (PETRY, 2006, p.109).

439 *"Em função de acordos no âmbito do contencioso Embraer-Bombardier na OMC, a taxa de juros referencial passou a ser, de novembro de 1999 até dezembro de 2000, o Treasury Bond dos EUA para dez anos, acrescido de 0,2% a.a. e, a partir de dezembro de 2000, a Commercial Interest Reference Rate (Cirr), divulgada mensalmente pela OCDE"* (PINTO et.al., 2008, p.35).

440 FERREIRA, 2004, p.17-18.

pela forte retração da demanda, que atingiu principalmente as rotas de longa distância. Mesmo assim, foi preciso readequar seu nível de atividade produtiva no biênio 2002-2003, de forma a manter a sua capacidade de investimento, particularmente na nova família de aeronaves que estava sendo desenvolvida.

O programa *EMB-170/190* tinha como objetivo central ocupar o mais o mais rápido possível um espaço onde nenhuma outra empresa estava atuando, a faixa intermediária de 70 a 120 assentos. Ao contrário das outras empresas aeronáuticas que haviam abandonado esse segmento[441], a Embraer apostava na expansão da demanda por aeronaves dessa categoria, com base nas seguintes indicações: a) companhias aéreas que já operavam nessa faixa de mercado com aeronaves obsoletas e procuravam substituí-las[442]; b) empresas aéreas regionais que desejavam aviões maiores e mais modernos; c) grandes companhias aéreas, que buscavam aeronaves ligeiramente menores para poderem operar em rotas de média densidade, particularmente no período de retração do mercado.

Para atender esse amplo segmento de mercado de uma forma rápida e eficiente, a empresa brasileira desenvolveu uma completa família de aviões comercias com quatro novos modelos: *EMB-170/175/190/195*. Por ser um projeto inteiramente novo, essas aeronaves incorporaram as mais modernas inovações tecnológicas da indústria aeronáutica, com destaque para seu avançado *design* e para utilização das tecnologias *fly-by-wire* e *Head Up Display* (HUD)[443]. Dessa maneira, a família *EMB-170/190* se caracterizou pelo seu elevado desempenho operacional, assim como conforto e segurança, equivalentes ou superiores aos das grandes aeronaves comerciais.

O custo de desenvolvimento dessa nova família de aeronaves, estimado entre US$ 850 milhões e US$ 1 bilhão em valores atuais, foi bancado pela inserção da empresa brasileira no mercado global de capitais, pelos parceiros de risco e pelo caixa da própria empresa, de forma que não houvesse a utilização de recursos públicos. No início do ano

---

[441] As empresas que deixaram de operar neste segmento de mercado foram: a holandesa Fokker, em 1996; a britânica British Aerospace, em 2001; a norte-americana Boeing, em 2006.

[442] As principais aeronaves que a família *EMB-170/190* visava substituir eram: *Fokker-70*, *Fokker-100*, *British Aerospace BAe 146*, *McDonnell Douglas MD-90*, *Boeing 717*, e as versões mais antigas do *Boeing 737*.

[443] O *EMB-190* foi a primeira aeronave comercial do mundo a utilizar a tecnologia do *Head Up Display (HUD)*. Este dispositivo, de origem militar permite a projeção de todas as informações essenciais para o vôo numa tela transparente localizada acima do painel, ao nível dos olhos do piloto.

2000, a Embraer captou US$ 446 milhões com a oferta de ações nas Bolsas de Valores de Nova York (NYSE) e de São Paulo (BOVESPA), mais da metade dos recursos exigidos no desenvolvimento das novas aeronaves[444]. Por sua vez, os parceiros de risco arcaram com quase US$ 300 milhões, ou seja, um terço do total do projeto.

Tabela 16 – Fontes de financiamento do projeto *EMB-170/190*, 2004

Fontes de Recursos	**Valor (US$ milhões)**	*(%)*
Embraer:	550,0	*65*
● *Recursos próprios*	*104,0*	*12*
● *Mercado de capitais*	*446,0*	*52*
Parceiros de Risco	300,0	*35*
Total	850,0	*100*

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer e de fontes secundárias.

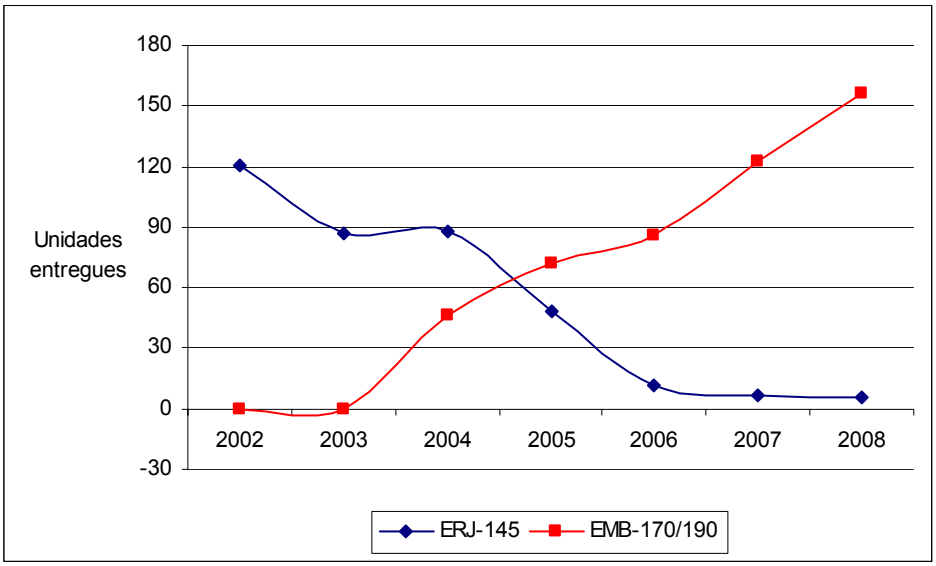
A Embraer inovou ao aprofundar a relação com seus parceiros de risco, pois foram convidados a participar do desenvolvimento da nova família de aeronaves. Ao contrário do projeto anterior, em que ocorreu uma transferência de tecnologia da Embraer para os fornecedores, no projeto *EMB-170/190*, o que houve foi o desenvolvimento conjunto, coordenado e delineado pela empresa brasileira. O corpo técnico dos fornecedores trabalhou em conjunto e sob a supervisão da Embraer, sendo que boa parte deste trabalho foi realizado dentro das próprias instalações da empresa brasileira, que recebeu os engenheiros estrangeiros pelo período de aproximadamente um ano. Essa inovadora forma de relacionamento com os parceiros de risco, mais dinâmica e integrada, permitiu uma significativa redução nos custos e no tempo de desenvolvimento da nova família de aeronaves.

O modelo de lançamento, o *EMB-170*, realizou seu o primeiro vôo em fevereiro de 2002, dentro do prazo previsto, e, dois anos depois, entrou em operação comercial. O início das vendas das aeronaves da família *EMB-170/190* permitiu que a Embraer realizasse, no momento correto, a substituição da sua principal linha de produtos, no caso, os aviões comerciais de propulsão a jato. Enquanto a nova família de aeronaves foi ampliando a sua comercialização, as vendas do modelo *ERJ-145* entraram numa trajetória descendente. Dessa maneira, já em 2005, as aeronaves da família *EMB-170/190* passaram a liderar o

[444] DRUMOND, 2004, p.374.

número de aeronaves vendidas pela Embraer, como pode ser observado no gráfico 4 abaixo.

Gráfico 4 – Embraer: Modelos de aeronaves comerciais entregues, 2002-2008



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

A expectativa da Embraer era de comercializar um mínimo de 650 unidades da família *EMB-170/190* ao longo de dez anos. Entretanto, em apenas quatro anos (entre 2004 e 2008), já haviam sido entregues 490 unidades da nova família de aeronaves, se configurando num grande sucesso comercial.

Entre 1996 e 2003, o BNDES financiou um volume de recursos que representou, em média, 48% das exportações da Embraer, sendo o restante dos recursos obtidos pelos seus clientes no mercado financeiro internacional[445]. Entretanto, a partir de 2003, a nova direção do BNDES passou a questionar o elevado volume de recursos destinado ao financiamento das exportações de aeronaves. Segundo Carlos Lessa, então presidente do BNDES[446]: *"A Embraer, maior cliente individual do banco, responde por quase 50% da carteira do BNDES-Exim, desta forma ela terá que buscar fontes complementares de financiamento para aumentar suas exportações de aeronaves"*. A partir disso houve um decréscimo nas liberações anuais de recursos do BNDES-Exim para a Embraer, até que, no ano de 2007,

[445] Entrevista concedida pelo Sr. Hermann Ponte e Silva, Diretor de Relações de Planejamento Empresarial da Embraer, em 19 de agosto de 2004 e DRUMOND (2004, p.405).
[446] FERRARI, 2003.

não houve nenhum desembolso para as exportações de aeronaves. Por outro lado, a Embraer beneficiou-se do grande volume de liquidez existente no mercado internacional, conseguindo financiar suas vendas, com taxas mais baixas do que as cobradas pelo BNDES, facilitado ainda mais pela elevada classificação financeira da empresa[447]. Em de 2008, com a mudança do contexto econômico mundial, que implicou numa redução da liquidez do sistema financeiro internacional, a Embraer voltou a recorrer aos financiamentos fornecidos pelo BNDES[448].

Figura 19 – *EMB-195, EMB-190, EMB-175* e *EMB-170*

Fonte: Embraer.

Em 2001, a Embraer formou um consórcio com as quatro maiores empresas aeroespaciais francesas: Dassault, Aerospatiale-Matra, Thomson-CSF e Snecma. O objetivo era oferecer o caça supersônico *Mirage 2000BR*[449] para o Projeto F-X, a licitação internacional promovida pela FAB para aquisição de um lote de 12 a 24 aeronaves de

[447] Em 2005, a Moody´s Investor Service, e em 2006, a Standard & Poor´s, concederam a classificação de Grau de Investimento (*Investment Grade*) para a Embraer (EMBRAER, 2006b).

[448] Segundo a Embraer 11% das entregas realizadas em 2008 foram financiadas pelo BNDES (ALERIGI JUNIOR, 2009).

[449] O *Mirage 2000 BR* é uma versão do *Mirage 2000-5* projetada para atender aos requisitos da FAB e que seria produzida no Brasil pela Embraer.

superioridade aérea[450]. Em contrapartida, essa aliança estratégica havia envolvido, em 1999, a venda de 20% do capital votante da Embraer para o grupo de empresas francesas. A operação foi muito criticada, pois, além de resultar numa parcial desnacionalização do controle da Embraer[451], foi executada a revelia do Comando da Aeronáutica. Ela também colocou em xeque o Projeto F-X, dado que a única empresa brasileira capaz de absorver a tecnologia que seria transferida, a Embraer, estava previamente vinculada a uma das concorrentes. Em 2005, depois de ser adiado diversas vezes, o projeto foi cancelado e a FAB adquiriu 12 aviões *Mirage 2000C* usados.

Ainda no segmento de defesa, a Embraer também lançou novos modelos de aeronaves militares para atender as demandas da FAB, em relação ao Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM)[452]. A Embraer desenvolveu duas versões militares, uma de supervisão aérea e outra de sensoriamento remoto — ambas montadas sobre a plataforma do jato comercial *ERJ-145*. Apesar de grande parte dos radares e equipamentos embarcados ser importada, a Embraer realizou a integração desses sofisticados sistemas de guerra eletrônica. Em 2002, foram entregues as primeiras das oito unidades encomendadas pela FAB, transformando o Brasil no sexto país do mundo a produzir essa categoria de aeronave, considerada como o "estado da arte" da tecnologia aeronáutica militar[453]. No ano de 2004, se iniciaram as entregas do *EMB-314 Super Tucano*, um avião turboélice militar de alto desempenho, dotado de avançados sistemas eletrônicos. Esse avião, derivado do *EMB-312 Tucano*, da década de 1980, foi concebido para atender os requisitos da FAB que buscava uma aeronave para ser utilizada tanto no treinamento avançado de pilotos, quanto nas missões de patrulha e interceptação do SIVAM. A FAB arcou com todos os custos de desenvolvimento da nova aeronave, além de realizar uma encomenda inicial de 99 unidades. Cabe ressaltar que mesmo com algumas exportações, esses programas militares

---

[450] Em 2000, o Ministério da Defesa lançou o Programa de Fortalecimento do Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (PFCEAB), um amplo plano de modernização da FAB, que previa gastos de US$ 3,5 bilhões até 2007. Entre seus principais objetivos estava a substituição dos antigos caças *Mirage III*, o denominado Projeto F-X (FERREIRA, 2004, p.14).

[451] Segundo DRUMOND (2004, p.362): *"O controle da Embraer não seria afetado, mas o grupo francês passou a ter assento no Conselho de Administração, podendo opinar nos rumos da empresa"*.

[452] O SIVAM é um amplo sistema integrado de sensores, radares e aviões, com a finalidade de monitorar a Amazônia. Este sistema foi implantado entre 1994 e 2002, sendo que a vigilância do espaço aéreo realizada pelo SIVAM é de responsabilidade da FAB (SIVAM, 2008).

[453] Os outros países que produzem aeronaves de vigilância eletrônica são: EUA, Rússia, China, Israel e Suécia.

foram relativamente modestos em vendas, mas possibilitaram à Embraer adquirir novas tecnologias de ponta, sobretudo em software e integração de sistemas.

Nesta década, a Embraer também entrou no mercado de aeronaves executivas de alto desempenho, com o lançamento do *Legacy*, em 2001. Este é um novo mercado para a Embraer, com uma dinâmica concorrencial bastante diferente da aviação comercial, pois se caracteriza pelos produtos mais sofisticados, fabricados quase que unitariamente para seus clientes, de forma que a tradição e a marca se tornem fatores competitivos fundamentais. Além disso, esse segmento apresenta uma estrutura menos concentrada, existindo um grande número de empresas concorrentes já estabelecidas, nos quais se destacam a canadense Bombardier, a francesa Dassault, e as norte-americanas Cessna, Gulfstream e Hawker-Beechcraft. Por fim, é fundamental que exista uma ampla rede de manutenção e assistência técnica, pois, ao contrário das aeronaves comerciais, os clientes executivos não possuem uma estrutura de suporte para suas aeronaves. Entretanto, do ponto de vista tecnológico, existem poucas diferenças entre os jatos regionais e os jatos executivos[454]. Assim, a Embraer aproveitou das sinergias existentes e desenvolveu o *Legacy* a partir do modelo comercial *ERJ-135*, contando, porém, com melhorias significativas, como o maior empuxo e autonomia, e a elevação do teto de serviço. Para superar as deficiências relativas à falta de tradição, a aeronave buscou combinar o elevado desempenho e conforto, com custos de aquisição e operação extremamente competitivos[455], permitindo que o *Legacy* se tornasse um grande sucesso de vendas, com mais de 150 unidades já entregues.

A Embraer, que estava concentrada em São José dos Campos (SP) desde a sua fundação, buscou descentralizar suas atividades produtivas com a inauguração de duas novas unidades industriais no ano de 2001. A unidade de Eugênio Melo, distrito de São José dos Campos (SP), possui atualmente cerca de 2.000 funcionários, e é responsável pelo desenvolvimento e fabricação dos ferramentais, tubos e cablagens. A unidade de Gavião Peixoto (SP), na região de Araraquara, emprega aproximadamente 2.100 funcionários e

[454] A maior diferença técnica entre os jatos regionais e executivos está relacionada ao alcance, pois os primeiros são utilizados em rotas de curta e média distância, enquanto os segundos são comumente utilizados em vôos internacionais e, mesmo, intercontinentais.

[455] SILVA, 2008, p.230.

abriga as atividades de montagem final das aeronaves destinadas aos mercados executivos e de defesa, além de contar com uma pista para ensaios em vôo[456].

Deve ainda ser destacado que, desde 1980, quando adquiriu a Indústria Aeronáutica Neiva, a Embraer transferiu para esta unidade produtiva, localizada em Botucatu (SP), a produção do avião agrícola *Ipanema* e dos modelos leves fabricados sob licença da norte-americana Piper[457]. Em 1999, a unidade de Botucatu também assumiu a fabricação do avião regional *EMB-120 Brasília* que se encontrava na fase final do ciclo produtivo[458]. Atualmente, a unidade de Botucatu emprega cerca de 2.000 funcionários e se concentra na produção dos aviões agrícolas e de peças, componentes e estruturas para as aeronaves da Embraer montadas nas outras unidades produtivas.

Figura 20 – Embraer: Unidades produtivas no Brasil

Fonte: Embraer.

O processo de descentralização das atividades produtivas da empresa consumiu em torno de US$ 230 milhões em investimentos, ao longo da presente década, sendo US$ 150

[456] Moderna pista de pousos e decolagens, com 5,1 Km de extensão e dotada de características para apoio a atividades de testes de aeronaves, sendo a maior pista de todo o Hemisfério Sul (EMBRAER, 2009b).

[457] Desde 1975 a Neiva já produzia os aviões da linha Piper para a Embraer. A produção destas aeronaves foi encerrada no ano 2000 (NEIVA, 2008).

milhões para a unidade de Gavião Peixoto, US$ 44 milhões para a unidade de Botucatu e US$ 35 milhões para a unidade de Eugênio Melo[459].

Durante esta década, a Embraer também iniciou uma estratégia de progressiva internacionalização de suas atividades produtivas, na qual se destaca a constituição, em 2002, da Harbin Embraer Aircraft Industry (HEAI), uma *joint venture* entre a Embraer e a empresa chinesa AVIC II[460]. Essa *joint venture* tem como objetivo a montagem final, venda e assistência técnica das aeronaves *ERJ-145* destinadas ao mercado chinês. No final de 2004, a empresa brasileira adquiriu[461] a OGMA — Indústria de Aeronáutica de Portugal SA[462] — uma empresa que se dedicava à manutenção e reparo de aeronaves civis e militares, manutenção de motores e fabricação de componentes estruturais para grandes empresas aeronáuticas, entre elas a própria Embraer. No ano de 2005, iniciou-se a construção de novas instalações para a manutenção de aeronaves na Unidade de Nashville, nos Estados Unidos, a Embraer Aircraft Maintenance Services, Inc. (EAMS). Em 2008, a empresa brasileira iniciou a instalação de duas novas fábricas no município de Évora, ao sul de Portugal, uma delas destinada à produção de estruturas metálicas e a outra voltada para fabricação de peças em materiais compostos e montagens de conjuntos[463].

A internacionalização produtiva da Embraer, no caso da *joint venture* chinesa, visava superar as barreiras de ordem legal e, nos casos da OGMA e da EAMS, estabelecer uma rede de assistência técnica de escala global, que, como visto, apresenta uma importância ainda mais significativa para o segmento de aeronaves executivas. Por sua vez, os recentes investimentos em Évora têm como objetivo central a obtenção de recursos e

---

[458] A produção do *EMB-120 Brasília* foi encerrada em 2001 (NEIVA, 2008).

[459] OTTOBONI & MORAES, 2007 e NAKAMURA, 2008a.

[460] A Embraer possui 51% das ações, enquanto os outros 49% são da AVIC II.

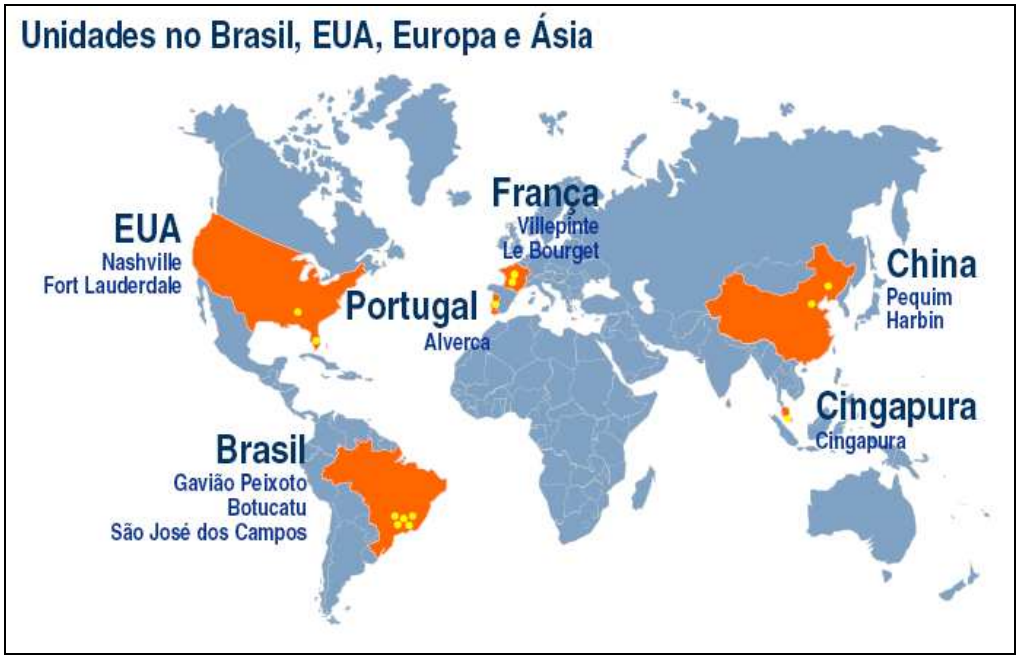
[461] A Embraer e a EADS criaram a Airholdings SGPS, SA, na qual a participação acionária da empresa brasileira é de 70%, ficando a EADS com 30%. Por sua vez, esta *holding* adquiriu 65% do capital da OGMA, o restante permaneceu com a Empresa Portuguesa de Defesa (EMPORDEF), (OGMA, 2009).

[462] A OGMA foi fundada em 1918, sendo uma das empresas aeronáuticas mais antigas do mundo. Desde 1998, a OGMA era o maior centro de manutenção independente de aeronaves da Embraer na Europa (OGMA, 2009).

[463] O investimento total está estimado em US$ 240 milhões e suas atividades estão previstas para iniciar em 2010, devendo criar cerca de 570 postos de trabalho. Em contrapartida o governo português fará um aporte de US$ 105 milhões, além dos incentivos fiscais (LUSA, 2008c).

incentivos públicos — de Portugal e da União Européia — para os novos investimentos, particularmente aqueles relacionados ao desenvolvimento tecnológico[464].

Figura 21 – Embraer: Unidades produtivas e de assistência técnica no Mundo



Fonte: Embraer.

Por fim, cabe destacar a ampla reestruturação societária promovida pela Embraer em março de 2006. Essa reestruturação buscou simplificar a estrutura de capital da empresa, que passou a ser composta apenas por ações ordinárias, ou seja, com direito a voto. Além disso, foram estabelecidas as seguintes diretrizes: a) nenhum acionista ou grupo de acionistas terá direito a voto superior a 5%, desestimulando a concentração de ações em poucos controladores; b) os acionistas estrangeiros, seja individualmente ou em grupo, terão seu direito limitado a 40% do total de votos, de forma a evitar a desnacionalização da empresa; c) qualquer acionista ou grupo de acionistas está proibido de adquirir uma participação igual ou superior a 35% do capital da Embraer, salvo com expressa autorização da União, na qualidade de detentora da *golden share*, e sujeita à realização de uma Oferta Pública de Aquisição (OPA)[465].

---

[464] Os investimentos em Portugal abrem espaço para a Embraer ter acesso a recursos não-reembolsáveis a serem investidos em P&D advindos do *7th Framework Program* da União Européia (7th FRAMEWORK PROGRAM, 2008).

[465] Para uma análise mais detalhada da reestruturação societária da Embraer ver o Projeto NM — Memorando Descritivo da Operação (EMBRAER, 2006c).

Essa profunda reestruturação patrimonial transformou a Embraer na primeira companhia brasileira de grande porte com capital totalmente pulverizado e teve como objetivo central *"dar maior flexibilidade aos acionistas em termos de liquidez e potencial de valorização, em especial nos mercados acionários internacionais, e em função da sua inserção no Novo Mercado da BOVESPA*[466]*, que exige maior controle do padrão de governança corporativa"*[467]. As captações no mercado acionário que, nesse período apresentava uma elevada liquidez, propiciaram uma nova fonte de recursos a baixo custo, particularmente para investir no desenvolvimento de novas aeronaves.

A pulverização do patrimônio associada às restrições impostas ao capital estrangeiro facultou uma maior flexibilidade aos antigos controladores da Embraer, possibilitando-lhes a venda de suas ações no mercado acionário, sem o risco de uma desnacionalização do controle da empresa[468]. As restrições ao capital estrangeiro foram mantidas na reestruturação acionária por exigência dos militares e também da direção da empresa, pois a eventual transferência do controle para um concorrente estrangeiro significaria o fim da autonomia tecnológica e empresarial da Embraer.

As novas regras societárias também decretaram o fim da aliança estratégica com as empresas francesas, pois elas perderam o poder de indicar representantes para o conselho de administração da empresa e, em decorrência, venderam as participações que possuíam na Embraer. O rompimento dessa vinculação direta com os franceses, particularmente nos projetos de defesa, era uma reivindicação, ainda que velada, dos militares. Além disso, também afastou o risco de uma maior ingerência dos sócios franceses nos destinos da Embraer[469].

---

[466] Novo Mercado é um segmento da BOVESPA (Bolsa de Valores de São Paulo) destinado a negociação de ações emitidas por companhias que se comprometam, voluntariamente, com a adoção de práticas de governança corporativa adicionais em relação ao que é exigido pela legislação (NOVO MERCADO, 2009).

[467] MARTINEZ, 2007, p.274.

[468] Antes das alterações societárias existia o risco de desnacionalização no caso da saída de um dos acionistas controladores, com foi apresentado por BERNARDES (2000b, p.360): *"supondo-se que o negócio de produzir aviões deixe de ser um negócio rentável, acarretando a eventual saída do grupo Bozano Simonsen do controle da Embraer, o cenário de desnacionalização e desmobilização industrial provocada pela compra da empresa por uma concorrente não é um cenário completamente impossível"*.

[469] *"Na prática, a reestruturação societária significou a quase que completa eliminação dos poderes dos acionistas estratégicos europeus na tomada de decisões estratégicas da Embraer, o que levou a alguns analistas a considerarem a reestruturação levada a efeito por Maurício Botelho e o Chief Financial Officer*

III.2.2. Inserção na Estrutura Produtiva Nacional e Internacional

O Diferencial Competitivo da Embraer

A Embraer, empresa líder da indústria aeronáutica brasileira, apresentou um avanço extraordinário ao longo das suas quatro décadas de existência, consolidando-se como uma das mais importantes empresas aeronáuticas do mundo. Esta posição de destaque alcançada é resultado da sua *core competence*[470] dada pela somatória entre capacitação tecnológica e competência empresarial.

A capacitação tecnológica da Embraer foi alcançada graças aos esforços cumulativos[471] em desenvolver as tecnologias-chaves que determinam o avião como um produto final, com destaque para as áreas de projeto e montagem final das aeronaves. Esta opção estratégica permitiu à Embraer evoluir, produzindo aviões cada vez maiores e mais sofisticados (gráfico 5), num período em que os custos e a complexidade tecnológica das aeronaves cresceram de forma significativa[472]. Dado que a Embraer concentrou suas atividades no topo da cadeia produtiva, a capacidade de coordenar uma ampla rede de fornecedores se tornou outra importante vantagem competitiva construída. Cabe ressaltar que, ao longo dos anos, a Embraer evoluiu nesses relacionamentos, passando a adotar uma bem sucedida estratégia de parceria de risco junto aos fornecedores selecionados.

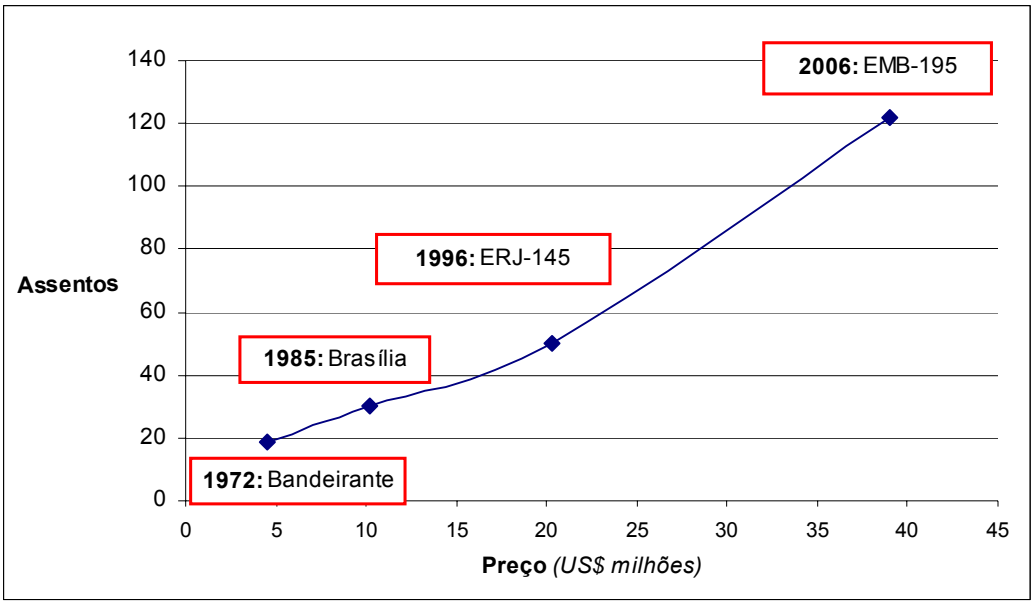
(CFO) da companhia, Antonio Luiz Pizarro Manso como um pequeno coup d´etat (golpe de estado)" (DÜRING, 2007a).

[470] *"A competitividade de uma empresa em uma atividade particular é definida pelos evolucionistas como um conjunto de competências tecnológicas diferenciadas, de ativos complementares e de rotinas. Tal competência é geralmente tácita e não transferível, conferindo à firma um caráter único e diferenciado. (...) O conceito de competência central, desenvolvido principalmente por Teece, Dosi e Winter, é importante para definir uma firma, explicar por que elas diferem e como elas evoluem"* (TIGRE, 1999, p.26).

[471] *"A aprendizagem constitui um processo cumulativo, pois a absorção de informações mais avançadas requer um processo de capacitação prévia"* (TIGRE, 2006, p.105).

[472] Segundo SILVA (2008, p.273): *"Num mundo em constante mudança, o caminho para o sucesso — hoje está provado — é pavimentado pelo desenvolvimento permanente de novos produtos, cada vez mais modernos, valorizados por tecnologias e soluções de engenharia cada vez mais sofisticadas"*.

Gráfico 5 – Aviões Comerciais da Embraer: Evolução do preço[1] X capacidade[2], 1972-2006



1. Preço por aeronave com base em contratos efetivados e valores atualizados para 2008.
2. Capacidade de transporte das aeronaves comerciais: número de assentos.
Fonte: Elaboração própria.

A Embraer, particularmente depois de privatizada, também desenvolveu uma destacada competência empresarial, que está assentada na institucionalização da inteligência de mercado e na contínua evolução da governança corporativa[473]. Esta vantagem competitiva possibilitou uma melhoria não apenas na gestão da empresa, mas principalmente em questões estratégicas, como no lançamento de novas aeronaves e na obtenção de recursos para financiar os elevados custos de desenvolvimento. Em suma, esta competência permitiu que a Embraer pudesse atuar com a agressividade, agilidade e flexibilidade requeridas para avançar dentro da indústria aeronáutica mundial.

Tanto a capacitação tecnológica quanto a competência empresarial — as *core competences* da Embraer — são resultado da sua extraordinária capacidade de adaptação às limitações e situações adversas impostas ao longo da sua história. Como visto, a entrada relativamente tardia na indústria aeronáutica mundial fez com que a Embraer se concentrasse em algumas atividades estratégicas, ao contrário de seus concorrentes que desenvolviam um grande número de etapas produtivas intrafirma. O mesmo se coloca em relação às parcerias de risco, já que as mesmas foram criadas para financiar o

desenvolvimento do projeto *ERJ-145*. A própria privatização da Embraer, em 2004, foi a saída encontrada para manter a empresa em atividade, desvinculando-a do Estado, que se encontrava numa grave crise fiscal. Sendo assim, as principais vantagens competitivas, construídas a partir de um contínuo processo de aprendizado, permitiram que a Embraer pudesse avançar numa indústria marcada pelo elevado dinamismo tecnológico, pela grande intensidade de capital requerida e por uma estrutura de mercado altamente oligopolizada.

A forte relação da Embraer com o Estado também é de fundamental importância para se compreender a origem e evolução dessa empresa. Em alguns períodos a ação do Estado favoreceu a expansão da Embraer, enquanto em outros períodos contribuiu para sua crise. De forma simplificada, podem ser observadas três fases bastante distintas no relacionamento entre a Embraer e o Estado: a) 1969-1989: período do projeto "Brasil Grande Potência" dos governos militares, que possibilitou não apenas a criação da Embraer, mas sua consolidação como uma empresa aeronáutica tecnologicamente capacitada para projetar, produzir e vender aviões no mercado mundial; b) 1990-1995: fase em que a crise política e fiscal do Estado em conjunto com a adoção de uma política econômica neoliberal levou a empresa a uma delicada situação financeira, culminando com a sua privatização; c) 1996-2008: período de estabilização política e econômica, de forma que, mesmo após sua privatização, as relações com o Estado continuaram a ser um elemento determinante na competitividade desta empresa, particularmente no que se refere ao fornecimento de recursos humanos e financeiros para as atividades de P&D, além do decisivo apoio à comercialização das aeronaves. Em resumo, o ambiente institucional brasileiro, ao longo destas quatro décadas, determinou a constituição da Embraer, direcionou suas estratégias e, conseqüentemente, o seu processo de construção de vantagens competitivas. No Brasil, assim como em outros países, a relação com o Estado Nacional foi e continua sendo um dos principais determinantes das trajetórias ascendentes ou declinantes da empresa líder da indústria aeronáutica.

O conjunto de competências tecnológicas e empresariais diferenciadas, exclusivas e intransferíveis, que foram construídas pela Embrear ao longo do seu processo evolutivo e

---

[473] *"Governança corporativa é o sistema por meio do qual se exerce e se monitora o controle nas corporações"* (RABELO & SILVEIRA, 1999, p.5).

da sua inserção no ambiente institucional, permitiu que ela se constituísse num caso único, tanto na estrutura produtiva brasileira quanto na indústria aeronáutica mundial.

Inserção na Estrutura Produtiva Brasileira

A Embraer configura um caso atípico e singular na estrutura produtiva e patrimonial brasileira, pois, atualmente, é a única empresa nacional de grande porte e com destacada atuação internacional numa indústria de alta tecnologia. Ao longo da presente década, a empresa líder da indústria aeronáutica brasileira investiu uma média anual de US$ 160 milhões em atividades de P&D. Esse valor representou cerca de ⅔ dos investimentos totais da Embraer e 4,8% da sua receita líquida, uma porcentagem oito vezes maior que a média das empresas industriais do Brasil. Cabe destacar que a maior parte dos recursos investidos em P&D foi destinada às atividades aplicadas, no caso o desenvolvimento de novas aeronaves.

Tabela 17 – Embraer: Investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), 2000-2007

Anos	Investimentos em P&D (US$ milhões)	Participação do P&D *(%)*	
		Investimento Total[1]	Receita Líquida
2000	57	*34,9*	*2,1*
2001	128	*54,6*	*4,4*
2002	119	*61,1*	*4,7*
2003	164	*77,1*	*7,7*
2004	142	*79,1*	*4,1*
2005	124	*63,5*	*3,3*
2006	204	*76,2*	*5,4*
2007	350	*69,3*	*6,7*
Média	161	*64,5*	*4,8*

1. Investimento total é a somatória dos investimentos em P&D e no imobilizado.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

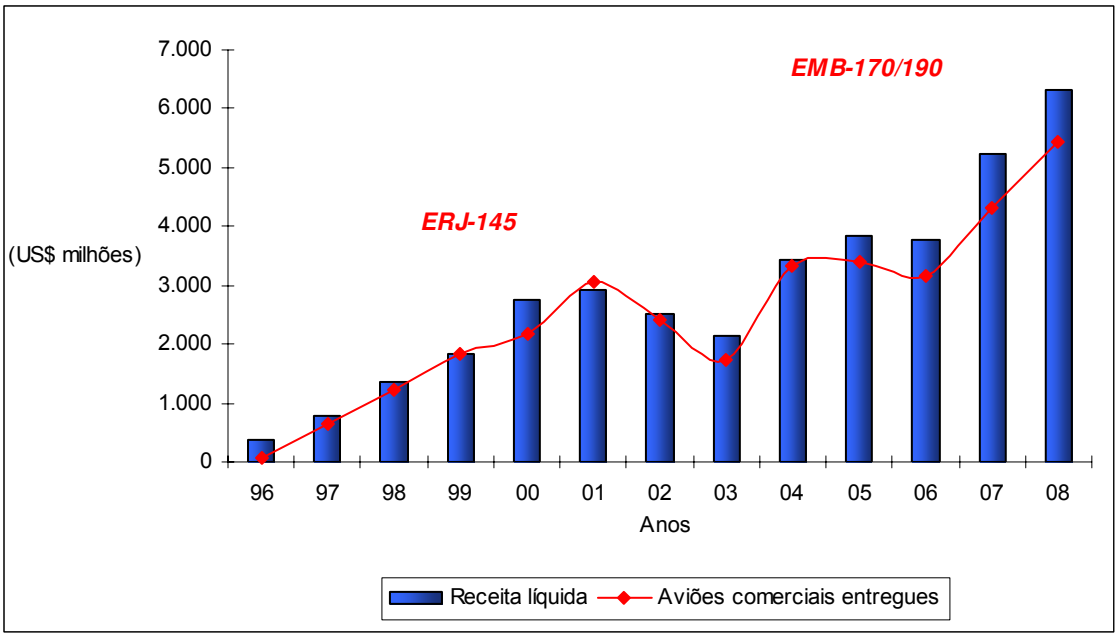
No ano de 2007, a Embraer ocupou 26° posição entre as grandes empresas brasileiras, sendo a oitava maior empresa privada de capital nacional[474]. Esta destacada inserção fez com que ela passasse a ter uma grande importância para o país, tanto do ponto de vista econômico quanto estratégico.

Desde 1996, com a entrada em operação dos jatos *ERJ-145*, a Embraer iniciou um novo ciclo de expansão que avançou até 2001, quando as vendas deste modelo atingiram o

[474] VALOR 1000, 2008, p.54.

ápice. O lançamento dos jatos comerciais da família *EMB-170/190* a partir de 2004 permitiu a retomada do ciclo ascendente, que alcançou uma escala superior de faturamento. Esse conjunto de estratégias empresariais bem sucedidas se refletiu no excepcional desempenho financeiro, dado que a receita líquida da empresa saltou de US$ 390 milhões, em 1996, para US$ 6,3 bilhões, em 2008, um expressivo crescimento em pouco mais de uma década. Nesse mesmo período, os pedidos em carteira saltaram de US$ 600 milhões de dólares para US$ 20,9 bilhões, um valor 35 vezes maior. Observa-se, assim, que os resultados econômicos da Embraer estão diretamente relacionados aos ciclos de vida dos seus principais produtos, no caso os jatos comerciais. Abaixo, o gráfico que sintetiza essa posição.

Gráfico 6 – Embraer: Receita líquida X Aeronaves comerciais[1,2], 1996-2008

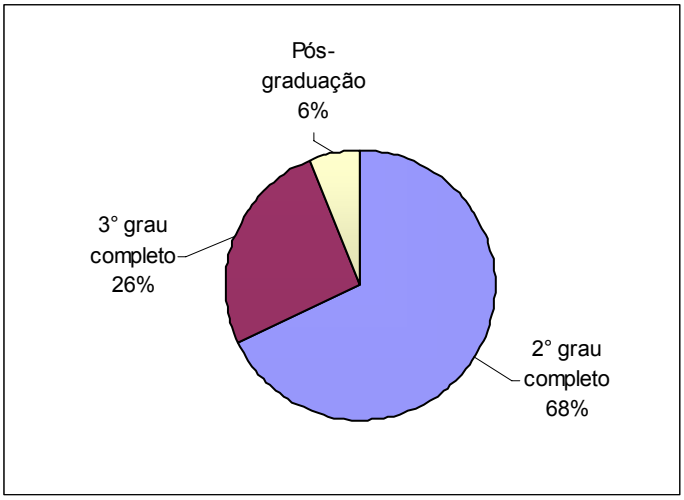


1. Aeronaves comerciais entregues ponderadas pelo seu preço médio: *ERJ-145* (US$ 20 milhões) e *EMB-170/190* (US$ 34 milhões).
2. A correlação entre estas duas variáveis é de 0,99.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

No decorrer do período de apenas 13 anos, o número de funcionários da Embraer foi ampliado de forma contínua, passando de 3.849 funcionários, em 1996, para 23.509[475], em 2008, uma expansão superior a 500%. O fato da Embraer ser uma empresa de alta tecnologia, voltada para o desenvolvimento e produção de aeronaves, se reflete

especialmente na geração de empregos de alto nível. Atualmente, todos os funcionários possuem pelo menos o 2° grau completo, sendo que, destes, quase a terça parte possui o nível superior. No ano de 2008, a Embraer empregava mais de 4.200 engenheiros, a maioria trabalhando nas áreas de projetos e integração de sistemas.

Gráfico 7 – Embraer: Nível de escolaridade dos funcionários[1], 2008



1. Inclusive das subsidiárias estrangeiras.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

A Embraer procurou avançar no mercado internacional desde seus primeiros anos de existência. A estratégia tinha como objetivo central elevar a escala produtiva para aumentar as receitas e diluir os elevados custos de desenvolvimento das aeronaves. Segundo Ozires Silva[476]: *"O mercado brasileiro era de pequena demanda, sem condições de sustentar um negócio de tamanha magnitude. Afinal, a indústria aeronáutica mundial caracterizava-se por exigir pesados investimentos em um produto considerado caro e complexo, razão pela qual se havia estabelecido apenas nos países mais desenvolvidos. Em resumo, tínhamos que exportar"*. A conquista do mercado internacional pela Embraer ocorreu na década de 1980, todavia foi o sucesso comercial dos aviões de propulsão a jato que proporcionou o forte crescimento das exportações dos últimos dez anos. Isto levou a Embraer a se posicionar como uma das três maiores empresas exportadoras brasileiras ao longo de todos os anos desta década. No ano de 2008, as vendas externas da Embraer

[475] Neste número também estão incluídos os 2.901 funcionários que trabalham no exterior (EMBRAER, 2009a).
[476] SILVA, 2008, p.50.

atingiram o seu maior valor, US$ 5,7 bilhões, representando 2,9% do total exportado pelo Brasil.

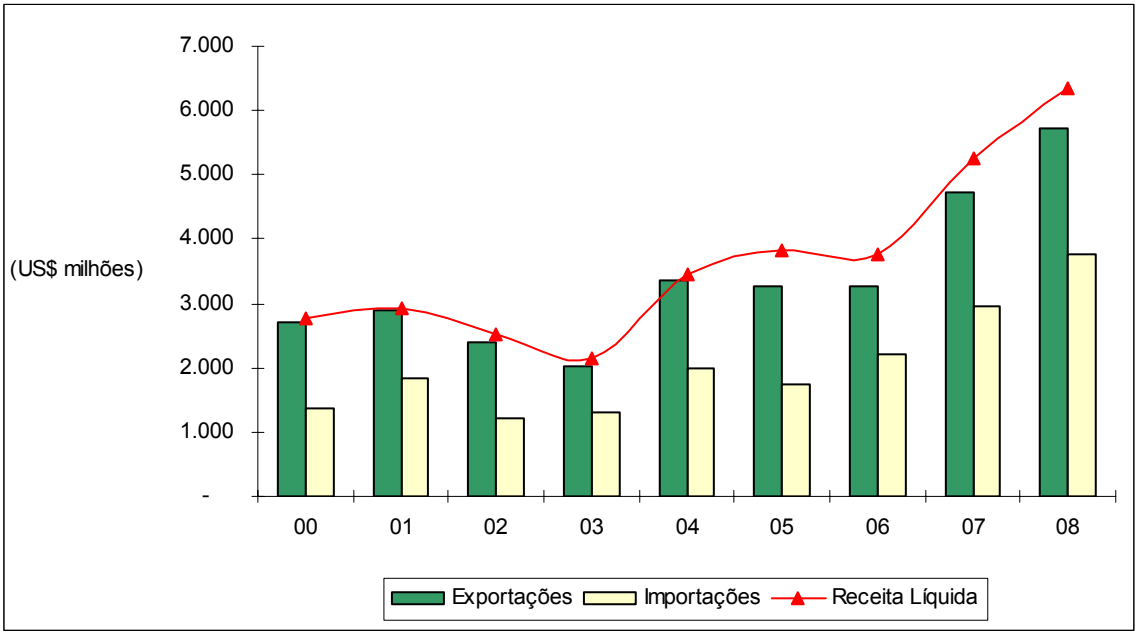
Tabela 18 – Brasil: Maiores empresas exportadoras, 2000-2008

Posição	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1°	**Embraer**	**Embraer**	Petrobras	Petrobras	Petrobras	Petrobras	Petrobras	Petrobras	Petrobras
2°	Vale	Petrobras	**Embraer**	Vale	**Embraer**	Vale	Vale	Vale	Vale
3°	Petrobras	Vale	Vale	**Embraer**	Vale	**Embraer**	**Embraer**	**Embraer**	**Embraer**

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da CAMEX.

As atividades produtivas da Embraer, concentradas nas etapas finais da cadeia produtiva, fez com que ela também se tornasse uma grande importadora, a segunda maior do país em 2008. Na presente década, a Embraer adquiriu no exterior 56% do valor gerado pelas suas receitas, e, em contrapartida, as exportações responderam por 93% do mesmo valor, possibilitando a acumulação de um superávit comercial de quase US$ 12 bilhões, entre 2000 e 2008. Constata-se ao longo desse mesmo período uma elevadíssima correlação entre a receita líquida, as exportações e as importações da Embraer, como demonstra o gráfico 8.

Gráfico 8 – Embraer: Receita líquida, exportação e importação, 2000-2008



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

A destacada inserção da Embraer no mercado externo é ressaltada ainda mais pelo fato da empresa ser uma grande exportadora de produtos de alta sofisticação tecnológica, e que contribui, dessa maneira, para promover a própria imagem do Brasil no exterior. A Embraer é vista como o maior símbolo da tecnologia genuinamente brasileira[477], da mesma forma que LG na Coréia, a Toyota no Japão e a Apple nos EUA[478]. *"A existência da Embraer tem contribuído para a inserção do Brasil no contexto internacional, auxiliando inclusive na redução do custo-país"*[479].

A Embraer também desempenha um papel central na estrutura de defesa nacional. Em 2007, o faturamento de US$ 346 milhões gerado pela empresa na venda de aeronaves e equipamentos de uso militar foi um pouco inferior ao faturamento obtido por toda a indústria de defesa vinculada ao setor aeroespacial brasileiro[480], estimado em US$ 400 milhões[481]. A Embraer é a maior fabricante de equipamentos de defesa do país se destacando como a grande fornecedora de aviões para a FAB[482]. Na síntese apresentada pela tabela 19, mais de 60% da frota de aviões utilizados pela FAB foram produzidos pela Embraer, destacando-se a participação da empresa nas categorias de aeronaves mais sofisticadas, como os aviões de combate e de vigilância aérea. Isto possibilita ao Brasil ocupar o seleto grupo de não mais de quinze nações cujas forças aéreas são majoritariamente equipadas com aeronaves de fabricação nacional.

---

[477] Segundo a consultoria internacional Brand Finance, no ranking de 2007, apenas a marca Embraer estava estimada em cerca de US$ 680 milhões. Um valor relativamente elevado para uma empresa que não atua na fabricação de bens de consumo (BOMPAN & BALDI, 2009).

[478] FERREIRA, 2008a, p.53-54.

[479] Entrevista concedida pelo Diretor de Relações de Planejamento Empresarial da Embraer, Hermann Ponte e Silva, em 19 de agosto de 2004.

[480] Este segmento da indústria de defesa está relacionado com o desenvolvimento e a produção de armamentos: mísseis, foguetes, radares, componentes e partes. Também estão incluídos os diversos sistemas de defesa e de comunicação, tanto embarcados como em terra e a integração destes sistemas em ambientes de rede (AIAB, 2008).

[481] FERREIRA, 2009, p18.

[482] Cerca de 20 forças aéreas no exterior também operam com os aviões da Embraer, com destaque para a *Royal Air Force*, britânica, e a *Armée de l'Air*, francesa.

Tabela 19 – Participação dos aviões produzidos pela Embraer na frota da Força Aérea Brasileira, 2007

Categoria	Descrição	Aviões da FAB		(%)
		Total	Embraer	
Combate	caças de superioridade aérea e de ataque	158	78	*49,4*
Patrulha e Vigilância	vigilância aérea, sensoriamento remoto, patrulha marítima e reconhecimento fotográfico	39	27	*69,2*
Transporte	transporte de tropas, de autoridades, reabastecimento em vôo e utilitários	225	132	*58,7*
Treinamento	treinamento básico, avançado e ataque leve	283	201	*71,0*
Total		705	438	*62,1*

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da FLAP INTERNATIONAL, 2008.

A produção de aviões militares de alto desempenho também permite o acesso às tecnologias de ponta, que posteriormente são utilizadas no desenvolvimento e produção de aeronaves civis. Um dos exemplos foi o desenvolvimento e produção do caça a jato *AMX*, mesmo tendo sido um fracasso comercial, permitiu que a Embraer dominasse a tecnologia de aeronaves de propulsão a jato, depois utilizada no desenvolvimento da família de jatos regionais *ERJ-145*, este sim um sucesso nas exportações. Por outro lado, também se verifica a utilização de aeronaves civis como plataformas de sistemas de defesa, sendo este o caso das aeronaves de vigilância eletrônica contratadas para o SIVAM. Dessa forma, a inserção no segmento de aeronaves militares apresenta um caráter estratégico no desenvolvimento tecnológico da Embraer.

A singularidade da Embraer também é vista dentro da sua estrutura patrimonial e de governança corporativa, pois é o único grande grupo nacional com capital totalmente pulverizado, não havendo um bloco de controle, nem mesmo com uma participação minoritária, como pode ser observado na tabela 20. Em decorrência disso, a direção da Embraer apresenta uma elevada autonomia quando comparada com outras empresas nacionais, pois não responde diretamente a nenhum acionista controlador. *"Seus padrões de gestão estão acima da média das empresas nacionais, em consonância com os padrões*

globais do seu segmento de atuação, e recebe pressões contínuas para a melhoria da empresa em função da sua colocação e desempenho no mercado de capitais"[483].

Tabela 20 – Brasil: Estrutura de controle dos 50 maiores grupos econômicos, 2007

Estrutura de controle[1]	Características	N° de Grupos Econômicos
Estrangeiro	Firma estrangeira > 50% das ações c/ direito a voto	21
Estatal	Governo > 50% das ações c/ direito a voto	6
Majoritário dominante / Familiar	Acionista > 50% das ações c/ direito a voto	14
Minoritário dominante	Acionista > 20% e < 50% das ações c/ direito a voto	8
Pulverizada	Acionista < 20% das ações c/ direito a voto	1 (Embraer)

1. Tipologia apresentada por THOMSEN & PEDRESEN, 1999.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do VALOR GRANDES GRUPOS, 2008.

O custo do capital é um dos elementos centrais do padrão de concorrência da indústria aeronáutica, tanto no desenvolvimento de novas aeronaves quanto no financiamento das suas vendas. Embora a Embraer seja um *global player* e tenha a quase totalidade do seu faturamento em moeda estrangeira, o diferencial de custo do capital sempre foi um dos maiores fatores de desvantagem competitiva em relação aos seus concorrentes. Assim, a reestruturação societária realizada em 2006 passou a ter um papel decisivo para diminuir este diferencial do custo do capital, pois possibilitou a captação direta no mercado acionário internacional[484].

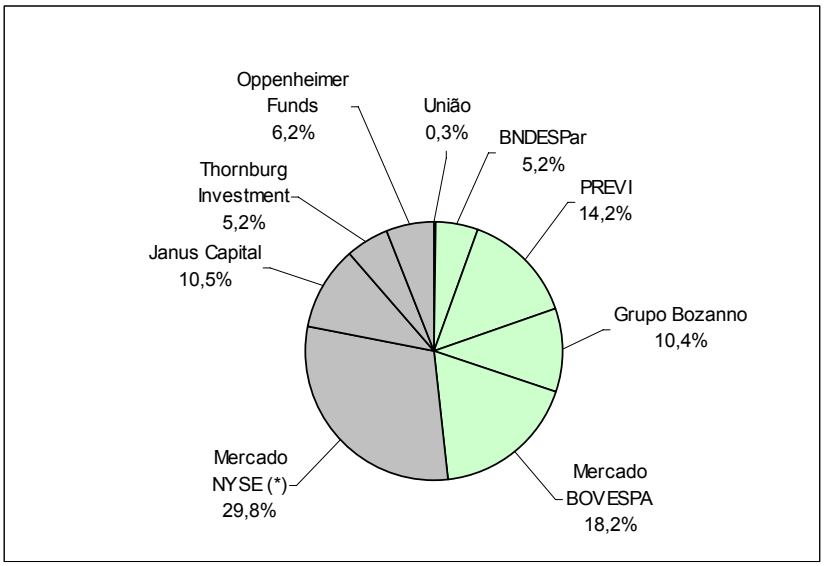
Este novo modelo de estrutura societária permitiu a Embraer utilizar o mercado acionário internacional para se capitalizar, sem correr o risco de uma desnacionalização, pois, como visto anteriormente, os acionistas estrangeiros, isoladamente ou em grupo, têm direito ao voto restrito a no máximo 40% do total. Isto fez da Embraer um caso particular, pois, atualmente, cerca de 50% do seu capital se encontra em poder dos acionistas estrangeiros, embora nenhum membro do conselho de administração ou da diretoria tenha sido indicado diretamente por eles (gráfico 9 e quadro 4). Em suma, a Embraer utiliza o capital estrangeiro, mas o controle continua sendo nacional.

---

[483] MARTINEZ, 2007, p.308.

[484] Segundo MARCON (2002, p.13):*"O elevado custo do capital local e a pouca representatividade do mercado de capitais brasileiros estimularam empresas a buscarem na internacionalização da estrutura de capital uma alternativa para seu financiamento de longo prazo"*.

Gráfico 9 – Embraer: Estrutura de capital, dezembro de 2008



Acionistas brasileiros (48,3%).

Acionistas estrangeiros (51,7%).

(*) *New York Stock Exchange (NYSE)*, a Bolsa de Valores de Nova York.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

Quadro 4 – Embraer: Composição do Conselho de Administração, dezembro de 2008

Membros	**Origem/Indicação**
Maurício Novis Botelho	Grupo Bozano
Vitor Sarquis Hallack	Grupo Bozano
José Reinaldo Magalhães	Previ
Wilson Carlos Eduardo Delfino	Sistel
Neimar Dieguez Barreiro	Força Aérea Brasileira
Boris Tabacof	Independente
Eduardo Salomão Neto	Independente
Hermann Heinemann Wever	Independente
Samir Zraick	Independente
Paulo Cesar de Souza Lucas	Clube de Investimentos do Empregados
Claudemir Marques de Almeida	Funcionários

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

Inserção na Indústria Aeronáutica Mundial

A Embraer também configura um caso atípico e singular da indústria aeronáutica mundial, sendo a única empresa estabelecida fora dos países desenvolvidos a se posicionar entre as líderes globais. Em 2007, ela ocupou a nona posição entre as maiores empresas aeronáuticas do mundo, concentrando grande parte de suas vendas no mercado de aviões comerciais.

Tabela 21 – Indústria Aeronáutica Mundial: 10 maiores empresas por país de origem, 2007

Países/Regiões	Classificação	Empresas	Principal mercado
EUA	1°	Boeing	Comercial
	3°	Lockheed Martin	Defesa
	7°	Textron	Executivo
Europa	2°	EADS	Comercial
	4°	BAE Systems	Defesa
	5°	Finmeccanica	Defesa
	8°	Dassault Aviation	Executivo
Canadá	6°	Bombardier Aerospace	Executivo
Brasil	**9°**	**Embraer**	Comercial
Japão	10°	Mitsubishi	Aeroestrutura

Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios Anuais das empresas para o ano de 2007.

Cabe destacar que, nos últimos 40 anos, a Embraer foi a única nova empresa a se consolidar no mercado mundial de aeronaves comerciais. Este é o mercado mais oligopolizado e globalizado de toda indústria aeronáutica mundial, e seus produtos devem estar adequados às exigências do mercado, incorporando inovações tecnológicas que tragam rentabilidade aos usuários, conforto e segurança aos passageiros. As empresas que atuam nesse mercado também devem combinar as elevadas escalas produtivas — para atender as grandes encomendas — com a flexibilidade necessária para enfrentar as fases descendentes dos ciclos do produto. Por fim, deve estabelecer uma imagem de credibilidade e abrir canais de negociação junto às principais companhias aéreas do mundo. Este conjunto de exigência fez com que, no transcorrer das últimas quatro décadas, diversas empresas deixassem de operar neste mercado, destacando-se entre estas:

- 1974: a Mitsubishi Heavy Industries japonesa e suas associadas deixaram o mercado de aeronaves comerciais e se voltaram para a fabricação de aeroestruturas e de aviões militares sob licença;
- 1984: a Lockheed Martin norte-americana saiu do segmento comercial depois de uma severa crise financeira, se concentrando no setor de defesa;
- 1995: McDonnell Douglas norte-americana, tradicional fabricante de aviões comerciais de médio e grande porte, foi incorporada pela Boeing;
- 1996: Fokker holandesa, antiga líder no segmento de aeronaves comerciais de médio porte, foi à falência;

- 1999: Saab sueca, depois da fracassada estratégia de optar pelos aviões regionais turboélices, concentrou-se na produção de aviões de caça;
- 2001: a British Aerospace britânica deixou de produzir aviões comerciais, voltando-se para o setor de defesa;
- 2002: a Fairchild-Dornier alemã foi à falência depois de uma tentativa fracassada de desenvolver um avião regional de propulsão a jato.

Em 2006, a Embraer atingiu a liderança no segmento de jatos regionais depois de mais de uma década de intensa disputa com a empresa canadense Bombardier. Naquele ano, pela primeira vez, a carteira de pedidos da Embraer superou a da sua rival canadense, acumulando US$ 14,8 bilhões contra US$ 11,7 bilhões. Apesar de ter vendido menos aviões comerciais que a Bombardier[485], o faturamento da Embraer nesse segmento de mercado, em 2006, foi de US$ 2,4 bilhões, enquanto a empresa canadense faturou US$ 2,1 bilhões. Em 2007, a Embraer ampliou a diferença ao faturar, no segmento comercial, 32% a mais que sua concorrente[486]. Dessa forma, a empresa brasileira se consolidou como a terceira maior fabricante de aviões comerciais do mundo, atrás apenas da européia Airbus e da norte-americana Boeing, ambas atuando no segmento de grandes aeronaves.

Tabela 22 – Maiores fabricantes mundiais de aeronaves comerciais, 2006-2007

Empresas	Categorias	Faturamento (US$ bilhões)[1]	
		2006	2007
Airbus[2]	Jatos de grande porte	31,5	36,7
Boeing Commercial Airplanes[3]	Jatos de grande porte	28,4	33,3
Embraer	Jatos de médio porte	**2,4**	**3,3**
Bombardier Aerospace	Jatos e turboélices de médio porte	2,1	2,5
ATR[4]	Turboélices de médio porte	0,7	1,1

1. Faturamento correspondente a venda de aeronaves comerciais.
2. Subsidiaria integral do grupo EADS.
3. Divisão de aeronaves comerciais do grupo Boeing.
4. *Joint venture* entre os grupos europeus EADS e Finmeccanica.

Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios Anuais das empresas para os anos de 2006 e 2007.

[485] Em 2006, a Embraer entregou 98 aviões comerciais, enquanto a Bombardier entregou 138 unidades, sendo 110 de aviões a jato e 28 turboélices. Entretanto, no ano de 2007, a Embraer também superou a Bombardier neste aspecto, tendo entregado 130 jatos comerciais contra 112 aeronaves comerciais da sua concorrente (EMBRAER, 2006b e 2007; BOMBARDIER, 2006 e 2007).

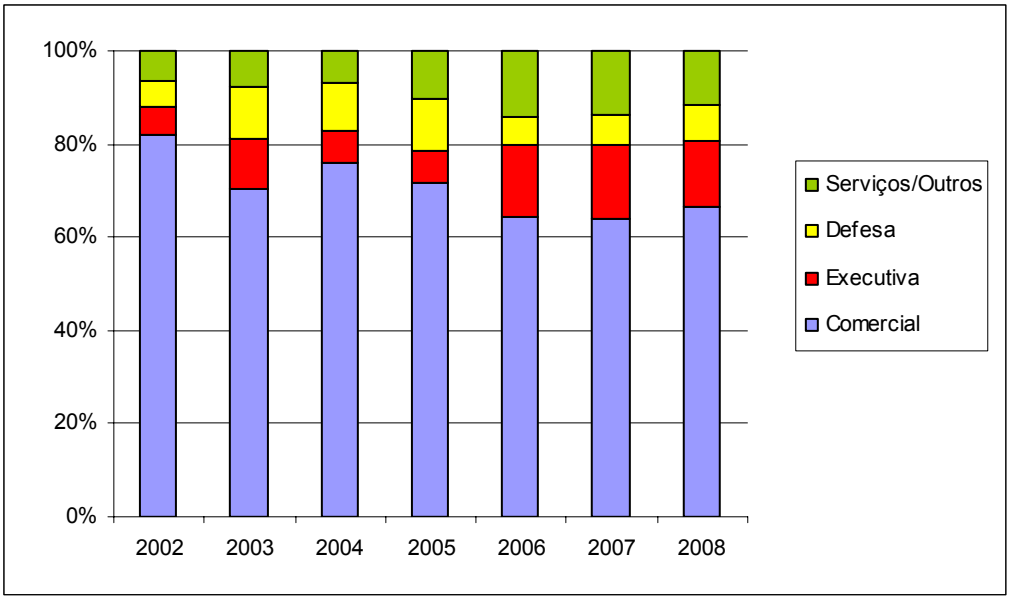
[486] Apesar do maior faturamento da Embraer no segmento de aviões comerciais, ela ainda é menor que a Bombardier Aerospace que, em 2007, faturou US$ 9,7 bilhões contra US$ 5,2 bilhões da empresa brasileira (EMBRAER, 2007; BOMBARDIER, 2007).

III.2.3. Capacitação Tecnológica e Estratégias de Mercado

Aviação Comercial

O principal segmento de atuação da Embraer é o de aviões comerciais de propulsão a jato na faixa de 30 a 120 assentos. Este segmento, que chegou a representar mais de 80% do faturamento da empresa, teve a sua participação gradativamente reduzida ao longo da presente década; porém, essa participação ainda continua elevada representando mais de 60% das vendas da empresa brasileira nos últimos três anos.

Gráfico 10 – Embraer: Composição da receita por segmento de mercado, 2002-2008



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

A Embraer é atualmente a líder mundial no segmento de jatos regionais, produzindo duas famílias de aviões[487]: a) a família *ERJ-145*, de 35 a 50 assentos[488], foi um grande êxito comercial, embora nos últimos anos as vendas tenham entrado num ciclo descendente em decorrência da saturação da sua faixa de mercado, particularmente nos países desenvolvidos. Atualmente, as vendas estão concentradas em mercados pouco saturados, como o chinês[489]; b) a família *EMB-170/190*, também denominada *E-Jets*, apresenta quatro

[487] Família de Aeronaves: versões derivadas de um modelo básico que permitem atender demandas específicas, além de propiciar menores custos e maior disponibilidade para os operadores.

[488] *ERJ-135* (37 assentos), *ERJ-140* (44 assentos) e *ERJ-145* (50 assentos), (EMBRAER, 2008).

[489] O *ERJ-145* continua a ser vendido para outros segmentos de mercado, no qual são utilizados como plataformas de aeronaves executivas e militares.

modelos de aeronave com capacidade para transportar entre 70 e 120 passageiros[490]. Estas aeronaves entraram em operação a partir de 2004[491], e, desde então, encontram-se num ciclo ascendente de vendas, configurando-se como grande sucesso comercial.

A aposta no segmento de aeronaves comerciais de categoria intermediária (70-120 assentos) forneceu uma importante vantagem competitiva para a Embraer. Isto porque as companhias aéreas, visando uma maior rentabilidade, têm buscado adequar a capacidade de suas aeronaves à demanda de uma determinada rota, estratégia denominada *right-sizing*. Nesse sentido, houve um grande aumento da demanda por aeronaves de categoria intermediária e a Embraer é praticamente a única empresa aeronáutica a atuar nesta faixa de mercado, oferecendo uma família completa de modernas aeronaves com desempenho e conforto equivalentes aos das grandes aeronaves comerciais[492]. Os jatos da família *EMB-170/190* estão sendo encomendados principalmente pelas companhias aéreas de baixo custo e baixa tarifa (*low-cost, low-fare*), que utilizam estes aviões em rotas de média densidade ou de alta densidade em horários intermediários.

Quadro 5 – Principais Fabricantes de Jatos Comerciais com até 120 assentos: Modelos por categoria, 2008

Empresas (Grupos)	Categorias (número de assentos)		
	31 - 60	61 - 90	91 - 120
Airbus (EADS)			A-318
Bombardier Aerospace	CRJ-200	CRJ-700/900	CRJ-1000[1] e C-Series[2]
Embraer	**ERJ-135/145**	**EMB-170/175**	**EMB-190/195**
AVIC I		ARJ-21.700[3]	ARJ-21.900[3]
Sukhoi		SSJ-100.75[3]	SSJ-100.95[3]
Mitsubishi (MHI)		MRJ-70[2]	MRJ-90[2]

Aeronaves em operação

1. Aeronaves em fase de lançamento.
2. Aeronaves em fase de estudo/desenvolvimento.
3. Aeronaves em fase de testes/homologação.

Fonte: Elaboração própria a partir de fontes secundárias.

[490] *EMB-170* (70-80 assentos), *EMB-175* (78-88 assentos), *EMB-190* (98-114 assentos) e *EMB-195* (108-122 assentos), (EMBRAER, 2008).

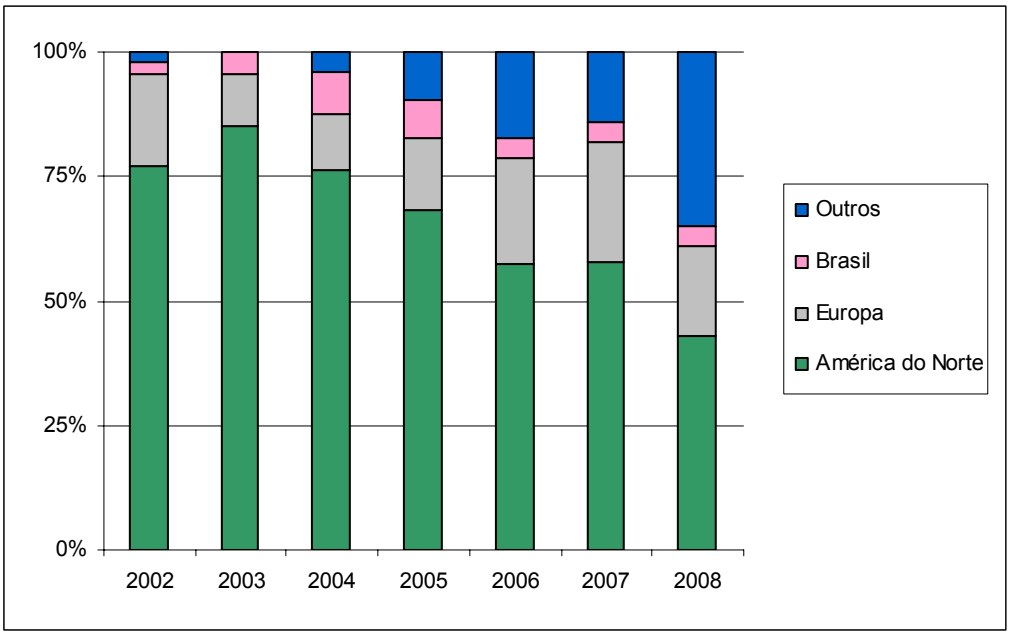
[491] O primeiro modelo a entrar em operação foi o *EMB-170*, em 2004, e o último foi o *EMB-195*, em 2006.

[492] Os aviões concorrentes da Bombardier, *CRJ-700* (70 assentos) e *CRJ-900* (86 assentos), são versões alongadas do jato regional *CRJ-200* (50 assentos). Por sua vez, o *Airbus A-318* tem capacidade para 117 passageiros. Dessa maneira, a faixa de mercado de 90 a 115 assentos é ocupada exclusivamente pelos jatos *EMB-190* e *EMB-195* da Embraer.

A Embraer venceu a canadense Bombardier, não apenas nas disputas da OMC, mas principalmente com o lançamento da nova família de aeronaves. Enquanto os *E-Jets* da Embraer estão sendo vendidos desde 2004, a Bombardier ainda não entrou neste segmento de mercado. Dessa maneira, a Embraer é, atualmente, a líder mundial na fabricação de jatos comerciais de 70 a 120 assentos, não obstante existam quatro concorrentes potenciais nesta categoria de aeronave. Em 2008, dois novos modelos concorrentes realizaram o primeiro vôo, o *SSJ-100*, da russa Sukhoi, e o *ARJ-21*, da chinesa AVIC I. Além destes, a canadense Bombardier e a japonesa Mitsubishi estão planejando lançar novos modelos de jatos, o *C-Series* e o *MRJ*, respectivamente. Apesar dos dois primeiros concorrentes não terem experiência na comercialização de aeronaves no ocidente e dos dois últimos modelos ainda estarem na fase de estudo e desenvolvimento, a expectativa é de que a Embraer não continuará sozinha neste segmento de mercado. Por outro lado, a empresa brasileira ainda deverá manter a liderança nessa categoria de aeronave por muitos anos. Os dois modelos recém lançados — particularmente o chinês *ARJ-21* — estão voltados prioritariamente para atender os respectivos mercados internos. Quanto aos aviões canadense e japonês, se estes forem efetivamente lançados, a expectativa é que isto ocorra apenas em médio prazo. Entretanto, a questão fundamental é qual o nível de inovações tecnológicas que estas novas aeronaves irão incorporar, particularmente no campo dos materiais e das turbinas[493]. De todo modo, os novos concorrentes deverão encontrar um mercado relativamente saturado pelas aeronaves brasileiras, além de enfrentar uma empresa com uma estrutura bastante consolidada.

[493] Observa-se que o avião chinês é tecnicamente inferior aos *E-Jets*, enquanto o modelo russo é, no máximo, equivalente. Quanto às aeronaves canadense e japonesa, a expectativa é que ambas empreguem um maior percentual de materiais compostos. Além disso, esses dois projetos indicam a utilização da inovadora turbina *PW 1000 Pure Power* que está sendo desenvolvida pela Pratt & Whitney e promete ser mais econômica (consumo 15% menor), silenciosa e menos poluente.

Gráfico 11 – Embraer: Composição da receita por região, 2002-2008



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

Ainda dentro do segmento de aeronaves comerciais, a Embraer tem procurado expandir suas vendas para novos países, novas regiões. O mercado da América do Norte, que chegou a responder por 85% do faturamento da empresa brasileira no ano de 2003, diminuiu sua participação para 43%, em 2008. Por outro lado, observa-se uma grande expansão dos países classificados em "outros", já que estes possuíam uma participação insignificante e atualmente respondem por cerca de um terço das vendas da Embraer.

Aviação Executiva

Apesar das boas perspectivas na aviação comercial, a Embraer está buscando diversificar suas operações para outros mercados, de forma a ampliar seus ganhos e diminuir os riscos de concentrar suas vendas em apenas um único segmento. A Embraer está adotando uma estratégia bastante agressiva para se tornar, até 2015, um dos grandes *players* mundiais no mercado de jatos executivos. Para isto, ela começou aproveitando as sinergias existentes e lançou o modelo *Legacy*[494], um jato executivo de médio porte (categoria *super midsize*), com capacidade para 10-14 passageiros, derivado do seu jato regional *ERJ-135*. Esta aeronave entrou em operação em 2002 e, cinco anos depois, já era a

[494] Em 2005, o *Legacy* foi renomeado como *Legacy-600*.

aeronave líder de vendas da sua categoria, ocupando 15% deste segmento. No ano de 2006, anunciou o lançamento de um jato executivo de grande porte (*ultra-large*), o *Lineage-1000*, também derivado de um jato comercial, no caso o *EMB-190*. Este avião, que deverá estar em operação em 2009, será um dos maiores aviões executivos produzidos em série, concorrendo diretamente com o *ACJ*, da Airbus, e com o *BBJ*, da Boeing[495].

Juntamente com as versões executivas dos jatos comerciais, a Embraer passou a desenvolver modelos exclusivos de jatos executivos para ocupar outras categorias deste mercado. Em maio de 2005, apresentou dois novos produtos para as categorias de jatos leves, designados *Phenom-100 (very light jet)* e *Phenom-300 (light jet)*, para 6-8 e 8-9 ocupantes, respectivamente. Estas aeronaves de elevado desempenho e sofisticação visam atender clientes que buscam aviões modernos e com preços competitivos[496]. Por sua vez, o custo de desenvolvimento das duas aeronaves foi estimado em US$ 250 milhões. Este valor, relativamente baixo para duas aeronaves, é devido ao elevado grau de comunalidade que existe entre elas. As primeiras entregas do *Phenom-100* ocorreram no final de 2008, enquanto que o *Phenom-300* deve entrar em operação em 2010. Conjuntamente, estes dois aviões já acumulam mais de 700 ordens firmes. Por fim, é importante destacar que a Embraer está investindo US$ 51 milhões em uma nova unidade produtiva a ser construída nos EUA para realizar a montagem final dos jatos *Phenom* destinados à América do Norte, o principal mercado desta aeronave. Prevista para entrar em funcionamento em 2010, a nova fábrica realizará a montagem final, pintura e acabamento dos aviões executivos, estando localizada no Aeroporto Internacional de Melbourne, no Estado da Flórida, EUA[497].

---

[495] O *Airbus Corporate Jetliner (ACJ)* é uma versão executiva do *Airbus A-319*, enquanto que o *Boeing Business Jet (BBJ)* é uma versão executiva do *Boeing 737-700*.

[496] *"A americana Robb Report, espécie de bíblia mundial dos artigos de luxo, elegeu o Phenom 100 o melhor jato executivo do planeta em seu 20º anuário The Best of the Best"* (EXAME, 2008).

[497] OSSE, 2008f.

Quadro 6 – Principais Fabricantes de Jatos Executivos: Modelos por categoria, 2008

Empresas (Grupos)	Categorias de Jatos Executivos							
	Very Light	Light	Mid-light	Mid-size	Super Mid-size	Large	Ultra-long Range	Ultra Large
Boeing								■
Airbus (EADS)								■
Bombardier Aerospace		■	■	■	■	■	■	
Dassault Aviation					■	■	◆	
Gulfstream (GD)				■	■	■	◆	
Embraer	◆	◆	◆	◆	■			◆
Cessna (Textron)	■	■	■	■	◆			
Hawker Beechcraft		◆	■	■	■			

■ Aeronaves em operação.
◆ Aeronaves em fase de desenvolvimento.
Fonte: Elaboração própria a partir de informações de fontes secundárias.

Em 2008, a Embraer confirmou oficialmente a decisão de investir em torno de US$ 750 milhões no desenvolvimento de dois novos jatos executivos de médio porte, o *Legacy-450* na categoria *midlight* e o *Legacy-500* na categoria *midsize*[498]. Estas aeronaves serão baseadas em uma nova plataforma, além de incorporar diversas inovações tecnológicas, sendo, por exemplo, as primeiras da categoria a utilizar a tecnologia *fly-by-wire*. Com capacidade para transportar entre 7 e 12 passageiros, dependendo da configuração, o *Legacy-500* e o *Legacy-450* deverão iniciar suas atividades a partir de 2012 e 2013, respectivamente. Com a entrada desses aviões em operação, a Embraer será a empresa aeronáutica com o maior portifólio de aeronaves executivas de propulsão a jato, englobando desde os pequenos *very light jet* destinados a substituir aviões a hélice, até uma grande aeronave corporativa da categoria *ultra-large*.

Aviação Militar

Ainda dentro de sua estratégia de diversificação, a Embraer também está procurando ampliar a sua atuação no segmento de defesa. Atualmente, a produção da empresa destinada a este segmento de mercado está concentrada em duas categorias de aviões militares: vigilância eletrônica e treinamento avançado. Na primeira categoria encontram-se os aviões de vigilância aérea e sensoriamento remoto, respectivamente *EMB-*

[498] NAKAMURA, 2008c.

145 AEW&C[499] e *RS/AGS*[500], que utilizam a plataforma do modelo comercial *ERJ-145*. Estas aeronaves, que estão entre as mais sofisticadas do mundo, foram desenvolvidas para atender a uma demanda inicial da FAB e, atualmente, estão sendo exportadas para as forças aéreas da Grécia, México[501] e Índia[502]. A Embraer também produz o avião de treinamento militar e ataque leve *EMB-314 Super Tucano*. Esta aeronave de alto desempenho está sendo utilizada pelas forças aéreas do Brasil e da Colômbia[503], além de estar em negociações para ser exportada ao Chile, Equador, República Dominicana e Guatemala. Além da produção de aeronaves, a Embraer participa, em conjunto com a empresa israelense Elbit, dos programas de modernização dos caças atualmente utilizados pela FAB, o *F-5 Tiger II* e *AMX*[504]. Também está prevista a modernização dos aviões de transporte leve *EMB-110 Bandeirantes* e dos aviões de treinamento *EMB-312 Tucano*. Cabe também destacar os investimentos da Embraer no desenvolvimento do *Datalink-BR2*, um software de comunicação de dados que permitirá às aeronaves da FAB e aos comandos em terra[505] a operarem em rede.

O mercado de aviões militares é de grande importância para Embraer, não apenas para diversificar suas atividades, mas como forma de acesso às tecnologias de ponta, que posteriormente são utilizadas no desenvolvimento e produção de aeronaves civis. Além disso, este segmento deverá ter sua demanda incrementada nos próximos anos em decorrência da implantação da Estratégia Nacional de Defesa[506]. Na FAB, a prioridade é *"a*

---

[499] O *EMB 145 AEW&C (Airborne Early Warning and Control)* é uma aeronave de Alerta Aéreo Antecipado e Controle que utiliza um dos mais avançados sistemas de alerta aéreo do mundo, o radar *ERIEYE* (categoria AESA), da empresa sueca Saab (EMBRAER, 2008).

[500] O *EMB 145 RS/AGS (Remote Sensing / Airborne Ground Surveillance)* é uma avançada aeronave de Sensoriamento Remoto, Vigilância Aérea do Solo e Inteligência, capaz de fornecer imagens em tempo real e inteligência eletrônica sobre objetivos no solo (EMBRAER, 2008).

[501] A Força Aérea Mexicana adquiriu uma aeronave *EMB-145 AEW&C* e duas *EMB-145 MP*, sendo esta última uma versão de patrulha marítima derivada do modelo de sensoriamento remoto (EMBRAER, 2002).

[502] As três aeronaves *EMB 145 AEW&C* exportadas para a Índia terão um sistema de radar próprio que está sendo desenvolvido pela empresa local Centre for Airborne Systems (CABS), (INDIA PRESS, 2009).

[503] Em 2005, a Força Aérea Colombiana encomendou 25 aviões *EMB-314 Super Tucano* junto a Embraer.

[504] Os programas de conversão do *F-5* e do *AMX* são estimados em US$ 300 milhões e US$ 400 milhões, respectivamente (FERREIRA, 2009).

[505] Para os comandos em terra a Embraer desenvolveu o *EPC2 – Embraer Portable Comand & Control* (EMBRAER, 2009b).

[506] *"Apresentada em dezembro de 2008, a Estratégia Nacional de Defesa é um plano focado em ações estratégicas de médio e longo prazo e objetiva modernizar a estrutura nacional de defesa que, por sua vez, demandará um significativo aumento dos investimentos em equipamentos militares. Neste contexto, a*

aquisição de aeronaves de caça que substituam, paulatinamente, as hoje existentes, buscando a possível padronização; a aquisição e o desenvolvimento de armamentos e sensores, objetivando a auto-suficiência na integração destes às aeronaves; e a aquisição de aeronaves de transporte de tropa"[507]. Para atender a demanda por aeronaves de transporte, a Embraer estará investindo, em conjunto com a FAB, em torno de US$ 1,3 bilhão no programa *KC-390*, um jato de transporte militar e reabastecimento aéreo[508] — atualmente o principal programa em desenvolvimento pela empresa. O projeto desta aeronave, que inicialmente utilizava o máximo de componentes e estruturas do jato comercial *EMB-190*, tem sofrido diversas alterações para se adequar às exigências da FAB, estando as primeiras entregas previstas para 2015[509]. A Embraer também deverá participar do programa F-X2 da FAB, que visa à aquisição dos novos caças supersônicos de primeira linha[510]. O cronograma estabelecido pela FAB visa escolher o modelo vencedor em 2009[511], e as 36 aeronaves que integrarão o 1º lote deverão ser entregues a partir de 2014[512]. Como um dos objetivos estratégicos da FAB é a transferência de tecnologia para capacitação da indústria nacional, a associação da Embraer com a empresa vencedora do programa F-X2 é um pré-requisito básico[513]. Esta parceria visaria inicialmente a produção de componentes e a integração de sistemas e, posteriormente, a montagem e adaptação das aeronaves no país.

Estratégia Nacional de Defesa também busca o fortalecimento da indústria brasileira de material de defesa, tendo como objetivo central a capacitação tecnológica desta indústria, para assegurar que o atendimento das necessidades de equipamento das Forças Armadas apóie-se em tecnologias sob domínio nacional" (FERREIRA, 2009, p.46).

[507] ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA (2008, p.41).

[508] DÜRING, 2009.

[509] O *KC-390* apresenta uma boa perspectiva de mercado, já que é o único projeto ocidental que visa substituir o tradicional avião de transporte militar *Lockheed C-130 Hércules* (DRUMOND, 2007).

[510] Este programa foi lançado pelo Ministério da Defesa em 2007, e visa à substituição gradual ao longo dos próximos anos de todos os caças atualmente em uso pela FAB: *Mirage 2000* (12), *F-5M* (57) e *A-1M* (53), (RITTNER, 2008 e MONTEIRO, 2007).

[511] Em outubro de 2008, a Comissão Gerencial do Projeto F-X2 (CGPF-X2) apresentou as aeronaves pré-selecionadas: o *F-18E/F Super Hornet* da Boeing norte-americana, o *Rafale* da Dassault francesa e o *Gripen NG* da Saab sueca (CECOMSAER, 2008).

[512] O valor estimado deste primeiro lote de aeronaves é de US$ 2,2 bilhões (MONTEIRO et.al., 2008).

[513] Ao contrário do programa F-X, quando a Embraer se associou a uma das empresas concorrentes, no programa atual, primeiro a FAB definirá qual será a empresa vencedora e depois esta deverá se associar com a Embraer.

Tabela 23 – Embraer: Mercados, aeronaves e preços, 2008

Mercados	Características Gerais	Aeronaves	Preço[1] (US$ milhões)
Comercial	A aviação comercial é o principal mercado da Embraer	*ERJ-135/145* (37-50 assentos)	20,3
		E-Jets (70-122 assentos)	29,0 a 39,0
Executivo	Inciou a operação com adaptação de jatos comerciais e, atualmente está lançando pequenos e médios aviões executivos	*Lineage 1000* (13-19 assentos)	46,0
		Legacy 600 (10-14 assentos)	26,9
		Legacy 450 e *500* (7-12 assentos)[2]	15,2 e 18,4
		Phenom 100 e *300* (4-7 assentos)	2,8 e 6,7
Defesa	Atuação em nichos de mercado:		
	● Vigilância eletrônica	*EMB 145 RS/AGS* e *AEW&C*	68,9 e 146,2
	● Treinamento avançado e ataque leve	*EMB-314 Super Tucano*	10,8
	● Transporte militar	*KC-390*[2]	50,0 a 60,0

1. Preço por aeronave com base em contratos efetivados e valores atualizados para 2008.
2. Aeronaves em fase de desenvolvimento.
Fonte: Elaboração própria.

Serviços Aeronáuticos

A Embraer também está buscando ampliar a sua atuação no segmento de prestação de serviços aeronáuticos. Inicialmente, os serviços estavam voltados para manutenção e treinamento de suas próprias aeronaves. Nos últimos anos, contudo, a área de serviços tem apresentado uma participação crescente dentro dos negócios da Embraer, passando também a fornecer serviços de manutenção e modernização para aeronaves de outros fabricantes. O que mais contribuiu para a expansão da Embraer no mercado de serviços aeronáuticos foi sua entrada no segmento de aeronaves executivas. Apesar das semelhanças técnicas com os aviões comerciais, o mercado de jatos executivos apresenta como um dos fatores competitivos determinantes a existência de uma rede de serviços pós-venda de escala global[514].

Por fim, a Embraer tem demonstrando pouco interesse na produção de aeroestruturas para outras empresas aeronáuticas, de maneira que a sua participação neste segmento está praticamente restrita à parceria de risco com a fabricante de helicópteros norte-americana Sikorsky[515].

[514] Na área de defesa, as forças aéreas possuem suas estruturas de manutenção de aeronaves. No mercado de aviação comercial, a maioria das companhias aéreas possui centros de manutenção para atender a suas próprias aeronaves.

[515] Fornecimento de peças e componentes ao helicóptero de grande porte *Helibus S-92 (*EMBRAER, 2006).

III.3. Cadeia Produtiva da Embraer

III.3.1. Evolução da Relação Interfirma

O elevado nível de complexidade tecnológica e altos custos dos novos projetos aeronáuticos fizeram com que, no final dos anos 60, o governo concentrasse todas as suas iniciativas no desenvolvimento da Embraer, não existindo, pelo menos num primeiro momento, a preocupação em desenvolver o restante da cadeia produtiva da indústria aeronáutica. Desde sua origem, a Embraer foi concebida como uma empresa que se dedicaria exclusivamente ao projeto e a montagem das aeronaves. Dessa forma, a quase totalidade das matérias-primas, componentes e sistemas passaram a ser adquiridos no mercado internacional, apenas as peças e partes de menor complexidade tecnológica começaram a ser fabricadas no Brasil por um conjunto de micro e pequenas empresas subcontratadas.

Nos anos 80, apesar do sucesso comercial e dos avanços tecnológicos obtidos pela Embraer, o restante da estrutura produtiva da indústria aeronáutica brasileira não havia acompanhado essa expansão. Os fornecedores nacionais eram, em sua maioria, empresas de micro e pequeno porte, destinadas à fabricação de produtos de baixo conteúdo tecnológico. Naquele período a Embraer ainda apresentava uma relação direta com todos os seus fornecedores, fossem nacionais ou estrangeiros. Quanto maiores e mais sofisticadas forem as aeronaves, maior a complexidade e o custo de se administrar a cadeia de fornecedores. Por exemplo, a produção do avião regional *Brasília* — que possuía cerca de 500 diferentes fornecedores, mais de 90% deles localizados no exterior — impôs elevados custos administrativos à Embraer.

Em meados da década de 1980, a Força Aérea Brasileira buscou utilizar o programa do jato militar subsônico *AMX* para incentivar o desenvolvimento do parque aeronáutico nacional. O objetivo era promover a capacitação dos fornecedores nacionais para a produção local de componentes e sistemas de maior sofisticação tecnológica, com destaque para as turbinas, trens de pouso, radares e aviônicos. Pela primeira vez, desde a criação da Embraer, o governo havia mudado sua estratégia, buscando com aquele programa militar uma maior autonomia tecnológica em setores chaves da indústria aeronáutica nacional. O

governo investiu cerca de US$ 300 milhões, em valores atuais, apenas no desenvolvimento dos fornecedores. A Companhia Eletromecânica — CELMA, estatal vinculada ao Ministério da Aeronáutica, recebeu, em valores atuais, cerca de US$ 160 milhões para se capacitar na produção de parte das peças e na montagem final das turbinas. A Tecnasa foi contratada para desenvolver o radar do *AMX* em conjunto com a empresa italiana SMA[516], enquanto que a Aeroeletrônica ficou responsável pelo desenvolvimento da aviônica. A própria Embraer, que já havia desenvolvido os trens de pouso do Tucano, foi contratada para produzir o trem de pouso principal[517] e os sistemas hidráulicos do *AMX*, criando para isto uma divisão específica, a Embraer Divisão de Equipamentos (EDE). Por fim, a Embraer também desenvolveu os softwares utilizados na integração dos sistemas aviônicos.

Entretanto, os resultados obtidos foram muito heterogêneos. A empresa que mais avançou na fabricação de componentes e sistemas foi a própria Embraer que se capacitou na produção e desenvolvimento de trens de pouso e softwares[518]. A Celma avançou no processo produtivo, de forma que as turbinas chegaram a ser montadas no país. Com relação às outras duas empresas os avanços foram muito pequenos. Na parte aviônica, apenas 10% do planejado foi desenvolvido e produzido no país, enquanto que os radares, ainda não haviam entrado em operação no ano de 2008[519]. Os fracassos podem ser explicados tanto pelas restrições orçamentárias do governo como pela baixa capacitação tecnológica das empresas contratadas, comprovando que precisa existir um mínimo de competência tecnológica para se absorver a tecnologia externa.

Naquele mesmo período, a Embraer também buscou incentivar o fortalecimento dos fornecedores nacionais. *"Para subcontratar peças acabadas, a estatal implantou o conceito 'fornecedor integrado', considerando que não seria racional programar e controlar 8 mil itens num universo de cinqüenta fornecedores. Por isso, concentrou-se nos fornecedores melhor equipados, que em benefício próprio assumiam a tarefa teoricamente*

---

[516] A Segnalamento Marittimo ed Aéreo (SMA) foi adquirida em 1994 pela SELEX Galileo do grupo Finmeccanica (FINMECCANICA, 2006).

[517] *"A competência da empresa nessa área havia sido adquirida na fabricação do Tucano, com conceito do trem de pouso inspirado em um projeto da Piper. Depois, produziu o trem de pouso do AMX, sob licença da francesa Messier-Bugatti"* (DRUMOND, 2004, p.327).

[518] *"Durante o desenvolvimento do programa, a Embraer conseguiu elaborar um sistema mais avançado do que o produzido na Itália"* (DRUMOND, 2004, p.228).

[519] FERREIRA, 2009 e DRUMOND, 2004.

do comprador"[520]. Inicialmente, foram selecionadas 12 pequenas empresas que, em contrapartida, receberam os dados de planejamento com um ano de antecipação, baseados na previsão de vendas da estatal. Tal conceito funcionou bem até o início da década de 1990, quando a crise econômica desestruturou a rede de fornecedores integrados criada pela Embraer.

III.3.2. Parceiros de Risco

As parcerias de risco surgiram no início da década de 1990, quando a Embraer decidiu levar à frente o projeto do jato regional *ERJ-145*, mesmo se encontrado numa situação de grave crise financeira. Em função da falta de recursos, a Embraer buscou parceiros de risco para o projeto, na realidade empresas fornecedoras que participassem dos riscos financeiros do novo avião[521]. *"Nessa modalidade de parceria, os riscos do sucesso (ou do fracasso) da aeronave são compartilhados com a Embraer. Os custos do desenvolvimento da aeronave são chamados de custos não-recorrentes e são repassados ao preço das primeiras n aeronaves (em geral, 400). Caso as vendas sejam menores do que o esperado (n), o parceiro não irá recuperar todo o investimento feito. Por outro lado, essa empresa é praticamente sócia da Embraer naquela aeronave específica, garantindo sua exclusividade no fornecimento de tal equipamento/sistema"*[522]. Em suma, a Embraer tinha a competência técnica e necessitava dos recursos financeiros e da capacidade produtiva dos parceiros de risco[523]. Quatro empresas estrangeiras foram selecionadas nesse novo modelo de parceria[524], cabendo destacar que naquele momento não existiam empresas nacionais com interesse e condições financeiras para se tornarem parceiras de risco da Embraer.

---

[520] DRUMOND, 2004, p.232-233.

[521] Os parceiros realizaram um aporte para o projeto *ERJ-145* de US$ 148 milhões, o que representou aproximadamente 40% do custo total de desenvolvimento.

[522] LIMA et al., 2005, p.45.

[523] A crise financeira e o processo de saneamento anterior a privatização havia levado a uma diminuição tanto dos investimentos quanto dos funcionários da Embraer, implicando numa redução da capacidade produtiva da empresa (FERREIRA, 2008a).

[524] Esse modelo de parcerias de risco foi idealizado e conduzido pelo engenheiro Satoshi Yokota, Vice-presidente Executivo de Planejamento Estratégico e Desenvolvimento Tecnológico da Embraer.

Quadro 7 – Embraer: Parceiros de risco do *ERJ-145*

Empresas	País de Origem	Fornecimento
Sonaca	Bélgica	Fuselagens central e traseira, Pilones dos motores e Portas (principal, de serviço e de bagagem)
Gamesa	Espanha	Asas, Naceles do motor e Carenagens de junção asa/fuselagem
Enaer	Chile	Empenagem horizontal/profundor e a Empenagem vertical.
C&D Interiors	EUA	Interior

Fonte: Elaboração própria a partir de fontes primárias e secundárias.

A Embraer transferiu para três parceiros de risco etapas produtivas de caráter estrutural que antes eram realizadas internamente, especificamente a produção das asas, empenagens e seções da fuselagem. O quarto parceiro de risco, a norte-americana C&D Interiors, ficou responsável por desenvolver e produzir o interior da cabine de passageiros e do compartimento da bagagem, que, nos modelos anteriores, era feita por uma fornecedora nacional em conjunto com a Embraer.

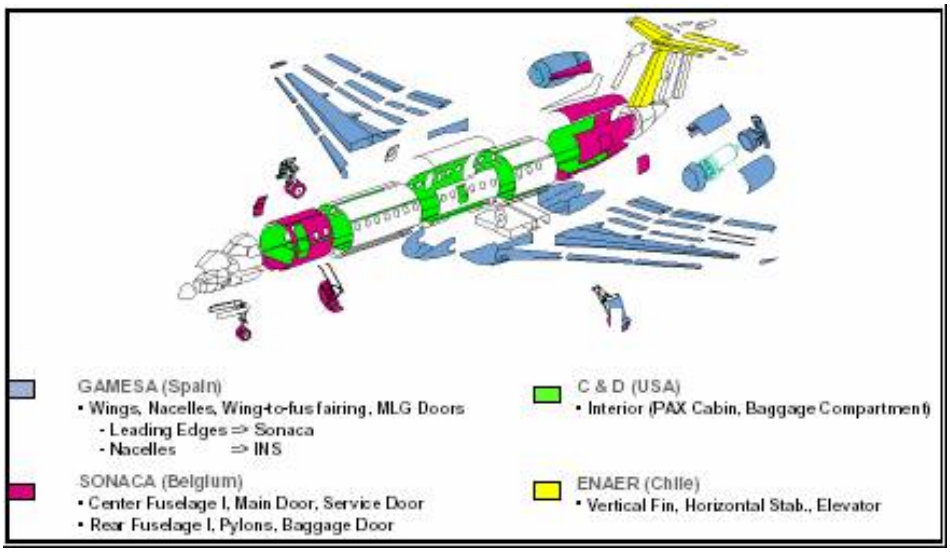
A associação com a Embraer foi uma grande oportunidade para as parceiras de risco, pois, com exceção da firma norte-americana, eram empresas de médio porte que possuíam uma participação muito restrita no segmento aeronáutico, uma delas, a Gamesa, sequer atuava nessa indústria[525]. A parceria com a Embraer permitiu que tais empresas se alavancassem, não apenas do ponto de vista tecnológico, mas também financeiro, dado que o sucesso comercial do projeto *ERJ-145* robusteceu o faturamento das mesmas[526]. Além disso, estes três fornecedores localizavam-se em países ou regiões com pouca tradição aeronáutica, havendo assim uma mobilização dos governos nacionais ou regionais para que

[525] A Grupo Auxiliar Metalúrgico SA (GAMESA) era uma empresa espanhola que passou a atuar na indústria aeronáutica graças à transferência de tecnologia promovida pela Embraer. Segundo DORNA (2003, p.6): *"Praticamente todos os procedimentos operacionalizados pela Gamesa foram ensinados por funcionários da Embraer enviados à Espanha em 1994. Além disso, praticamente 100% da mão-de-obra contratada pela empresa no intento de atender ao aumento explosivo da demanda pela aeronave é composta por ex-funcionários da Embraer"*.

[526] *"A Embraer é responsável por mais de 40% do faturamento do grupo Sonaca, sendo o principal cliente da empresa belga, juntamente a européia Airbus"* (Entrevista concedida pelo Sr. David Petitjean, Gerente Geral da Sobraer, em 16 de agosto de 2007). Com relação à chilena ENAer, a parceria com a Embraer chegou a responder por mais da metade do seu faturamento.

suas empresas participassem do projeto brasileiro[527]. Em suma, a associação com a Embraer permitiu que as parceiras de risco se consolidassem como fornecedoras da indústria aeronáutica, em nível mundial.

Figura 22 – Embraer: Parceiros de risco do *ERJ-145*



Fonte: Embraer.

Para o projeto *EMB-170/190*, lançado em 1999, a Embraer voltou a buscar parceiros de risco, contudo, houve com um aprofundamento das parcerias, tanto no número de parceiros (16 parceiros) quanto na intensidade dessas parcerias (participação na concepção técnica em conjunto com a Embraer). Diferente do projeto *ERJ-145*, onde os parceiros de risco contribuíram apenas financeiramente, na nova família de aeronaves a seleção dos parceiros teve como objetivo, além da contribuição financeira[528], a capacidade de agregação de valor tecnológico ao projeto. Dessa maneira, foram selecionadas somente empresas que possuíam uma posição consolidada na indústria aeronáutica mundial, como pode ser visto no quadro 8.

[527] Cabe destacar que nos casos da Gamesa e da Sonaca, os incentivos fiscais vieram principalmente dos governos regionais do País Basco (Espanha) e da Valonia (Bélgica), respectivamente (SABBATINI et al. 2008, p.48).

[528] No projeto do *EMB-170/190* os parceiros de risco bancaram aproximadamente US$ 300 milhões, representando mais de ⅓ do total do projeto, estimado em US$ 850 milhões. Este financiamento incluiu não apenas recursos, mas também os materiais e equipamentos utilizados no desenvolvimento do novo projeto.

Quadro 8 – Embraer: Parceiros de risco da família *EMB-170/190*

Empresas	País de Origem	Fornecimento
Kawasaki	Japão	Asas
Sobraer	Bélgica	Slat / Fuselagem Central II
Latecoére	França	Fuselagem Central I / Fuselagem Central III / Portas
Aernnova	Espanha	Fuselagem Traseira e Empenagem
General Electric	EUA	Turbinas e Naceles
ELEB	Brasil/Suíça	Trem de pouso
C&D Interiors	EUA	Interior
Parker Hannifin	EUA	Controle de Vôo, Sistemas de Combustível e Sistemas Hidráulicos
Honeywell	EUA	Aviônica
Goodrich	EUA	Anemométrico
Hamilton Sunstrand	EUA	Sistema de Geração Elétrica / Sistema de Ar/ APU / Cone de Cauda
Pilkington Aerospace	Reino Unido	Janelas e Transparências
Figeac Aero	França	Painéis de Revestimento e Nervuras das Asas
NMF	Canadá	Painéis de Revestimento
Labinal	EUA	Cablagens Elétricas
Goodyear	EUA	Pneus

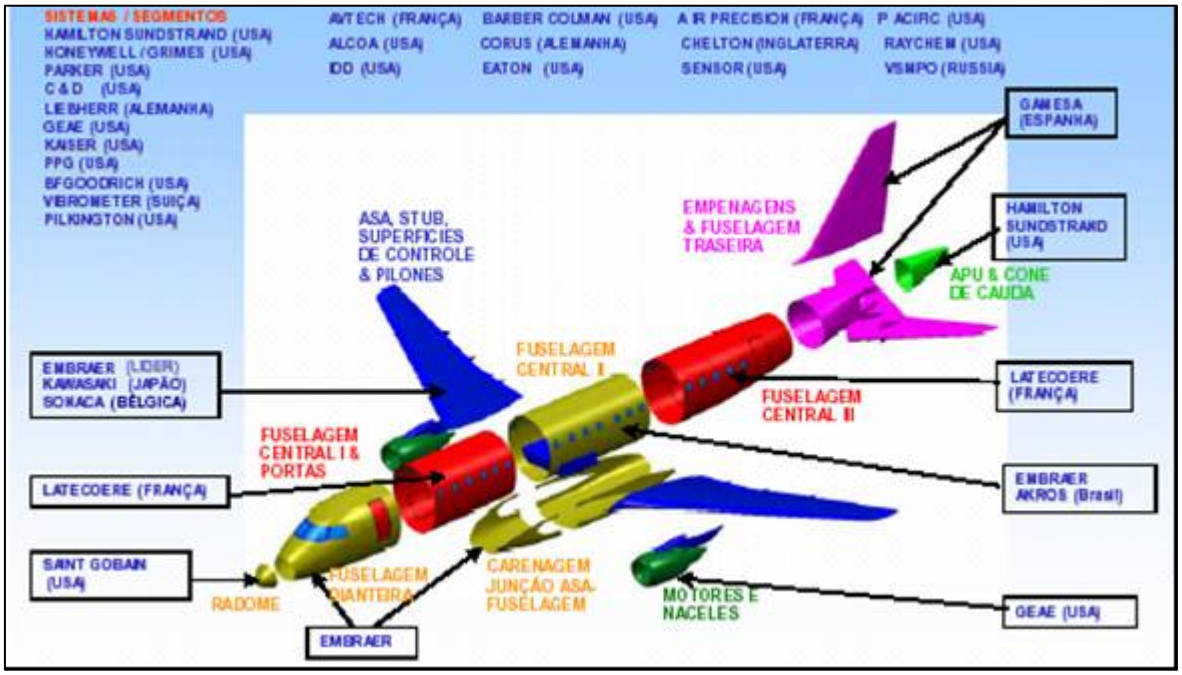
Fonte: Elaboração própria a partir de fontes primárias e secundárias.

Empresas produtoras de motores aeronáuticos, aviônicos, trens de pouso, sistemas hidráulicos e elétricos também foram selecionadas como parceiras da Embraer no novo projeto, além dos fabricantes de estruturas e interiores. Cabe destacar que três das quatro parceiras de risco da família *ERJ-145* mantiveram-se no projeto *EMB-170/190*, demonstrando que a transferência de tecnologia ocorrida no primeiro projeto permitiu que elas se capacitassem para participar do desenvolvimento da nova família de aeronaves.

Com relação ao desenvolvimento tecnológico, a Embraer não havia chegado às especificações completas dos novos aviões, de forma que os fornecedores precisaram desenvolvê-las em conjunto com a Embraer. Entretanto, não houve uma transferência de tecnologia como no projeto anterior e o que houve foi o desenvolvimento conjunto, coordenado e delineado pela Embraer. O corpo técnico dos parceiros de risco, com mais de

400 engenheiros, trabalhou unido e sob a supervisão da empresa brasileira pelo período de aproximadamente um ano nas instalações da Embraer em São José dos Campos (SP)[529].

Figura 23 – Embraer: Parceiros de risco do *EMB-170/190*



Fonte: Embraer.

A transferência para os parceiros de risco da responsabilidade pela integração de diversos sistemas foi outra iniciativa que aprofundou a relação destes com a Embraer. Esta estratégia reduziu de forma drástica o número de fornecedores que se relacionavam diretamente com a empresa líder. Enquanto na família *ERJ-145* eram cerca de 350 empresas, no projeto *EMB-170/190* apenas 22 fornecedores passaram a manter contato direto com a Embraer. A relação com os demais fornecedores passou a ser feita pelas parceiras de risco, estabelecendo-se uma clara relação de hierarquia dentro da sua cadeia de suprimentos.

Dado que a quase totalidade dos parceiros de risco da Embraer é formada por empresas estrangeiras, a companhia brasileira implantou, em 2000, o Programa de Expansão da Indústria Aeroespacial Brasileira (PEIAB), com o objetivo de ampliar o adensamento da cadeia produtiva aeronáutica através do estímulo aos seus parceiros para se

[529] Existiam mais de 100 estações de trabalho para os fornecedores estrangeiros, todas localizadas num mesmo prédio construído especificamente para isto. Cabe destacar que a interface da Embraer com seus

instalarem no Brasil[530]. Em 2003, com a mudança de direção, o BNDES passou, não apenas a apoiar esta política, mas também exigiu seu aprofundamento. Este programa visava aumentar a agregação de valor realizada pela indústria nacional, além de facilitar a elaboração conjunta de projetos e a entrega de partes e peças das aeronaves. Como resultado, diversos parceiros de risco instalaram unidades produtivas no país, mais especificamente na região de São José dos Campos: Aernnova[531], Sobraer[532], Latecoére, C&D Interiors, Parker Hannifin e Pilkington Aerospace[533]. A japonesa Kawasaki instalou sua subsidiária no município de Gavião Peixoto[534]. Cabe esclarecer que a maioria dessas empresas não transferiu para o país todas as etapas produtivas, mas apenas as etapas finais, trazendo produtos semi-acabados do exterior e realizando a montagem final no Brasil[535].

A única parceira de risco de capital nacional da Embraer no projeto *EMB-170/190* foi a Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil SA (ELEB). Esta *joint venture* se originou em 1999, quando a Embraer vendeu 40% do capital da sua antiga divisão de equipamentos, a EDE, para o grupo suíço Liebherr, em troca de um aporte financeiro e tecnológico. Em 2008, a Embraer readquiriu a participação de sua sócia estrangeira, alterando a denominação da empresa para ELEB Equipamentos SA. Atualmente, esta subsidiária integral da Embraer está instalada no município de São José dos Campos (SP), emprega

---

diversos parceiros de risco no desenvolvimento das novas aeronaves foi em muito facilitada pela existência do Centro de Realidade Virtual (CRV), (SABBATINI et al., 2008, p.51).

[530] Desde 2003, o BNDES tem apoiado e incentivado esta política de adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica (FERREIRA, 2008a, p.60).

[531] A Aernnova é a antiga Gamesa Aeronáutica.

[532] A Sonaca Brasileira Aeronáutica (SOBRAER), criada em 2000, é uma subsidiária integral da Sonaca belga que está voltada para produção de componentes estruturais para os aviões da Embraer. Recentemente esta subsidiária brasileira também passou fornecer peças à Airbus, Sonaca e Latecoére. A Sobraer também controla outras duas empresas, criadas em 2004, a Sopeçaero (66% do capital) e a Pesola (33% do capital). A primeira subsidiária, Sopeçaero, voltada para produção de peças de alumínio e a Pesola, destinada à fabricação de peças usinadas. A Sopeçaero foi criada como parte da pauta de *offsets*, associado à compra pela FAB do novo avião presidencial (Entrevista concedida pelo Sr. David Petitjean, Gerente Geral da Sobraer, em 16 de agosto de 2007).

[533] A britânica Pilkington Aerospace, uma tradicional produtora de vidros para a indústria aeroespacial, instalou uma subsidiária no Brasil para fornecedor os vidros blindados das janelas das aeronaves (VALE PARAIBANO, 2001).

[534] Depois de constantes atrasos nas entregas das asas dos modelos *EMB-190/195*, produzidas no Brasil pela Kawasaki Aeronáutica do Brasil (KAB), em 2007, a Embraer rompeu a parceria com a empresa japonesa assumindo as atividades que esta realizava no país. Entretanto, a Kawasaki Heavy Industries continuou a fornecer outras peças para esses aviões, como a superfície de controle das asas e das portas do trem de pouso, com fornecimentos "a partir do Japão" (OSSE, 2007a).

[535] FERREIRA, 2008a, p.60-61.

cerca de 750 funcionários e produz trens de pouso, componentes hidráulicos e equipamentos de precisão para as aeronaves da Embraer e de outras grandes companhias aeronáuticas, como as norte-americanas Sikorsky e Hawker-Beechcraft, a canadense Bombardier e a chinesa AVIC I[536]. Atualmente, a ELEB é a única empresa nacional com atuação global no mercado de partes, peças e sistemas aeronáuticos.

De maneira geral, pode-se concluir que as parcerias de risco permitiram não apenas elevar a capacidade competitiva da Embraer, mas garantiram a sua própria sobrevivência. Foram essas parcerias que possibilitaram a decolagem do projeto *ERJ-145* e a rapidez necessária no lançamento da família *EMB-170/190*. Em contrapartida, a Embraer transferiu parte do seu *core business* para seus parceiros de risco, implicando numa relativa perda de controle de sobre seu próprio processo produtivo, além de um maior conteúdo importado em suas aeronaves. Por fim, existe o risco da tecnologia obtida pelos parceiros de risco ser transferida para atuais ou futuros competidores[537].

III.3.3. Fornecedores

A quase totalidade dos fornecedores da Embraer é formada por empresas estrangeiras com elevada capacidade tecnológica e escala global. Esta concentração da estrutura de mercado em nível mundial associado ao elevado dinamismo tecnológico, foram as principais barreiras à constituição de fornecedores nacionais. Entretanto, na indústria aeronáutica brasileira observa-se a participação, ainda que marginal, de alguns fornecedores nacionais de eletrônica embarcada.

No Brasil, três empresas se destacam no fornecimento de equipamentos e sistemas eletrônicos aeroembarcados. A AEL-Aeroeletrônica[538], subsidiária do grupo israelense Elbit, está voltada para o desenvolvimento, fabricação e manutenção dos aviônicos destinados às aeronaves militares que foram produzidas ou modernizadas pela Embraer,

---

[536] ELEB, 2008.

[537] SABBATINI et al., 2008, p.55-56.

[538] A Aeroeletrônica foi criada em 1983, em Porto Alegre (RS), como subsidiária do grupo Aeromot. No ano de 2001 foi adquirida pelo grupo israelense Elbit Systems Ltd que se comprometeu a transferir tecnologia para ela, como parte das contrapartidas associadas a sua participação na modernização dos caças *F-5E/F* da FAB. Em 2008, faturou cerca de US$ 20 milhões e empregou mais de 120 funcionários (MILESKI, 2007).

respectivamente os modelos *EMB-314 Super Tucano* e *F-5M*[539]. A Mectron foi contratada, no ano 2000, para reativar o programa do radar multifuncional *SCP-01 Scipio*. Este equipamento foi reprojetado, atualizado e testado em parceria com a empresa italiana SELEX Galileo, e será empregado pela FAB no programa de modernização dos caças *AMX*[540]. A Atech foi contratada para fazer a integração dos sistemas das aeronaves de patrulha marítima *P-3AM Orion*, adquiridas pela FAB e que estão sendo modernizadas pela EADS-CASA, na Espanha[541].

III.3.4. Subcontratados

As empresas subcontratadas, por sua vez, se encontram na base da pirâmide da cadeia produtiva. Em geral, são micro e pequenas empresas de capital nacional, criadas por ex-funcionários da Embraer, altamente especializadas e com elevada capacidade tecnológica em serviços de engenharia, usinagem e tratamento de superfícies. Estas empresas concentram suas atividades na prestação de serviços para a Embraer e seus parceiros de risco que, em geral, respondem por mais de 90% das suas receitas[542]. Deste modo, não apenas o desempenho das subcontratadas, mas a sua própria sobrevivência está atrelada ao relacionamento com a empresa líder. Como a maioria das subcontratadas são microempresas, a expansão da Embraer também se refletiu no aumento do número das subcontratadas, pois a maioria delas foi criada para atender necessidades específicas. Por outro lado, um ciclo descendente da Embraer, ou mesmo de um produto específico, pode implicar no fechamento de diversas empresas subcontratadas.

---

[539] Em 2008, a Aeroeletrônica também foi contratada para fornecer os aviônicos utilizados na modernização dos caças *AMX* da FAB (FERREIRA, 2009, p.30).

[540] Fundada em 1991, em São José dos Campos (SP), a Mectron participa de diversos programas militares e espaciais de elevada sofisticação tecnológica, com destaque para o desenvolvimento e produção de mísseis. Em 2006, a Mectron faturou aproximadamente US$ 15 milhões e empregou mais de 200 funcionários, sendo que mais da metade destes atuavam na área de desenvolvimento. Ainda no ano de 2006, o BNDESPar passou a ser acionista da empresa através de um aporte de US$ 7 milhões (FERREIRA, 2009, p.34).

[541] A Atech - Fundação Aplicação de Tecnologias Críticas foi criada em 1997 para ser a empresa integradora do projeto SIVAM. Desde então se concentra no desenvolvimento e integração de sistemas de tecnologia sensível. No ano de 2007, empregou mais de 500 funcionários e faturou aproximadamente US$ 80 milhões (FERREIRA, 2009, p.35).

[542] A relação das empresas subcontratadas com a Embraer possui características peculiares que se assemelham a empregados terceirizados, pois recebem a matéria-prima e o desenho da Embraer, e revendem a ela serviços por homem-hora (LIMA et al., 2005, p.46-47).

Como forma de superar esta elevada dependência e a baixa escala produtiva e empresarial, nos últimos anos tem se verificado algumas operações de consolidação. Em 2003, 15 empresas da região de São José dos Campos (SP) formaram um consórcio voltado para exportação, denominado High Technology Aeronautics (HTA)[543]. Apesar de vantajosa, a criação deste consórcio não foi suficiente para superar as deficiências das pequenas e médias empresas subcontratadas. Essas deficiências estão sendo parcialmente superadas nos últimos anos através de algumas operações patrimoniais, com destaque para a aquisição da Autômata Indústria de Pecas Ltda pelo grupo alemão ThyssenKrupp[544] e para a criação da Grauna Aeroespace SA[545]. Com sede em Caçapava (SP) e filial em Botucatu (SP), a Grauna possui cerca de 600 funcionários, sendo atualmente a maior empresa de capital nacional subcontratada pela Embraer. A sua crescente capacitação produtiva, particularmente em usinagem de precisão, fez com que também fosse contratada pela Pratt & Whitney do Canadá, como fornecedora de peças de turbinas.

Por fim, cabe destacar a Akaer Engenharia, uma empresa de engenharia aeronáutica especializada em gerenciamento de projetos e desenvolvimento de aeroestruturas. Formada em 1992 por ex-funcionários da Embraer, no ano de 1993 a Akaer foi contratada para participar do projeto *ERJ-145*, dado que a Embraer havia perdido muito da sua capacidade produtiva, inclusive em engenharia. Desde então a Embraer tem sido o principal cliente da empresa, mas atualmente metade do faturamento da Akaer é obtido de clientes estrangeiros, entre eles a espanhola Aernnova e a belga Sonaca[546]. No ano de 2007, a empresa faturou cerca de US$ 10 milhões e empregou 143 funcionários, sendo 30 engenheiros e 100 técnicos em design.

---

[543] Em 2008 iniciou-se a constituição do APL Aeroespacial de São José dos Campos que está sendo coordenado pelo Centro para Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (CECOMPI), cujo objetivo central é a capacitação, qualificação e promoção comercial das empresas associadas (Entrevista concedida pelo Sr. Agliberto Chagas, Gerente Executivo do CECOMPI, em 4 de outubro de 2008).

[544] Em 2005, a Autômata teve 80% do seu capital adquirido pela alemã ThyssenKrupp, passando a se chamar ThyssenKrupp Autômata Indústria de Peças Ltda (SABBATINI et al., 2008, p.53).

[545] Criada em 2005, a Grauna Aerospace é resultante da fusão de três pequenas empresas fundadas por ex-funcionários da Embraer: Grauna Usinagem, SPU Indústria e Comércio de Peças e Bronzeana. Todas elas já atuavam como subcontratadas da Embraer. Desde 2006, o fundo de *venture capital* Stratus VC, criado com o apoio da FINEP, também participa do capital da Grauna Aerospace (FERREIRA, 2008.b, p.14 e 97).

[546] A Akaer está trabalhando com a Aernnova no desenvolvimento das asas do *Boeing 747-8*, e com a Sonaca no projeto das portas do trem de pouso e dos bordos de ataque do *Airbus A-400M* (Entrevista concedida pelo Dr. Fernando C. Ferraz, Diretor de Engenharia e Qualidade da Akaer Engenharia Ltda, em 4 de dezembro de 2008).

III.3.5. Características Gerais

A grande inovação da cadeia produtiva da Embraer foi a implantação de uma nova modalidade de relacionamento com alguns fornecedores selecionados, a parceria de risco. Essa nova forma de coordenação da cadeia produtiva por parte da empresa líder promoveu uma maior flexibilidade e eficiência operacional. Por outro lado, levou a uma maior concentração na estrutura da indústria aeronáutica, onde os parceiros de risco passam a ter um papel estratégico, pois além de assumirem etapas produtivas que antes eram realizadas pela empresa líder, também passaram a ter responsabilidade de coordenar o restante da cadeia de fornecedores.

Quadro 9 – Cadeia Produtiva da Embraer: Principais características por categoria de fornecedores, 1996-2005

	PARCEIROS DE RISCO	FORNECEDORES	SUBCONTRATADOS
Participação	Co-desenvolvimento com a Embraer; Assumem Risco Financeiro no Projeto	Atendem a Especificações da Embraer	Recebem Matéria-Prima e Especificações da Embraer e Vendem Serviços por Homem/Hora
Família 145	4 (Estrutura e Interiores)	350 (Aviônica, Eletroeletrônica, Propulsão, Matéria-Prima, Mecânica-Hidráulica)	Serviços de Engenharia de Projetos/Sistemas; Serviços de Usinagem e Tratamento Químico
Família 170/190	16 (Aviônica, Eletroeletrônica, Propulsão, Mecânica-Hidráulica, Estrutura, Interiores)	22 Fornecedores no Exterior	*Idem*
Localização	A Maior Parte, no Exterior	A Maior Parte, no Exterior	Brasil
Políticas de Compra	Contrato de Exclusividade; Investimento Amortizado com a Venda dos Aviões (Pagamento em 110 Dias)	Contrato de Exclusividade (Pagamento em 75 Dias); Contratos de 1 a 3 Anos (Pagamento em 30-90 Dias)	Contratos de 1 a 2 Anos (Pagamento em 30 Dias); Ordens de Serviço

Fonte: Embraer. In: LIMA et al., 2005.

O quadro acima resume a evolução da cadeia produtiva da indústria aeronáutica brasileira nos dois últimos projetos de aeronaves comerciais desenvolvidos pela Embraer, o *ERJ-145* e a família de aeronaves *EMB-170/190*. Ele apresenta que houve um aprofundamento do diferencial de competitividade entre os participantes da cadeia, aprofundamento que se refletiu não apenas na capacitação tecnológica e financeira destes, mas também na forma de se relacionar com a empresa líder. A cadeia produtiva passou a ter uma estrutura claramente estratificada com a ampliação das assimetrias entre os

diferentes modelos de inserção na indústria aeronáutica: num primeiro nível, os parceiros de risco; abaixo, os fornecedores e, na base da pirâmide, as empresas subcontratadas.

As limitações impostas à Embraer fizeram com que ela fosse pioneira na introdução das parcerias de risco na indústria aeronáutica mundial. Atualmente, essa inovadora modalidade de organização da cadeia produtiva está sendo utilizada ou planejada pelas grandes empresas aeronáuticas do mundo como meio de enfrentar os crescentes custos de desenvolvimento das novas aeronaves. A Boeing, por exemplo, está adotando o modelo de parcerias de risco — por ela denominado "parcerias estratégicas" — para o desenvolvimento do *Boeing 787 Dreamliner*, considerado o novo projeto dominante da indústria aeronáutica mundial.

III.4. Nichos de Mercado

III.4.1. Helicópteros

No ano de 1960, o IPD/CTA desenvolveu o *Beija-Flor*, o primeiro helicóptero brasileiro. Tratava-se de um modelo simples de dois lugares destinado a testes e ensaios, mas que foi perdido num acidente no mesmo ano. Em 1972, a Embraer cogitou fabricar helicópteros, tendo iniciado negociações com a francesa Aerospatiale para produção local do helicóptero leve *Gazelle*, que chegou a receber a denominação de *EMB-600*[547]. Entretanto, o Ministério da Aeronáutica *"descartou a idéia de enveredar a Embraer nesse setor, devido à alta complexidade tecnológica e ao grande volume de recursos orçamentários que o governo federal teria de desembolsar. Naquele momento, para o Estado, o sócio majoritário, o mais importante seria que a empresa se consolidasse no mercado de aeronaves comerciais"*[548]. A alternativa encontrada pelo governo federal para implantar a fabricação de helicópteros no país previa a constituição de uma *joint venture* com uma empresa estrangeira, que seria responsável em fornecer a tecnologia e também teria uma participação minoritária no capital da fabricante brasileira[549].

---

[547] PEREIRA, 1997, p.133-134.

[548] DRUMOND, 2004, p.224.

[549] O IPD/CTA se manifestou contrário ao projeto, pois aspirava trilhar o caminho bem-sucedido do desenvolvimento tecnológico autônomo, assim como havia feito na produção de aviões (VIEGAS, 1989).

A Helibras foi criada em 1978, seguindo o modelo tripartite[550]. A empresa estrangeira escolhida foi a estatal francesa Aerospatiale, a maior fabricante de helicópteros da Europa, que, além de transferir a tecnologia, também passou a responder por 45% do capital da *joint venture*[551]. Pelo lado estatal, observa-se uma situação particular, pois o governo do Estado de Minas Gerais desenvolvia uma política de incentivos à criação de pólos industriais no estado, de forma que a Cia. de Distritos Industriais de Minas Gerais e a Minas Gerais Participações responderam cada uma por 22,5% do capital da Helibras. Por fim, a empresa Serviços Aerofotogamétricos Cruzeiros do Sul se juntou à criação da primeira fabricante de helicópteros do Brasil, participando com 10% do capital[552]. Em 1980, foi inaugurada na cidade de Itajubá, no Sul de Minas, a primeira fábrica de helicópteros do país[553].

O projeto de criação da Helibras estava centrado na fabricação local do recém lançado helicóptero francês *AS-350 Ecureil*[554], aqui denominado *HB-350 Esquilo*, com gradativa nacionalização de partes e peças, exceto das turbinas e outros componentes de elevada sofisticação. Em contrapartida, o governo federal concedeu 100% de isenção de pagamento de impostos sobre a importação de componentes, máquinas e equipamentos, além da aquisição de diversas unidades pelas Forças Armadas brasileiras[555].

Depois de 30 anos de sua fundação, a Helibras continua sendo a única fabricante de helicópteros da América Latina. Em 2008, as entregas somaram 26 aeronaves, o que

---

[550] O modelo tripartite consistia na união entre uma empresa estrangeira, em geral detentora da tecnologia, de um capitalista nacional e do governo. Diversas empresas criadas neste período seguiram este modelo patrimonial, com destaque para as empresas da indústria petroquímica.

[551] A Aerospatiale estava disposta a transferir tecnologia ao Brasil, ao contrário das empresas norte-americanas. Por sua vez, as empresas russas não foram cogitadas devido à bipolarização na geopolítica.

[552] FERREIRA, 2008c, p.8-9.

[553] A localização da empresa recaiu sobre o município de Itajubá (MG), por estar próximo de São José dos Campos (SP), o centro da indústria aeronáutica brasileira. Além disso, a cidade mineira já possuía um pólo industrial, contando assim com certa qualificação da mão-de-obra.

[554] Originalmente a Aeroespatiale pretendia fabricar no Brasil o aparelho *SA-315 Lama*, um helicóptero antigo cujo projeto datava dos anos 50. Durante as negociações, contudo, concordou em fabricar o *AS-350 Ecureil*, seu modelo mais recente de helicóptero leve, que voara pela primeira vez na França em 1976, entrando em série cerca de um ano mais tarde (VIEGAS, 1989).

[555] Em 1979, a Marinha do Brasil foi a primeira operadora nacional do *HB-350 Esquilo*, encomendando seis aeronaves. No início da década de 1980, foi assinado um novo contrato destinando dez novos helicópteros para a Marinha e 30 unidades para a FAB. Em 1987, o Exército Brasileiro adquiriu 16 helicópteros *HB-350 Esquilo*, além de 36 unidades do helicóptero médio *AS-565 Pantera*, que foram montados pela Helibras com a vinda de kits CKD da França (FERREIRA, 2008c, p.9).

representou um faturamento de US$ 112 milhões[556]. Atualmente, ela emprega cerca de 250 funcionários e atua na produção, montagem[557], venda e manutenção da linha de helicópteros Eurocopter no Brasil. O único modelo produzido no país continua sendo o *HB-350 Esquilo* e sua versão biturbina *HB-355*. Segundo a própria Helibras, esta aeronave apresenta um índice de nacionalização que varia entre 44% e 56%, de acordo com os opcionais que são encomendados. Inicialmente destinado às Forças Armadas[558], toda produção dos últimos anos esteve voltada para o mercado civil, que, por sua vez, está dividido entre aeronaves de uso privado e aquelas destinadas ao poder público[559]. De maneira geral, estas duas categorias de uso representam, em torno de ⅔ e ⅓, respectivamente, da demanda das aeronaves *HB-350 Esquilo* no Brasil.

Figura 24 – *Helibras HB-350 Esquilo*

Fonte: Helibras.

[556] HELIBRAS, 2009.

[557] A Helibras realiza a montagem de kits CKD dos diferentes modelos de helicópteros produzidos pela Eurocopter. O nível de montagem realizada pela Helibras varia de acordo com a quantidade e o modelo dos helicópteros encomendados. Quanto maior o número de unidades vendidas e menor a sofisticação das aeronaves, mais etapas de montagem são realizadas no país (FERREIRA, 2008c, p.10).

[558] Cabe destacar que, na maioria dos países, os helicópteros militares são utilizados não apenas pela Força Aérea, mas também pela Marinha e pelo Exército.

[559] Os helicópteros são utilizados como pelas forças públicas, particularmente nas atividades policiais e de resgate.

Atualmente, a Helibras é a empresa líder respondendo por mais de 50% da frota brasileira de helicópteros a turbina[560]. Entretanto, cabe destacar que as aeronaves produzidas no país representam um terço de todos os helicópteros a turbina em uso no território nacional, o restante da participação da Helibras é composta de aeronaves apenas montadas no Brasil.

Tabela 24 – Frota de Helicópteros a Turbina no Brasil: Participação da Helibras de acordo com a categoria de uso, 2007

Empresas	Categoria de Uso						Total	
	Privada		Pública		Militar			
	N°	*(%)*	N°	*(%)*	N°	*(%)*	N°	*(%)*
Helibras	260	*40*	85	*81*	148	*64*	493	*50*
Produção	**171**	***26***	**84**	***80***	**90**	***39***	**345**	***35***
Montagem	89	*14*	1	*1*	58	*25*	148	*15*
Outros	395	*60*	20	*19*	85	*36*	500	*50*
Total	655	*100*	105	*100*	233	*100*	993	*100*

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANAC, 2008 (Aviação Civil: Privada e Pública) e da FLAP INTERNATIONAL, 2008 (Aviação Militar).

No segmento militar, a participação da Helibras é muito mais significativa, respondendo por quase dois terços dos helicópteros utilizados pelas Forças Armadas brasileiras, ou seja, 148 aeronaves, das quais 90 unidades do modelo *Esquilo* fabricadas no país. A Helibras atinge sua melhor participação no segmento governamental, dentro do qual responde por mais de 80% da frota de helicópteros em uso pelos órgãos do poder público, sejam eles da esfera estadual ou federal. No segmento privado, a participação da Helibras está restrita a 40% da frota brasileira de helicópteros a turbina. Com relação às exportações, estas representam em média 10% da produção local, ou algo como duas ou três aeronaves por ano, um volume próximo da insignificância.

Até recentemente a Helibras tinha suas ações ordinárias divididas entre a Eurocopter (45%), o governo de Minas Gerais (25%) e o grupo nacional Bueninvest (30%), mas, em 2008, o grupo Eurocopter decidiu assumir o controle da Helibras, adquirindo a maior parte

[560] Apesar de responderem por um terço da frota nacional, os helicópteros com motores a pistão são classificados em outra categoria, sendo aeronaves muito mais simples e econômicas que os helicópteros de propulsão a turbina. Além disso, no Brasil todos os helicópteros com motor a pistão são de uso privado (FERREIRA, 2008c, p.11).

das ações em poder do grupo Bueninvest[561]. Entretanto, há muitos anos a Helibras já podia ser considerada uma subsidiária da Eurocopter, pois esta exercia de fato o controle da empresa brasileira, sendo a detentora da sua tecnologia, além de indicar a maioria dos seus diretores[562]. A título de comparação, a Helibras representou em 2007 apenas 2% do faturamento da Eurocopter, não obstante se destacasse por ser uma das quatro subsidiárias que realizava atividades produtivas[563] e a única em que o controle era compartilhado com um grupo local.

Em 2008, o Ministério da Defesa assinou um acordo com o consórcio Helibras-Eurocopter para produção local do helicóptero pesado *EC-725,* atualmente a maior aeronave produzida pela Eurocopter, com capacidade para dois pilotos e 29 passageiros[564]. Pelo acordo, o governo realizará uma encomenda inicial de 50 unidades do modelo *EC-725*, e que deverão ser entregues entre 2010 e 2016[565]. O objetivo é que, ao longo do programa, o índice de nacionalização atinja 50%. Para isto os recursos estão estimados entre US$ 400 e US$ 500 milhões a serem investidos por toda a cadeia industrial, composta pela Helibras e seus fornecedores[566]. As expectativas de demanda pelo novo helicóptero da Helibras são muito positivas, pois além das encomendas militares, a aeronave é tecnicamente adequada para as operações *off-shore*. A sua versão civil, o *EC-255 Super Puma,* foi especialmente projetada para ser utilizada nas plataformas de petróleo do Mar do Norte.

---

[561] OLMOS, 2008a.

[562] No final de 2008, apenas um dos cinco diretores da Helibras era brasileiro, os demais eram estrangeiros, sendo que três deles, incluindo o Diretor Presidente, vieram do grupo Eurocopter (HELIBRAS, 2009).

[563] Ao todo, a Eurocopter possui subsidiárias em 16 países, mas apenas quatro delas realizam atividades produtivas: EUA, Canadá, Austrália e Brasil (EADS, 2007).

[564] O primeiro *EC-725* foi entregue em 2004, sendo a versão mais moderna da conceituada família de helicópteros pesados *Super-Puma/Cougar*. Em comparação com as versões anteriores, este helicóptero incorpora diversos avanços tecnologias, como uso intensivo de materiais compostos, aviônicos no "estado da arte" e uma nova geração de turbinas, tendo um custo de aproximadamente US$ 30 milhões por unidade (FERREIRA, 2008c, p.14).

[565] A encomenda inicial do programa *EC-725* destinará 16 aeronaves para a Marinha, 16 para o Exército e 18 para a Força Aérea, tendo um valor total de US$ 2,6 bilhões (SEGURANÇA & DEFESA, 2008).

[566] Entrevista concedida pelo Sr. Laurent Mischler, Diretor Financeiro e Administrativo da Helibras, em 2 de outubro de 2008.

III.4.2. Aviões Leves

No Brasil existem duas fabricantes de aviões leves voltadas para nichos bastante específicos: a Neiva em aviões agrícolas e a Aeromot em motoplanadores. A Indústria Aeronáutica Neiva foi fundada em 1954 para produzir planadores e, nas décadas seguintes, se dedicou à fabricação de aviões leves destinados à FAB e aos aeroclubes. No ano de 1980 foi adquirida pela Embraer, quando ficou responsável pela montagem do avião agrícola *Ipanema* e dos modelos executivos da linha Piper. Atualmente, a Neiva é uma subsidiaria integral da Embraer[567] e se concentra na fabricação do *EMB-202 Ipanema*, uma versão mais avançada do tradicional avião agrícola[568], além de também produzir componentes e subconjuntos para as demais aeronaves da Embraer.

O Grupo Aeromot, de Porto Alegre (RS), foi fundado em 1967 e se dedicou inicialmente a produzir componentes para a indústria aeronáutica. Esta empresa foi responsável pela fabricação das poltronas dos aviões comerciais da Embraer[569], além de possuir uma subsidiária para eletrônica embarcada, a Aeroeletrônica, vendida em 2001 para a israelense Elbit. Atualmente a Aeromot se dedica à produção dos motoplanadores *Ximango e Guri*[570], modernas aeronaves em material composto e que já foram exportadas para Austrália, França, Alemanha, Japão, Reino Unido e Estados Unidos[571].

Existe a perspectiva de que duas novas empresas de engenharia aeronáutica iniciem a produção de aviões leves em materiais compostos: a Advanced Composites Solutions (ACS), com o modelo esportivo *ACS-100 Sora,* e a Geometra[572], com o modelo de

---

[567] As atividades industriais da Indústria Aeronáutica Neiva passaram a ser realizadas pela Embraer — Unidade Botucatu, que foi oficialmente constituída em 1º de julho de 2006 (EMBRAER, 2007).

[568] Em 2002, o *Ipanema* foi o primeiro avião de série no mundo a sair de fábrica certificado para voar com álcool combustível. No ano de 2005, a Neiva entregou o milésimo avião *Ipanema* (NEIVA, 2008).

[569] A Aeromot produziu as poltronas para os modelos *EMB-110 Bandeirante*, *EMB-120 Brasília* e *EMB-121 Xingu* da Embraer, além de também ter produzido poltronas utilizadas em diversos modelos de aeronaves da Boeing, McDonnell Douglas e Fokker (AEROMOT, 2008).

[570] A Aeromot produz três modelos de motoplanadores, o *AMT-200 Super Ximango,* o *AMT-300 Turbo Ximango* e o *AMT-600 Guri* (AEROMOT, 2008).

[571] Em 2008, o grupo Aeromot vendeu sua unidade de manutenção de aeronaves e motores para fazer caixa devido às dificuldades financeiras (BUENO, 2008).

[572] Para levar este projeto adiante, em 2009, a Geometra BTE (*bureau* de projetos aeronáuticos) se associou com a Winnstal (fabricante de peças e aeroestruturas) e com a Flight Technologies (fabricante de sistemas aeronáuticos), criando a Novaer Craft Empreendimentos Aeronáuticos Ltda (SILVEIRA, 2009b).

treinamento básico *T-Xc Pilgrim* e sua versão utilitária *U-Xc Stardream*[573]. Estes novos empreendimentos estão instalados nas incubadoras de empresas da Fundação Casimiro Montenegro Filho (IncubAero)[574] e da UNIVAP[575], respectivamente.

III.4.3. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs)

Os avanços tecnológicos incorporados à indústria aeronáutica mundial nas últimas décadas permitiram que ela avançasse em direção aos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). Este segmento da indústria aeronáutica ainda se encontra na fase fluida do desenvolvimento, onde *"a nova tecnologia de produto é freqüentemente rudimentar, cara e inconfiável, mas é capaz de cumprir uma função altamente desejável em alguns nichos de mercado"*[576]. Nas duas últimas décadas, tais veículos estão sendo empregados cada vez mais em atividades civis e militares de reconhecimento aéreo[577], cabendo destacar que algumas Forças Armadas têm utilizado modelos mais sofisticados para missões de vigilância eletrônica, comunicação e até mesmo de ataque ao solo.

Diversos modelos de VANTs, de diferentes empresas e com características bastante variáveis, estão sendo desenvolvidos simultaneamente em vários países. A indústria aeronáutica brasileira, por sua vez, está atrasada na produção destes veículos, dado que, até 2008, um único modelo nacional havia entrado em operação[578]. Entretanto, estão em andamento diversos projetos das empresas Avibras (*Acauã*), SantosLab (*Carcará* e *Jabiru*), AGX Tecnologia (*AGplane*), Flight Solutions[579] (*FS-01*, *FS-02* e *FS-03*), Embravant (*Gralha Azul*) e, inclusive a expectativa de parceria com a empresa sul-africana Denel no

---

[573] Estas aeronaves foram concebidas por Joseph Kovacs, o mesmo projetista que concebeu o *Universal* para Indústria Aeronáutica Neiva e o *Tucano* para a Embraer.

[574] IncubAero é uma incubadora de empresas e projetos do setor aeroespacial, criada pela Fundação Casimiro Montenegro Filho em parceria com o CTA, em São José dos Campos (SP), (INCUBAERO, 2009).

[575] O Parque Tecnológico da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) é um pólo de empresas de alta tecnologia, instalado dentro do campus da universidade, em São José dos Campos (SP), (UNIVAP, 2009).

[576] UTTERBACK, 1996, p.99.

[577] Entre estas se destacam o monitoração ambiental, os levantamentos urbanos e agropecuários, a prospecção mineral e arqueológica, a inspeção e a vigilância.

[578] Em 2007 a SantosLab vendeu cinco unidades da sua Mini-VANT *Carcará* para o Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil (PLAVETZ, 2009).

[579] *Joint venture* entre duas empresas recém criadas na IncubAero do Parque Tecnológico de São José dos Campos, a Flight Technologies e a Advanced Composites Solutions (ACS).

desenvolvimento conjunto da VANT de alto desempenho *Bateleur*[580]. No ano de 2008, a Estratégia Nacional de Defesa estabeleceu que o desenvolvimento local dessa categoria de aeronave é uma das prioridades das Forças Armadas brasileiras[581].

III.4.4. Serviços de Manutenção, Reparo e Revisão Aeronáutica

Por fim, encontram-se as empresas aeronáuticas que atuam exclusivamente no segmento de manutenção, revisão e reforma[582]. Segundo os dados da RAIS[583], no ano de 2007 o Brasil contava com mais de uma centena de empresas operando nesse segmento de mercado, em sua grande maioria microempresas que estavam voltadas para os serviços de manutenção em aeronaves leves. Entretanto, observam-se algumas firmas de médio e grande porte que realizam atividades de significativo conteúdo industrial e tecnológico. A maior delas é a VEM Manutenção e Engenharia SA, antiga empresa de manutenção do grupo Varig, que, em 2005, foi vendida para a companhia aérea portuguesa TAP[584]. Atualmente, ela conta com cerca de 2.650 funcionários distribuídos em dois grandes centros de manutenção localizados no Rio de Janeiro (RJ) e Porto Alegre (RS), sendo uma das 10 maiores empresas do mundo no seu segmento[585].

Com relação aos serviços de manutenção e revisão de turbinas três empresas se sobressaem: a norte-americana GE-Celma[586], localizada em Petrópolis (RJ); a britânica Rolls-Royce, em São Bernardo do Campo (SP); e a Pratt & Whitney Canadá, em Sorocaba

---

[580] CAMPBELL, 2008.

[581] *"A segunda diretriz* [da FAB] *é o avanço nos programas de veículos aéreos não tripulados"* (ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA, 2008, p.23)

[582] Em inglês a sigla *MRO - Maintenance, Repair and Overhaul*.

[583] A Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) é um Registro Administrativo, de periodicidade anual, criada com a finalidade de suprir as necessidades de controle, de estatísticas e de informações de responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego.

[584] Em janeiro de 2009 mudou sua denominação para TAP Manutenção e Engenharia do Brasil SA (TAP M&E, 2009).

[585] FERREIRA, 2008a, p.61-62.

[586] A Companhia Eletromecânica — Celma foi fundada em 1951 como uma fabricante de eletrodomésticos. Em 1957, a companhia aérea Panair adquiriu a empresa, transformando-a na sua unidade de revisão de turbinas. Em 1965 foi estatizada, passando não apenas a revisar turbinas, mas também a produzir partes e peças destas. Em 1991 foi privatizada e em 1996 seu controle foi adquirido pelo grupo norte-americano GE, quando passou a se chamar GE-Celma. Em 1998, adquiriu as oficinas de manutenção de turbinas da Varig, localizadas em Porto Alegre. Apesar de se constituir numa referência na manutenção e reparo de motores aeronáuticos, a GE-Celma adotou uma estratégia de enxugamento da sua estrutura produtiva. A produção de

(SP). Além de serem as maiores empresas do país neste segmento de mercado, as suas matrizes são importantes fornecedoras da Embraer[587]: a GE-Celma é parceira de risco no projeto *EMB-170/190*, sendo responsável pelo fornecimento das turbinas, mas estas são produzidas nos EUA[588]; a Rolls-Royce é a fabricante das turbinas do *ERJ-145*[589]; e a PW&C foi escolhida para fornecer os motores dos jatos *Phenom*. Ainda pode ser observada a presença de mais duas empresas não ligadas à cadeia produtiva da Embraer, mas que também realizam serviços de manutenção de turbinas aeronáuticas no Brasil: a subsidiária da empresa francesa Turbomeca, instalada no município de Xerém (RJ) e voltada para a manutenção das turbinas de helicópteros, e a brasileira Focal, localizada no Rio de Janeiro (RJ), que se concentra no reparo das turbinas de aeronaves da FAB[590].

III.5. Principais Características

III.5.1. Estratégica para o Desenvolvimento e a Segurança Nacional

A indústria aeronáutica é o setor industrial que, proporcionalmente, mais tem investido em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) no Brasil[591]. Segundo dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2005[592], a indústria aeronáutica investiu 6,3% das suas receitas líquidas em atividades de P&D, enquanto o conjunto das indústrias de alta tecnologia investiu 1,8%. Quando é analisado o volume de recursos dispendido, pode-se verificar que o setor aeronáutico respondeu por mais de 40% dos investimentos em P&D realizados pelo conjunto das indústrias de alta tecnologia, o equivalente a quase 10% de todo o valor investido pela indústria brasileira em P&D. A indústria aeronáutica também é a que apresenta a maior porcentagem de funcionários dedicados às atividades internas de

---

componentes foi desativada e, atualmente, a GE-Celma se concentrar apenas nos serviços de manutenção, e mesmo assim de turbinas exclusivas da GE (FERREIRA, 2008a).

[587] Com relação às turbinas aeronáuticas, cabe ressaltar que apenas os serviços de manutenção, reparo e revisão são realizados no país.

[588] Em 2007, a GE-Celma foi a maior empresa exportadora de serviços do Brasil (ENAEX, 2008).

[589] Os jatos da família *ERJ-145* utilizam motores turbofan *AE-3007* produzidos nos EUA pela Allison Engine Co, subsidiária da britânica Rolls-Royce.

[590] FERREIRA, 2009, p.29.

[591] Em números absolutos de investimentos e funcionários empregados em atividades internas de P&D, a indústria aeronáutica brasileira ocupa a segunda posição, atrás apenas da indústria automobilística.

inovação (14,2%), enquanto que no conjunto das indústrias de alta tecnologia essa porcentagem se reduz para 3,6%.

Tabela 25 – Indústrias de Alta Tecnologia no Brasil: Investimentos e funcionários em atividades internas de P&D, 2005

Setores Industriais	Investimentos em P&D		Funcionários em P&D	
	Valor (US$ milhões)	*% da receita líquida*	Número	*% total de funcionários*
Indústrias de Alta Tecnologia[1,2]	659	*1,8*	10.530	*3,6*
Aeronáutica	**283**	***6,3***	**3.286**	***14,2***
Farmacêutica	74	*0,7*	1.210	*1,4*
Informática	63	*1,5*	1.297	*5,4*
Equipamentos eletrônicos	169	*1,1*	2.466	*3,1*
Instrumentos de precisão	70	*2,3*	2.271	*2,9*
Total da Indústria	2.922	*0,6*	47.628	*0,7*

1. Indústrias de alta tecnologia pelo critério da OCDE, 2004.
2. Códigos CNAE 1.0: Aeronáutica (353), Farmacêutica (245), Informática (302), Eletrônica (321, 322 e 323) e Equipamentos de precisão (331, 332, 333, 334 e 335).
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC.

Os elevados investimentos em P&D fizeram da indústria aeronáutica um caso singular e atípico dentro da estrutura produtiva brasileira, pois é o único setor de alta tecnologia no qual o Brasil possui uma destacada competência em nível global[593], como pode ser observado na tabela 26. Em alguns segmentos de mercado, como a aviação comercial, a indústria brasileira chega a se posicionar entre as líderes mundiais. Atualmente, o Brasil possui a maior a indústria aeronáutica do Hemisfério Sul, tendo como competidoras as grandes indústrias aeronáuticas dos países desenvolvidos.

[592] Os últimos dados relativos à PINTEC, divulgados em 31 de julho de 2007, são referentes ao ano de 2005 (PINTEC, 2009).

[593] Para uma melhor análise da relação existente entre inovações tecnológicas e exportações ver DE NEGRI, 2005.

Tabela 26 – Indústrias de Alta Tecnologia no Brasil: Comércio exterior, 2007

Indústrias de Alta Tecnologia[1,2]	Exportação (X)	Importação (M)	*Saldo Comercial (X-M)*
Aeronáutica	**5.207**	**3.483**	**1.724**
Farmacêutica	821	4.415	(3.594)
Informática	160	2.340	(2.181)
Equipamentos eletrônicos	2.949	10.033	(7.084)
Instrumentos de precisão	761	4.800	(4.039)

1. Indústrias de alta tecnologia pelo critério da OCDE, 2004.
2. Códigos CNAE 1.0: Aeronáutica (353), Farmacêutica (245), Informática (302), Eletrônica (249.61, 319.25, 321, 322 e 323) e Equipamentos de precisão (331, 332, 333, 334 e 335).
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SECEX.

Outra importante característica da indústria aeronáutica brasileira é que, mesmo importando um grande volume de matérias primas e componentes utilizados no processo produtivo, ela se concentra na exportação de produtos acabados, de forma que as etapas de maior valor agregado, como o desenvolvimento e a montagem final das aeronaves, são realizadas no país. Isto permitiu que, desde os anos 80, a indústria aeronáutica brasileira se voltasse para o mercado externo, gerando assim elevados superávits comerciais. Nos primeiros oito anos da presente década, essa indústria acumulou um saldo comercial de US$ 12,8 bilhões, uma média de aproximadamente US$ 1,6 bilhão/ano.

Tabela 27 – Indústria Aeronáutica Brasileira[1]: Comércio exterior, 2000-2007

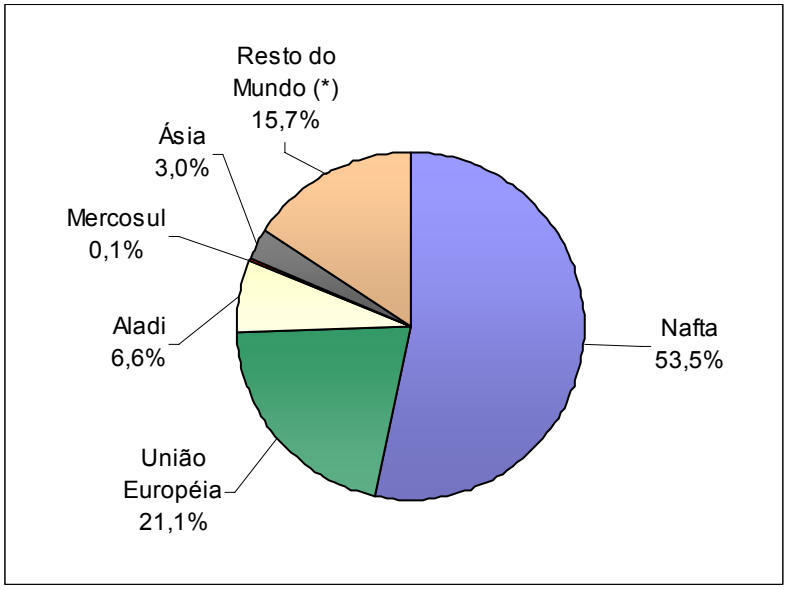
Período	Valor (US$ milhões)			*(%)*
	Exportação (X)	Importação (M)	Saldo (X-M)	*Participação (M/X)*
2000	3.680	1.833	1.847	*49,8*
2001	3.710	1.800	1.910	*48,5*
2002	2.836	1.171	1.665	*41,3*
2003	2.107	1.130	977	*53,6*
2004	3.479	1.765	1.714	*50,7*
2005	3.700	1.997	1.703	*54,0*
2006	3.743	2.466	1.277	*65,9*
2007	5.207	3.483	1.724	*66,9*

1. Códigos NCM correspondentes ao código 353 da CNAE 1.0 (Construção, montagem e reparação de aeronaves).
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SECEX.

Na tabela 27 também se verifica que, a partir de 2006, houve uma ampliação na participação das importações realizadas pela indústria aeronáutica brasileira *vis-à-vis* as

exportações. Naquele mesmo ano houve uma substituição do principal produto de exportação dessa indústria, dado que a nova família de aviões comerciais da Embraer, o *EMB-170/190* passou a liderar o número de aeronaves vendidas. Na nova família de aeronaves, a Embraer aprofundou a terceirização das atividades produtivas, de forma que os parceiros de risco passaram a ser co-responsáveis pelo desenvolvimento, montagem e integração de sistemas, atuando, assim, em etapas de maior valor adicionado. Dado que a maioria desses parceiros realiza grande parte das suas atividades no exterior, as importações passaram a representar uma proporção maior das exportações, no total da indústria aeronáutica. Por outro lado, foi a participação das parcerias de risco que permitiu a indústria aeronáutica brasileira desenvolver e a produzir aeronaves maiores, mais sofisticadas e de maior valor que, por sua vez, levaram a um volume de exportação mais elevado, possibilitando saldos comerciais estáveis ao longo de toda a década.

Gráfico 12 – Indústria Aeronáutica Brasileira: Destino das exportações por região, 2007



(*) África, Oceania, Oriente Médio e demais países.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SECEX.

A indústria aeronáutica não apenas exporta produtos de alta tecnologia, como cerca de 75% das vendas internacionais têm se direcionado aos países desenvolvidos. Em 2007, a América do Norte respondeu por mais da metade das exportações do setor, como é observado no gráfico 12. A Europa, por sua vez, foi o destino de aproximadamente um quinto das exportações desta indústria. Por fim, cabe destacar a elevada participação do

"Resto do Mundo". Tudo isto demonstra que a competitividade internacional da indústria aeronáutica brasileira está assentada sobre a elevada capacidade tecnológica das suas empresas.

Dada a sua posição singular na estrutura produtiva nacional, a indústria aeronáutica é de grande importância para o desenvolvimento tecnológico do país, gerando empregos de alto nível. Na tabela 25 apresentada anteriormente, verifica-se que a indústria aeronáutica respondeu por cerca de 7% de todos os funcionários do país que se dedicam a atividades internas de P&D, enquanto a receita deste setor agregado representa menos de 1% do total da indústria brasileira.

Tabela 28 – Escolaridade dos Trabalhadores na Indústria Brasileira: Aeronáutica[1] X Transformação, 2007

Grau de Escolaridade	Indústria	
	Aeronáutica	Transformação
Superior completo	23%	6%
2º grau completo e superiro incompleto	68%	40%
2º grau incompleto ou inferior	8%	54%
Total	100%	100%

1. CNAE 2.0: Códigos 304 (Fabricação de aeronaves) e 331.63 (Manutenção e reparação de aeronaves).
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS.

Na tabela 28, observa-se que apenas 8% dos funcionários da indústria aeronáutica não possuem o 2° grau completo, enquanto para o total da indústria de transformação esta proporção é superior a 50%. Por outro lado, os trabalhadores com nível superior completo representam 23% dos funcionários empregados pela indústria aeronáutica. Esta maior qualificação se reflete numa maior remuneração. A tabela 29 demonstra que a remuneração dos trabalhadores da indústria aeronáutica é, em média, três vezes maior que o da indústria de transformação como um todo.

Tabela 29 – Remuneração Média do Trabalho na Indústria Brasileira: Aeronáutica X Transformação, 2007

Salário Médio[1] (US$)		*Aero / Transformação*
Aeronáutica	Transformação	
1.921	632	*304%*

1. Salário médio = (Massa salarial / Número de empregados) convertidos em dólar.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da RAIS.

Por fim, cabe destacar que a indústria aeronáutica brasileira também possui uma posição de destaque na estrutura de defesa nacional, produzindo internamente cerca de 60% dos aviões e 40% dos helicópteros utilizados pelas Forças Armadas Brasileiras. A indústria aeronáutica é de grande relevância para a segurança nacional, pois possibilita o domínio das tecnologias sensíveis, tanto as embarcadas como as utilizadas no desenvolvimento, adaptação e produção de aeronaves, permitindo uma maior autonomia e disponibilidade, no emprego dessas. Sendo assim, o Brasil é um dos poucos países do mundo em que a indústria aeronáutica local fornece a maioria das aeronaves utilizadas pelas suas Forças Armadas.

Em suma, a indústria aeronáutica ocupa uma posição de destaque na estrutura produtiva brasileira, sendo de importância estratégica para o desenvolvimento econômico e, principalmente tecnológico do país, além de ocupar um papel central na estrutura de defesa da nação.

III.5.2. Decisiva Participação do Estado

Como apresentado anteriormente, a indústria aeronáutica brasileira surgiu de uma decisão de Estado, tendo como elemento central a visão estratégica de segurança nacional. O objetivo inicial era de capacitar o Brasil para produzir aviões de uso militar, pois este era e continua sendo um dos principais instrumentos da estrutura de defesa nacional, não apenas para o combate, mas também como elemento de integração nacional, particularmente nas regiões com menor densidade populacional e carente de infra-estrutura, como a Amazônia.

As políticas públicas com este objetivo se iniciaram em meados dos anos 30 e 40, através da ação direta do Estado ou do suporte a empreendimentos privados, todos buscando a produção de aeronaves no país. Como visto, nenhuma dessas iniciativas logrou um resultado positivo, em grande parte porque estavam baseadas em projetos estrangeiros. No referido período, um grupo de oficiais da FAB conseguiu o apoio do governo federal para a implantação de um centro de ensino e pesquisa em tecnologia aeronáutica, o CTA/ITA. A instalação desse centro tecnológico de classe mundial lançou as bases para a construção da moderna indústria aeronáutica brasileira, pois passou a fornecer os recursos

humanos e materiais necessários para o desenvolvimento da tecnologia aeronáutica no Brasil.

A empresa líder da indústria aeronáutica, a Embraer, não apenas se originou do CTA como foi criada a partir de uma decisão de Estado, sendo estabelecida na forma de uma empresa pública. O Estado também criou o mercado para esta empresa através das encomendas da FAB e da reorganização do mercado de aviação regional, financiou as vendas para o mercado civil e ainda coordenou os acordos internacionais visando à sua capacitação tecnológica. Dessa forma, o governo federal concentrou todos os seus esforços com vistas ao desenvolvimento da indústria aeronáutica nacional na criação, capacitação e expansão da Embraer.

O único segmento da indústria aeronáutica não abarcado pela Embraer foi a fabricação de helicópteros, pois a estratégia do governo federal era estabelecer uma outra fabricante de aeronaves no país, a Helibras. Nesse novo empreendimento, o governo federal definiu que a estrutura patrimonial seria tripartite, a sócia estrangeira seria a francesa Aerospatiale e o modelo de helicóptero a ser produzido localmente seria o *AS-350 Ecureil*. O governo do Estado de Minas Gerais também entrou como sócio, definindo que a nova empresa seria instalada nesse estado. Em contrapartida, os governos federal e estadual garantiram as encomendas públicas e a isenção fiscal.

Entre as iniciativas públicas de apoio ao desenvolvimento da indústria aeronáutica nacional, destaca-se o programa do caça militar *AMX*, pois capacitou a Embraer projetar e fabricar aeronaves de maior sofisticação tecnológica. Este programa também buscou o fortalecimento dos fornecedores nacionais, mas com pouco sucesso.

No início dos anos 90, quando o desenvolvimento da indústria aeronáutica deixou de ser um projeto de Estado, esta praticamente sucumbiu. A Embraer, mesmo sendo uma empresa consolidada e com uma razoável inserção no mercado internacional, foi praticamente à falência. A crise financeira do Estado, juntamente com a lógica neoliberal da política econômica então vigente, impediu o apoio público à Embraer, ao contrário levou a sua privatização. Apesar disso, o governo federal, através da FAB, interveio no processo de privatização, tanto que na sua venda foi estabelecida a criação de uma *golden share* e a restrição ao capital estrangeiro. O governo federal também manobrou para que os fundos de

pensão das empresas estatais participassem do processo de privatização da empresa aeronáutica[594], como de fato ocorreu.

A privatização da Embraer não significou o fim da participação do Estado na indústria aeronáutica nacional; ao contrário, estabeleceu-se uma nova forma de relacionamento com essa indústria, não menos importante e intensa do que aquela que existia previamente, como pode ser observado a seguir:

a) *Financiamento às exportações*: o governo federal, através da combinação do BNDES-Exim com o PROEX-Equalização, criou uma estrutura para financiar as exportações de aviões da Embraer em condições de igualdade com os concorrentes internacionais.

b) *Apoio ao desenvolvimento tecnológico e empresarial*: o governo federal estabeleceu programas específicos para a indústria aeronáutica brasileira, com destaque para o Pró-Aeronáutica[595], criado pelo BNDES com a finalidade de fortalecer a cadeia produtiva da indústria aeronáutica; e para o FNDCT-CT Aero[596], fundo administrado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que tem como objetivo promover investimentos em P&D no setor aeronáutico. Por sua vez, o governo do Estado de São Paulo, através da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), estabeleceu o Programa de Inovação em Ciência e Tecnologia Aeroespacial (PICTA)[597], voltado especificamente para este setor[598].

---

[594] Segundo Ozires Silva, então presidente da Embraer: *"a busca de futuros acionistas não foi fácil. Sentiu-se que até mesmo os fundos de pensão, tradicionalmente importantes investidores institucionais, esquivavam-se da Embraer devido a seu endividamento e à deterioração de sua imagem"* (SILVA, 2008, p.174).

[595] O Pró-Aeronáutica — Programa de Financiamento às Empresas da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira, criado em 2007, com um orçamento de R$ 100 milhões para aplicação ao longo de três anos, tem como objetivo garantir condições facilitadas de acesso ao crédito para micro, pequenas e médias empresas que demandem financiamentos de até R$ 10 milhões. A montagem do programa contou com a colaboração de representantes da Embraer, da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB) e da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), (PRÓ-AERONÁUTICA, 2009).

[596] O Fundo Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor Aeronáutico (FNDCT–CT Aeronáutico) foi criado em 2000, tendo como fonte de recursos 7,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE), cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, *royalties* e serviços técnicos especializados (CT AERO, 2009).

[597] O programa PICTA, lançado em 2000, funciona da seguinte maneira: os projetos apresentados por universidades ou instituições de pesquisa em parceria com uma empresa aeronáutica instalada no Estado de São Paulo são avaliados pela FAPESP. Aprovadas as propostas, a Fundação se encarrega de financiar 50% do

c) *Suporte internacional*: apoio do Ministério das Relações Exteriores (MRE) e do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) na promoção da indústria aeronáutica brasileira no mercado externo, além da defesa das empresas aeronáuticas brasileiras nos contenciosos internacionais, como foi o caso da disputa entre a Embraer e a canadense Bombardier, no âmbito da OMC.

d) *Encomendas públicas*: a retomada, ainda que lenta, dos projetos militares tem sido utilizada para capacitar a indústria aeronáutica brasileira, particularmente em tecnologias sensíveis. Nos anos 90, a implantação do SIVAM permitiu que a Embraer desenvolvesse modernas aeronaves de vigilância eletrônica, além de um sofisticado avião de treinamento militar e ataque, o *EMB-314 Super Tucano*. Atualmente três programas militares de grande envergadura têm movimentado a indústria aeronáutica nacional: o *KC-390*, um jato de transporte militar de grande porte que está sendo desenvolvido pela Embraer; o F-X2, que visa à escolha de um novo caça de primeira linha para a FAB, tendo como pré-requisito a transferência de tecnologia para as empresas nacionais e o *EC-725*, que busca capacitar a Helibras na produção de helicópteros pesados. Cabe ainda destacar que os programas de modernização das aeronaves militares têm possibilitado a capacitação das empresas Aeroeletrônica, Mectron e Atech em aviônica, radares e integração de sistemas, respectivamente.

e) *Participação no controle das empresas*: atualmente, nenhuma das empresas aeronáuticas em operação no Brasil possui controle estatal, mas o Estado ainda mantém a capacidade de influenciar na direção das duas maiores empresas aeronáuticas do país. Com relação à Embraer, o governo federal possui diretamente apenas 0,3% das ações, mas o BNDES e o fundo de pensão do Banco do Brasil (PREVI) controlam 5,2% e 14,2% do capital, respectivamente. Além disso, o governo federal também possui uma ação de classe especial, *golden share*, que permite vetar decisões de caráter estratégico. Na Helibras, a participação pública corresponde a aproximadamente 25% do capital, que está em poder do Estado de Minas Gerais. Entretanto, a maior capacidade de influenciar as decisões empresariais ocorre de forma indireta, através das políticas públicas. Por exemplo, o apoio

---

valor das pesquisas, ficando o restante dos recursos a cargo da empresa parceira (IZIQUE & ECHIMENCO, 2000).

[598] FERREIRA, 2008a, p.91-101.

do BNDES aos programas de adensamento da cadeia produtiva aeronáutica, incentivando a Embraer na atração de fornecedores estrangeiros. Outro exemplo foi a "sugestão" da FAB para que a Embraer não se associasse previamente a nenhum dos concorrentes no programa F-X2.

Em suma, apesar de estar inserida dentro da lógica de mercado, a indústria aeronáutica brasileira apresenta uma intrincada relação com o Estado Nacional, de forma que este continua tendo uma participação decisiva no seu desenvolvimento.

III.5.3. Existência de uma Infra-estrutura Tecnológica Compatível

A indústria aeronáutica brasileira, *"trata-se de uma história única de sucesso cujas origens remontam à década de 1940, quando o governo brasileiro iniciou um projeto estratégico de longo prazo para desenvolver a capacitação aeronáutica do país, com base na criação de uma escola de engenharia modelo e de um instituto de pesquisa e desenvolvimento, co-localizados em um centro técnico com infra-estrutura adequada"*[599]. A criação do CTA forneceu as bases para o surgimento e a consolidação da moderna indústria aeronáutica brasileira. Os alunos e pesquisas do CTA originaram a quase totalidade das empresas que compõe a indústria aeronáutica brasileira, entre elas a Embraer, criada inicialmente como um braço industrial do centro de pesquisa.

Em mais de meio século de história, o CTA conquistou o reconhecimento da comunidade científica internacional, sendo considerado um dos mais importantes centros de ensino, pesquisa e desenvolvimento aeroespacial do mundo[600]. Atualmente, os cerca de 2.700 servidores estão distribuídos entre os seus quatro institutos: ITA (ensino)[601], IAE (aeronáutica e espaço)[602], IFI (fomento à indústria) e IEAv (estudos avançados). No ano de 2006, o CTA, que funcionava vinculado ao Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento

---

[599] SHARP, 2006.

[600] Apesar da grande importância do CTA, o cerceamento político dos anos 70 e a crise financeira do Estado, notadamente nas décadas de 80 e 90, levaram esta instituição a sofrer perdas irreparáveis com a saída de profissionais altamente qualificados. Entretanto, a última década foi marcada por um fortalecimento desta instituição (MORAIS, 2006 e FERREIRA, 2008a).

[601] Atualmente, o ITA emprega cerca de 150 professores e tem formado, em média, 100 engenheiros em graduação e 150 em pós-graduação, por ano (DRUMOND, 2007a).

(DEPED), passou a incorporar todas as atividades deste órgão, sendo transformado no Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial. Com esta mudança o CTA assumiu todas as atividades de pesquisa e desenvolvimento realizadas pela Aeronáutica[603], de forma que a estrutura de comando foi transferida de Brasília para São José dos Campos (SP), ampliando-se, assim, o poder político desta instituição.

Dentro do sistema de inovação do setor aeroespacial cabe destacar a criação, em 1971, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), também estabelecido no município de São José dos Campos. Este instituto é responsável pelas pesquisas espaciais e desenvolvimento dos satélites, além de oferecer cursos de pós-graduação voltados ao setor aeroespacial. Atualmente vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e empregando cerca de 1.100 servidores, o INPE é uma das instituições responsáveis pela execução do programa espacial brasileiro.

Apesar da importância primária do CTA, e secundária do INPE, para a criação e consolidação do setor aeroespacial brasileiro, essas instituições não possuíam uma estrutura adequada para estimular o desenvolvimento e aperfeiçoamento das pequenas empresas inovadoras. Dessa forma, na última década a infra-estrutura de suporte à indústria aeronáutica foi ampliada com a criação de parques tecnológicos e incubadoras. Em 2004, o CTA, através da Fundação Casimiro Montenegro Filho[604], implantou a IncubAero, incubadora de empresas do setor aeroespacial. No ano de 2005, o governo do Estado de São Paulo lançou o Parque Tecnológico de São José dos Campos[605], onde foi instalado o Centro para Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (CECOMPI). Criado em 2003, o CECOMPI tem como objetivo estabelecer redes de cooperação que permitam a criação de

---

[602] Em 1991, o Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD) e o Instituto de Atividades Espaciais (IAE) fundiram-se, criando o atual Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), com a missão de realizar pesquisa e desenvolvimento tanto no campo aeronáutico como espacial (IAE, 2009).

[603] O CTA assumiu inclusive os centros de lançamento de foguetes de Alcântara (CLA) e da Barreira do Inferno (CLBI), e o Grupo Especial de Ensaios em Vôo (GEEV), (CTA, 2009).

[604] A Fundação Casimiro Montenegro Filho (FCMF), como fundação de apoio ao ITA desenvolve projetos de desenvolvimento e capacitação tecnológica entre empresas e institutos de pesquisa e ensino superior, a partir da formatação, em conjunto com as empresas interessadas, de Convênios de Cooperação Científica (FCMF, 2009).

[605] O Sistema Paulista de Parques Tecnológicos, criado pelo governo do Estado de São Paulo em 2006, é coordenado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e financiado por meio de um projeto especial da FAPESP, com recursos repassados pelo Estado (DECRETO Nº 50.504/SP, 2006).

um sistema regional de inovação, com destaque para o setor aeroespacial[606]. Entre suas principais iniciativas destacam-se a criação da Incubadora de Negócios em 2005, e do APL Aeroespacial em 2006[607]. No mesmo parque tecnológico, começou a ser implantado em 2006 o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Aeronáutica (CDTA)[608] através de uma parceria entre Embraer, ITA e IPT[609]. Por fim, cabe destacar que no ano de 2005 também foi criado o Parque Tecnológico da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), que conta com uma incubadora de empresas[610].

Outro importante aspecto da infra-estrutura tecnológica se refere à formação e qualificação dos recursos humanos. Nesse sentido, verifica-se que a expansão da indústria aeronáutica levou a criação de diversos cursos de engenharia aeronáutica na presente década, particularmente na região de São José dos Campos[611]: 2001 — Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), universidade privada localizada em São José dos Campos; 2002 — Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP), universidade pública estadual do Estado de São Paulo; 2003 — Universidade Paulista (UNIP), universidade privada com curso oferecido no campus de São José dos Campos; e 2004 — Universidade de Taubaté (UNITAU), universidade pública municipal de Taubaté. Em 2006, o governo de São Paulo criou outra importante instituição de ensino, a Faculdade Tecnológica de São José dos Campos (FATEC-SJC), que oferece diversos cursos de tecnólogos com especialização no setor aeroespacial. Por fim, cabe destacar que, desde

---

[606] O CECOMPI é uma associação sem fins lucrativos criada com apoio do CTA (FCMF/ITA), Prefeitura Municipal de São José dos Campos e empresas, entre elas a Embraer (CECOMPI, 2009).

[607] O Arranjo Produtivo Local do Setor Aeroespacial (APL Aeroespacial) é uma cooperação entre empresas do setor aeronáutico e espacial, com o objetivo de estabelecer parcerias e promover desenvolvimento e integração econômica e social entre as empresas (CECOMPI, 2009).

[608] O objetivo prioritário do CDTA é executar pesquisas voltadas para o desenvolvimento de estruturas aeronáuticas leves. Muitas destas pesquisas já estavam sendo realizadas no âmbito das universidades estaduais paulistas e das empresas aeronáuticas, entretanto, estas não possuíam os laboratórios adequados para a execução destes estudos (FERREIRA, 2008a).

[609] Entrevista concedida pelo Dr. Luiz Eduardo Lopes, Diretor do Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos do IPT, em 21 de novembro de 2007.

[610] O Parque Tecnológico da UNIVAP conta com aproximadamente 30 empresas parceiras, todas de base tecnológica, algumas delas do setor aeroespacial (UNIVAP, 2009).

[611] O único curso de engenharia aeronáutica situado em uma instituição fora do Estado de São Paulo é o da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Esta universidade conta com um curso de engenharia mecânica com ênfase em engenharia aeronáutica criado em 1963.

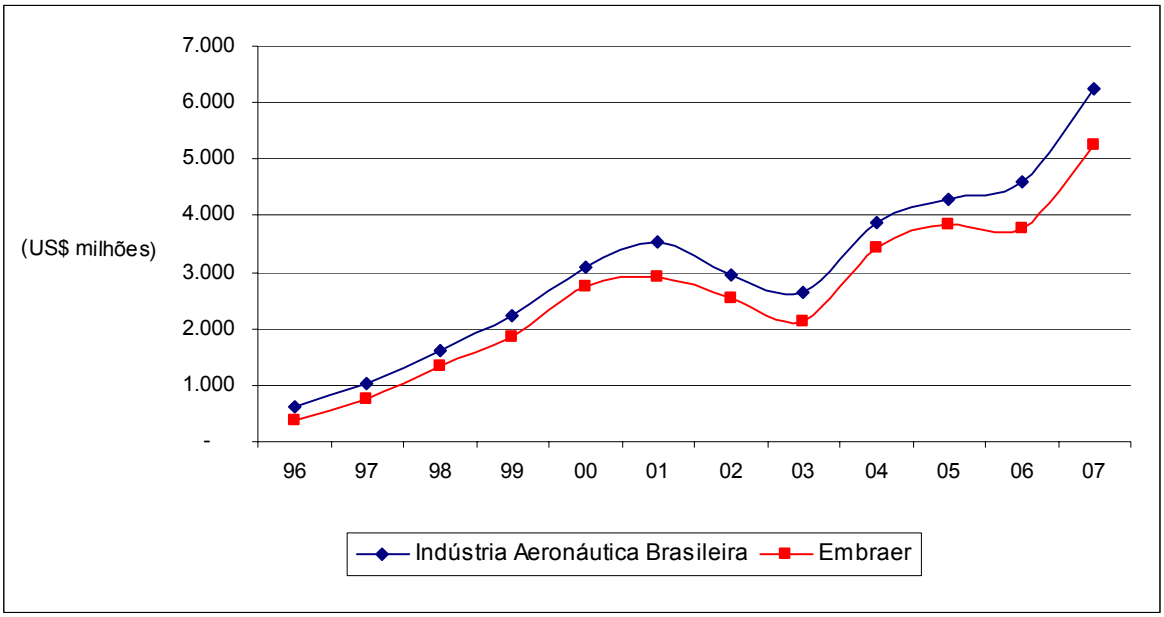
2001, a Embraer vem executando o Programa de Especialização em Engenharia (PEE), um curso interno de especialização para todos os engenheiros recém contratados[612].

Dessa forma, uma das principais características da indústria aeronáutica brasileira é que ela está assentada sobre uma ampla e moderna infra-estrutura de apoio às atividades científicas e tecnológicas, que se originou com a criação do CTA. Por sua vez, o avanço da indústria aeronáutica nos últimos anos, centrado na expansão de sua empresa líder, demandou a ampliação do sistema de inovação com a instalação de novas instituições voltadas para o desenvolvimento de novas empresas, novas tecnologias e novos cursos.

III.5.4. Estrutura Produtiva Concentrada na Empresa Líder

No Brasil, a indústria aeronáutica está praticamente concentrada em uma única empresa, que tem respondido por mais de 80% das receitas obtidas por este setor industrial. Esta característica estrutural faz com que o desempenho da indústria aeronáutica brasileira apresente uma altíssima correlação com a evolução de sua empresa líder, a Embraer.

Gráfico 13 – Receita Líquida: Indústria Aeronáutica Brasileira[1] X Embraer[2], 1996-2007



1. CNAE 1.0 código 353 (Construção, montagem e reparação de aeronaves).
2. Inclui faturamento de subsidiárias no exterior.
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PIA e da Embraer.

[612] Atualmente a duração do PEE é de 18 meses em regime de dedicação integral e nesse período os engenheiros são bolsistas de pós-graduação e recebem benefícios (EMBRAER, 2008).

A elevada concentração da indústria aeronáutica brasileira também é observada em relação ao número de funcionários ocupados, dado que 78,3% destes encontram-se empregados nas quatro maiores empresas desse setor industrial. Quando se amplia a amostra para 8 e 12 empresas, o grau de concentração da mão-de-obra continua se elevando, mas numa proporção bem menor, indicando a existência de poucas grandes empresas na indústria aeronáutica nacional.

Tabela 30 – Indústria Aeronáutica Brasileira[1]: Grau de concentração econômica, 2007

Setor Industrial	Grau de Concentração[2] *(%)*		
	CR4	CR8	CR12
Indústria Aeronáutica	*78,3*	*83,9*	*87,0*

1. Código específico correspondente ao código 353 da CNAE 1.0.

2. CR4: concentração a partir do Pessoal Ocupado (PO) das quatro maiores empresas; CR8: oito maiores empresas; CR12: doze maiores empresas.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Cadastro Central de Empresas (CCE)/IBGE.

A estrutura produtiva da indústria aeronáutica brasileira reflete a grande participação da Embraer, concentrando-se na produção e exportação de aeronaves, que, ao longo da década, tem proporcionando um elevado superávit comercial. Por outro lado, a rede de empresas fornecedoras instaladas no país é muito reduzida, de forma que a indústria aeronáutica nacional importa a maioria dos componentes utilizados no processo produtivo, gerando um elevado déficit neste segmento de mercado, como pode ser observado na tabela 31.

Tabela 31 – Saldo Comercial da Indústria Aeronáutica Brasileira: Aeronaves X Componentes, 2000-2007

Segmentos	Saldo Comercial (US$ milhões)							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aeronaves	3.019	3.286	2.613	1.894	3.191	3.054	3.044	4.174
Componentes	(1.172)	(1.377)	(949)	(917)	(1.477)	(1.351)	(1.767)	(2.450)
Total	1.847	1.910	1.665	977	1.714	1.703	1.277	1.724

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da SECEX.

Na presente década, o número de empresas contabilizadas na indústria aeronáutica brasileira se expandiu em quase 80%, implicando importantes mudanças na estrutura produtiva, como apresentado na tabela a seguir. A participação das microempresas no número de estabelecimentos da indústria sofreu uma pequena redução passando de 82,1%

no ano 2000, para 75,3% em 2007. Entretanto, as maiores alterações na estrutura produtiva se referem ao aumento de participação das empresas de médio e grande porte. As empresas com mais de 100 funcionários, que representavam 5,2% do total no início da década, passaram a responder por 8,3% das empresas aeronáuticas que operavam em 2007. Entretanto, a maior expansão foi na faixa das empresas de grande porte, com mais de 500 funcionários, que passaram de duas para sete firmas em menos de uma década.

Tabela 32 – Indústria Aeronáutica Brasileira: Classificação das empresas de acordo com o porte, 2000 e 2007

Porte da Empresa[1]	2000			2007			Δ 2000-2007
	N° de empresas	*Participação no total (%)*	*Acumulado (%)*	N° de empresas	*Participação no total (%)*	*Acumulado (%)*	
Micro	110	*82,1*	*82,1*	180	*75,3*	*75,3*	63,6
Pequena	17	*12,7*	*94,8*	39	*16,3*	*91,6*	129,4
Média	5	*3,7*	*98,5*	13	*5,4*	*97,1*	160,0
Grande	2	*1,5*	*100,0*	7	*2,9*	*100,0*	250,0
Total	134	*100,0*		239	*100,0*		78,4

1. Classificação do SEBRAE para empresas industriais de acordo com o número de funcionários: Micro (até 19), Pequena (de 20 até 99), Média (de 100 até 499) e Grande (acima de 500).
Fonte: Elaboração própria com base em dados da RAIS.

Segundo dados da RAIS, mais de 70% das microempresas existentes na indústria aeronáutica brasileira são prestadoras de serviços de manutenção em aeronaves que atuam em localidades e segmentos específicos. Dessa forma, o aumento do número de microempresas nos últimos anos serviu, em grande parte, para atender a expansão do transporte aéreo nacional, particularmente da aviação privada[613].

Entretanto, o fortalecimento da estrutura produtiva da indústria aeronáutica em relação ao porte das empresas está diretamente relacionado com a grande expansão da Embraer ao longo da presente década. Observa-se que, quanto maior o porte da empresa, maior foi o crescimento da sua participação na estrutura produtiva. A expansão do número de empresas de pequeno porte, em geral subcontratadas para realizar atividades específicas, esteve relacionada tanto com o crescimento vegetativo quanto com a criação de novas empresas, em ambos os casos para atender as maiores demandas da Embraer. Por sua vez, a maior participação das médias e grandes empresas se deve a dois importantes movimentos observados na indústria aeronáutica brasileira ao longo dos últimos anos. Primeiro, a

instalação de unidades produtivas no Brasil por parte dos parceiros de risco da Embraer e, segundo, as operações de fusões e aquisições entre empresas subcontratadas de pequeno e médio porte.

Isto permite concluir que a indústria aeronáutica brasileira apresenta uma estrutura produtiva, não apenas concentrada, mas também estratificada. Esta indústria é constituída predominantemente pela Embraer e pelas empresas que fazem parte da sua cadeia produtiva: as subsidiárias locais dos parceiros de risco, empresas fornecedoras e algumas dezenas de micro e pequenas firmas subcontratadas. Todas essas empresas obtêm a quase totalidade das suas receitas através das vendas realizadas direta ou indiretamente para a empresa líder. Pode-se concluir que a Embraer e as empresas que fazem parte da sua cadeia de produção respondem pela quase totalidade da receita gerada pela indústria aeronáutica brasileira.

Por sua vez, as empresas que operam de forma independente da Embraer podem ser divididas em dois blocos. O primeiro composto por um grande número de microempresas voltadas para os serviços de manutenção aeronáutica e o segundo formado por poucas empresas, em geral de médio e grande porte, que atuam em nichos de mercado bastante específicos, como a montagem de helicópteros e a manutenção de turbinas. Em ambos os casos o que se observa é uma participação marginal desses blocos na receita gerada pela indústria aeronáutica brasileira.

O fato da indústria aeronáutica brasileira estar centrada numa grande empresa líder não é uma deficiência, ao contrário, permite que esta empresa tenha uma inserção ativa no mercado global, carregando consigo o restante da sua cadeia produtiva. A deficiência, por sua vez, reside no fato de que, na indústria aeronáutica brasileira, somente a Embraer possui a escala empresarial necessária para ser competitiva no mercado aeronáutico internacional.

---

[613] KOMATSU, 2007 e DUPIM, 2008.

III.5.5. Regionalmente Localizada

As características estruturais da indústria aeronáutica fazem com que suas atividades sejam altamente concentradas do ponto de vista territorial. Na maioria dos países, as indústrias aeronáuticas estão localizadas em centros de excelência organizados em torno de uma empresa líder. *"As vantagens de localização estão associadas às economias de aprendizado e eficiência coletiva, proximidade dos centros de pesquisa e universidade, economias de especialização e a possibilidade de implementação de políticas públicas regionais de desenvolvimento econômico e tecnológico efetivas"*[614].

O caso brasileiro não é diferente, pois a maioria das empresas aeronáuticas está localizada na região de São José dos Campos[615], onde se encontra a sede e principal unidade produtiva da Embraer. Esta concentração se deve ao fato do CTA, instituição a partir da qual se constituiu a empresa líder, ter se estabelecido nesta cidade em 1950. Atualmente, a região de São José dos Campos responde por 55% dos empregos gerados pela indústria aeronáutica, em nível nacional. Quando se verifica a qualificação dos funcionários, a liderança desta região é ainda mais pronunciada, pois emprega 85% dos trabalhadores dessa indústria que tenham nível superior. Dessa maneira, a região de São José dos Campos, no Estado de São Paulo, firma-se como o centro de excelência da indústria aeronáutica brasileira[616].

Como apresentado, desde 1999 a Embraer está transferindo para a nova planta industrial, no município de Gavião Peixoto, a produção das aeronaves militares e executivas, segmentos que a empresa elegeu para diversificar suas atividades. Além da unidade produtiva no município de Botucatu, a antiga Indústria Aeronáutica Neiva, que é responsável pela fabricação das aeronaves agrícolas e de componentes diversos para as demais aeronaves da Embraer. Algumas subcontratadas da Embraer, como a Grauna Aerospace e a Winnstal, sediadas na região de São José dos Campos, também possuem unidades produtivas em Botucatu.

---

[614] BERNARDES, 2007.

[615] A região de São José dos Campos é composta pelos municípios de: São José dos Campos, Caçapava, Igaratá, Pindamonhangaba, Santa Branca, Taubaté e Tremembé.

[616] FERREIRA, 2008a, p.84.

Observa-se, assim, o início do processo de desconcentração em relação à região de São José dos Campos, mas as novas unidades produtivas continuam sendo instaladas no Estado de São Paulo. No restante do país, a indústria aeronáutica está resumida a algumas empresas que atuam em nichos de mercado. Em geral são subsidiárias de grandes empresas transnacionais que operam em atividades de adaptação, montagem e assistência técnicas de produtos e equipamentos vindos do exterior, como é o caso da Helibras em helicópteros, da GE-Celma em turbinas e da Aeroeletrônica em aviônicos.

Tabela 33 – Participação do Estado de São Paulo na Indústria Nacional: Aeronáutica X Transformação, 2007

Indicadores	Ind. Aeronáutica São Paulo / Brasil	Ind. Transformação São Paulo / Brasil
Valor da Produção (VP)	82%	42%
Valor Adicionado (VTI)	85%	43%
Pessoal Ocupado (PO)	81%	37%
Salários (W)	88%	48%
Saldo Comercial (X-M)	151%	51%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PIA e da SECEX.

Os dados apresentados na tabela 33 demonstram que a indústria paulista responde por mais de 80% da produção, do valor adicionado e do pessoal ocupado pela indústria aeronáutica nacional. No Estado de São Paulo a indústria aeronáutica apresenta, em média, o dobro da participação da indústria de transformação, no total nacional. O Estado de São Paulo também responde por 88% da massa salarial da indústria aeronáutica nacional, indicando que os empregos mais qualificados dessa indústria, em geral relacionados às atividades de pesquisa e desenvolvimento, estão concentrados no território paulista. Além disso, o Estado de São Paulo também responde por 150% do saldo comercial da indústria aeronáutica brasileira, isto significa que no restante do país a indústria aeronáutica é altamente deficitária. Pode-se afirmar que a indústria aeronáutica brasileira é uma indústria predominantemente paulista.

III.6. Desafios Competitivos

A indústria aeronáutica brasileira — na figura da sua empresa líder — é um caso único de sucesso tanto no mercado mundial, como dentro da estrutura produtiva brasileira. Segundo o Sr. Maurício Botelho, Diretor-Presidente da Embraer (1995-2007)[617]: *"O Brasil logrou fazer parte do exclusivo clube de não mais de quinze nações em todo o mundo que foram capazes de dominar o chamado ciclo completo da tecnologia aeronáutica, qual seja: a capacidade de conceber, projetar, desenvolver, testar, certificar, produzir e, finalmente, apoiar por décadas a operação de seus aviões, nos cinco continentes"*.

Entretanto, essa posição de destaque conquistada pela indústria aeronáutica brasileira passa a ser questionada pelas amplas e profundas transformações do setor aeronáutico. Como visto no primeiro capítulo, as mudanças da indústria aeronáutica estão centradas na exacerbação da dinâmica da inovação e na crescente concentração e coordenação da estrutura produtiva. Em suma, observa-se um aprofundamento da concorrência na indústria aeronáutica mundial, *"a concorrência através de novas mercadorias, novas tecnologias, novas fontes de oferta, novos tipos de organização (a grande unidade de controle em larga escala) — concorrência que comanda uma vantagem decisiva de custo ou qualidade e que atinge não a fímbria dos lucros e das produções das firmas existentes, mas suas fundações e suas próprias vidas"*[618]. Dessa maneira, a indústria aeronáutica brasileira como um todo, e a Embraer em particular, passa a ter de enfrentar dois importantes desafios: o tecnológico e o estrutural.

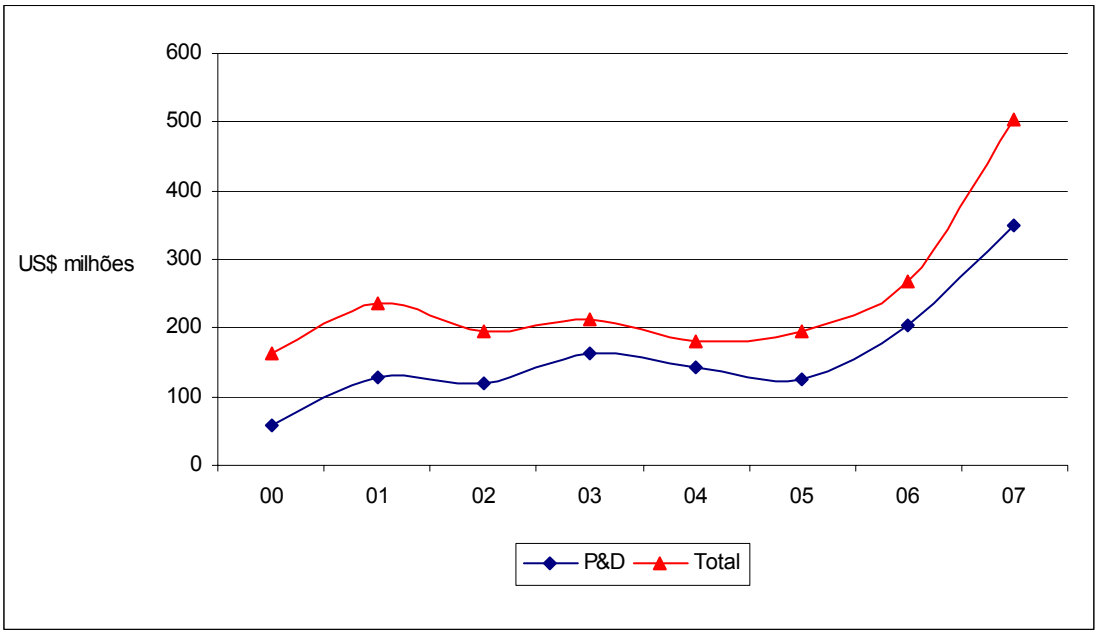
III.6.1. O Desafio Tecnológico

A indústria aeronáutica brasileira é o único setor de alta tecnologia em que o Brasil conseguiu se consolidar no mercado mundial, com destaque para a Embraer que, atualmente, é líder mundial no segmento de jatos regionais. A elevada capacitação tecnológica é a principal vantagem competitiva da Embraer, e foi conquistada através de um longo processo de aprendizado que, desde o início, esteve centrado no domínio das

[617] SHARP, 2006.
[618] SCHUMPETER, 1984, p.114.

tecnologias-chaves que determinam o avião como um produto final — com destaque para as áreas de projeto, montagem e integração de sistemas.

Gráfico 14 – Investimentos da Embraer: Total X P&D, 2000-2007



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Embraer.

Apesar da Embraer realizar grandes e crescentes investimentos em P&D — cerca de 65% do total de investimentos realizados pela empresa —, estes se voltaram quase que exclusivamente para o desenvolvimento da tecnologia aplicada, necessária para viabilizar o lançamento das novas aeronaves. Uma vez que o padrão tecnológico estava consolidado, a maioria das inovações introduzidas pela Embraer em seus projetos foi de caráter incremental, mas o suficiente para que seus aviões estivessem entre os mais sofisticados do mercado. Como visto, o último salto tecnológico da empresa foi obtido com o programa militar *AMX*, capacitando a Embraer a projetar e fabricar aeronaves de maior sofisticação. Desde então, ela vem concentrando seus esforços tecnológicos no desenvolvimento de novos produtos, relegando a um segundo plano, a pesquisa de novas tecnologias[619]. Como resume Pinto, Migon & Montoro (2007, p.10): *"Ao esmiuçar a natureza dos gastos em P&D, verifica-se o foco em produtos, em oposição à busca da manutenção da vanguarda tecnológica do setor, de certa forma atingida ao cabo do seu último programa militar expressivo, o AMX"*. Contudo, a recente ruptura da trajetória tecnológica está pondo em

dúvida grande parte das vantagens competitivas construídas pela Embraer, pois as inovações trazidas pelo *Boeing 787* vêm modificar exatamente as tecnologias sob as quais está assentada a competência da empresa brasileira. Em decorrência disso, a Embraer passou a destinar uma grande quantidade de recursos para pesquisa básica, ampliando de maneira significativa o total de investimentos em P&D realizados nos últimos anos.

No que tange ao desafio de acompanhar as amplas e profundas mudanças tecnológicas, as demais empresas que compõe a indústria aeronáutica brasileira podem ser divididas em dois grupos. No primeiro, se encontram as fabricantes de peças, componentes e estruturas que utilizam a tecnologia tradicional. Nesse grupo está incluída a maior parte das firmas que compõe a cadeia produtiva da Embraer, tanto as pequenas firmas subcontratadas, como as parceiras de risco que produzem aeroestruturas. Essas empresas passam a enfrentar grandes desafios, pois a demanda pelos seus produtos e serviços deverá ser severamente reduzida ou mesmo encerrada. Sendo assim, as alternativas que se colocam para as empresas desse grupo são: atender nichos de mercado (muitos deles com escala global), diversificar as atividades para segmentos que utilizem novas tecnologias ou encerrar a produção. No segundo grupo, formado pelas empresas que já trabalham com as novas tecnologias, as inovações de caráter disruptivo que estão sendo introduzidas abrem uma importante "janela de oportunidade" que, por sua vez, permite o fortalecimento das empresas existentes e a criação de novas empresas inovadoras, havendo inclusive a possibilidade de se constituir alguns *players* de classe mundial. Segundo o Sr. Horácio Mello, Diretor de Relações Institucionais da Embraer[620]: *"as novas tecnologias, além de desafios, também representam oportunidades de se ocupar novos mercados, particularmente nos segmentos menos consolidados"*. Entre os segmentos com melhores perspectivas de acompanhar os novos desafios tecnológicos, destacam-se: peças, componentes e estruturas em novos materiais, engenharia aeronáutica, integração de sistemas, aviões leves e VANTs.

Em resumo, o grande desafio tecnológico da indústria aeronáutica brasileira é acompanhar o elevado dinamismo das inovações que estão sendo introduzidas no setor

---

[619] FERREIRA, 2008a.

[620] Entrevista concedida pelo Sr. Francisco Horácio Mello, Diretor de Relações de Institucionais da Embraer, em 9 de novembro de 2007.

aeronáutico. Nesse sentido, o apoio Estado — através do incentivo à pesquisa e das encomendas militares — passa a ser fundamental.

A primeira iniciativa da indústria aeronáutica brasileira direcionada para a P&D nas novas tecnologias foi a criação do CDTA, um centro de pesquisa voltado para o desenvolvimento de estruturas aeronáuticas leves produzidas em materiais compostos. Esse novo centro tecnológico — instalado no Parque Tecnológico de São José dos Campos — foi estabelecido em 2006 através de uma parceria entre Embraer, ITA e IPT. Os investimentos orçados em cerca de US$ 50 milhões para um período de quatro anos foram obtidos através dos programas de apoio à indústria aeronáutica, junto à FAPESP, à FINEP e ao BNDES[621].

Por sua vez, os programas militares coordenados pela FAB passam a ter uma importância ainda mais decisiva para a capacitação da indústria aeronáutica brasileira em novas tecnologias dado o elevado volume de recursos disponibilizados e o amplo conjunto de inovações envolvidas. Nesse contexto, dois programas se destacam: o avião de transporte militar *KC-390*, estimado em US$ 1,3 bilhão, que irá contribuir para o desenvolvimento das tecnologias dos materiais compostos; o caça supersônico F-X2, ainda em fase de definição, deverá possibilitar um avanço nas tecnologias de ponta, particularmente aquelas relacionas com integração de sistemas e estruturas aerodinâmicas.

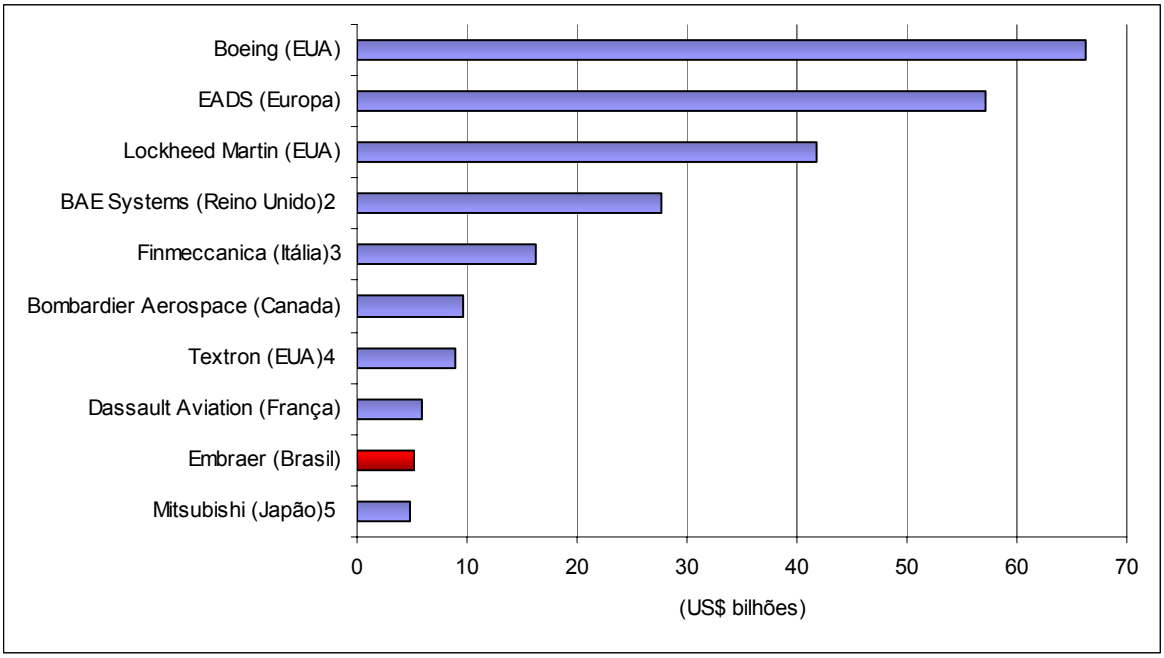
III.6.2. O Desafio Estrutural

A elevada concentração da indústria aeronáutica brasileira permitiu que a Embraer constituísse uma escala empresarial suficientemente grande para ser competitiva no mercado aeronáutico internacional. Contudo, o aprofundamento do processo de concentração — que passou a extrapolar tanto as fronteiras nacionais, quanto setoriais — tem feito com que a empresa brasileira apresente uma pequena escala empresarial quando comparada com as outras grandes fabricantes de aeronaves, como pode ser observado no gráfico 15.

---

[621] Entrevista concedida pelo Dr. Luiz Eduardo Lopes, Diretor do Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos do IPT, em 21 de novembro de 2007.

Gráfico 15 – 10 Maiores Grupos Aeroespaciais do Mundo[1], 2007



1. Por falta de informações contábeis, os grupos aeroespaciais russos e chineses não foram classificados.
2. A Divisão de Armamentos Terrestres não foi contabilizada.
3. As Divisões de Energia e Transporte não foram contabilizadas.
4. Divisões Aeronáutica (Cessna) e de Helicópteros (Bell) do grupo Textron.
5. Divisão Aeroespacial da Mitsubishi Heavy Industries.

Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios Anuais das Empresas para o ano de 2007.

As vendas da Embraer têm atravessado as fronteiras nacionais desde o final dos anos 70, possibilitando que conquistasse uma posição de liderança mercado internacional. Atualmente, mais de 90% das receitas da empresa são obtidas com as exportações, uma das maiores porcentagens entre as grandes fabricantes de aeronaves. Por outro lado, suas atividades continuam restritas ao setor aeronáutico não se diversificando para outros setores — particularmente para os setores de defesa e espaço — como a maioria das suas concorrentes. A fabricação de aviões militares faz da Embraer a maior empresa de defesa do Brasil[622]. Todavia, ela não atua na fabricação de equipamentos de defesa propriamente

[622] FERREIRA, 2009.

ditos, como mísseis, foguetes e radares[623]. Além disso, a sua participação no setor espacial também pode ser considerada nula[624].

A principal estratégia adotada pela Embraer para superar as deficiências decorrentes da sua pequena escala empresarial foi a constituição das parcerias de risco, sendo a pioneira na criação dessa nova forma de relacionamento, que permite partilhar os custos de desenvolvimento com fornecedores selecionados. Entretanto, essa estratégia não esgota a necessidade de uma escala empresarial cada vez maior, ao contrário, para avançar no processo de coordenação da cadeia produtiva — que é e será crescentemente global —, a Embraer precisa construir uma escala empresarial que a mantenha entre as líderes mundiais.

As demais empresas que compõe a indústria aeronáutica brasileira têm, na baixa escala produtiva e empresarial, uma das suas principais deficiências. Na maioria dos casos, essa deficiência não deverá ser superada pelo crescimento orgânico, mas através de ações cooperadas e, principalmente, com o avanço da consolidação do setor. Entre as principais ações cooperadas, destaca-se a recente constituição do APL Aeroespacial, que está sendo coordenado pelo CECOMPI. Com relação ao processo de consolidação, o desafio é unificar as empresas para que estas ganhem escala e passem a atender não apenas a Embraer, mas também outros grandes clientes internacionais. Além disso, é importante para o fortalecimento da cadeia produtiva que algumas empresas nacionais resultantes do processo de consolidação alcancem o patamar de parceiras de risco da Embraer em futuros projetos.

Com relação às empresas aeronáuticas que não participam da cadeia produtiva da Embraer, observa-se que a maioria delas atua em nichos de mercado. Apesar disso, a escala produtiva é de grande importância para essas empresas, particularmente para aquelas que buscam se consolidar no mercado internacional. Por fim, é importante ressaltar que em alguns segmentos como helicópteros, aeronaves leves e VANTs, as encomendas públicas

---

[623] Em 1987 a Embraer participou — com 40% do capital — da criação da Órbita Sistemas Aeroespaciais SA, uma *joint venture* com as empresas bélicas Engesa e Imbel destinada à fabricação de mísseis, mas cujo projeto não foi adiante (LOPES, 1994).

[624] Em 1996, a Embraer foi selecionada pela Agência Espacial Brasileira (AEB) como a principal contratante do programa espacial brasileiro na Estação Espacial Internacional (ISS) para fornecer seis itens, com destaque para o "Palete Expresso para Experimentos" que seria feito com apoio técnico da Boeing. Posteriormente, a Embraer alegou que os recursos disponibilizados, aproximadamente US$ 120 milhões, eram insuficientes, deixando de participar do programa (AMORIM, 2002).

são fundamentais para se estabelecer uma escala produtiva mínima e, assim, determinar o sucesso do empreendimento.

IV. Considerações Finais

O presente trabalho procurou demonstrar que os elementos fundamentais da dinâmica da inovação e da estrutura de mercado da indústria aeronáutica mundial estão passando por amplas e profundas transformações.

A indústria aeronáutica é caracterizada como um setor de alta tecnologia, cujo padrão de concorrência está centrado na crescente e contínua incorporação de inovações, particularmente tecnológicas, sendo um processo cumulativo que segue uma trajetória. Entretanto, ao longo das últimas décadas, tem se observado que essa indústria vem introduzindo um conjunto de inovações de caráter radical, implicando numa descontinuidade das trajetórias tecnológicas até então vigentes. Essa exacerbação do dinamismo inovador é verificada tanto no segmento de aeronaves comerciais quanto militares, dado que ambos utilizam a mesma base tecnológica.

Em decorrência da sua importância estratégica — a necessidade de se garantir a superioridade do poder aéreo — o segmento militar da indústria aeronáutica é o primeiro a incorporar a maioria das inovações, tanto as incrementais, como as disruptivas. As inovações são inicialmente introduzidas nos aviões militares de primeira linha, os caças, de forma que essa é a categoria de aeronave que se encontra na fronteira da trajetória tecnológica, representando o "estado da arte" da indústria aeronáutica mundial. Nesse sentido, as recentes inovações estão concentradas na última (quinta) geração de caças. Atualmente, ela conta com um único modelo, o *F-22 Raptor*, em operação desde 2005, devendo ser acompanhado a partir de 2011 pelo *F-35 Lightning II*, que se encontra em fase de testes. As descontinuidades tecnológicas introduzidas por essas duas aeronaves são tão profundas que apenas uma única empresa no mundo, a Lockheed Martin dos EUA, foi capaz de desenvolver os caças de quinta geração e, ainda assim, com o apoio tecnológico e financeiro do governo norte-americano e de outras grandes empresas aeronáuticas. Para reforçar essa descontinuidade, não se observa que outros países e suas respectivas empresas estejam em condições tecnológicas e financeiras de desenvolver e operar caças de quinta geração, pelo menos em médio prazo.

Na indústria aeronáutica comercial, as inovações radicais, muitas delas originadas no segmento militar, estão sintetizadas em um novo projeto dominante. O *Boeing 787 Dreamliner* — um jato comercial de grande porte que deverá entrar em operação no ano de 2010 — provavelmente será o novo projeto dominante. Esse revolucionário avião apresenta um conjunto de inovações de caráter disruptivo, sendo que a mais importante reside na utilização de uma nova matéria-prima, ao invés do alumínio, adotado desde os anos 30. O *Boeing 787* é construído predominantemente com materiais compostos. O caráter disruptivo das inovações introduzidas por essa aeronave também está relacionado com a elevada capacidade de encadeamento entre elas, resultando numa descontinuidade das tecnologias de produto e processo atualmente em uso pela indústria. Em suma, a introdução desse novo avião deverá modificar profundamente a forma de se projetar, desenvolver e produzir uma aeronave comercial.

Quadro Síntese I – Indústria Aeronáutica Mundial: Caracterização da dinâmica da inovação

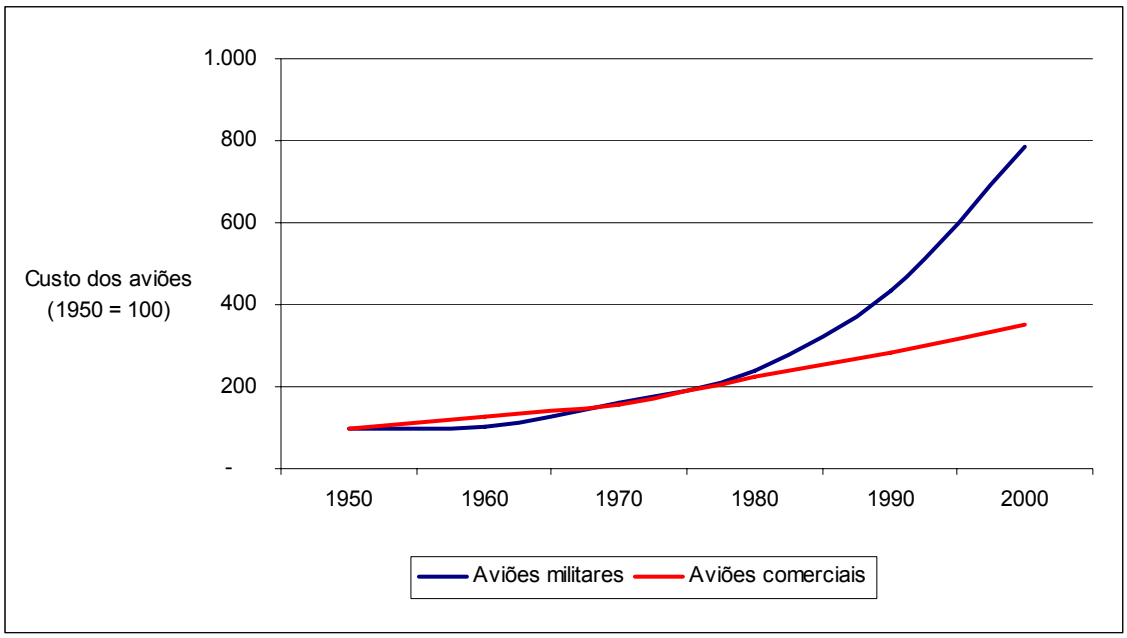
Segmentos	Dinâmica da Inovação	Produtos	Descrição
Comercial	Projeto Dominante	*Boeing 787*	Produto que sintetiza as inovações tecnológicas e adquire a fidelidade do mercado
Militar[1]	Geração de Aeronaves	*F-22 Raptor* e *F-35 Lightning II*	Conjunto de características básicas equivalentes, cujas especificidades são dadas pela capacitação tecnológica e visão estratégica de cada país

1. Aviões militares de primeira linha (aviões de combate).
Fonte: Elaboração própria.

A exacerbação da dinâmica da inovação, observada tanto no segmento comercial quanto militar, tem transformando as aeronaves em produtos cada vez mais complexos e sofisticados. Por sua vez, essa crescente complexidade tecnológica apresenta uma relação direta com os custos das aeronaves, particularmente com os de desenvolvimento. No segmento de defesa a elevação desses custos apresenta um ritmo mais acelerado, pois a lógica militar busca a superioridade das suas aeronaves através do pioneirismo na introdução dos avanços tecnológicos. No segmento comercial, ao contrário, as inovações precisam ser sancionadas pelo mercado, isto é, necessitam mostrar-se economicamente viáveis. Dessa forma, o ritmo de incorporação das inovações nas aeronaves comerciais e,

conseqüentemente, da elevação de seus custos de desenvolvimento, é um pouco mais lento do que o observado no segmento militar. Apesar das diferenças na dinâmica da inovação, verifica-se que os custos de desenvolvimento de ambos os segmentos vêm se expandido de forma expressiva ao longo das últimas décadas.

Gráfico Síntese – Aeronaves Comerciais[1] e Militares[2]: Evolução do custo unitário, 1950-2008



1. Custo das aeronaves comerciais da Boeing (selecionadas) dividido pelo número de assentos (dados da tabela 6).
2. Custo dos principais aviões de caças da Força Aérea Norte-Americana (dados da tabela 3).
Fonte: Elaboração própria a partir de dados das tabelas 3 e 6.

Outra importante conseqüência do elevado dinamismo da inovação é o aumento do grau de incerteza quanto ao futuro dos principais projetos atualmente em desenvolvimento pela indústria aeronáutica mundial. Com relação ao segmento comercial, observa-se que as expectativas, ainda imprecisas quanto à trajetória de aperfeiçoamento das inovações incorporadas no *Boeing 787*, têm levado a postergação do seu lançamento. A estratégia da Boeing tem sido esperar o máximo de definição e incorporar a maior quantidade de melhoramentos para que sua aeronave se consolide como o novo projeto dominante da indústria aeronáutica comercial.

No segmento militar, o grau de incerteza é maior, pois a contínua pressão pela introdução dos avanços mais recentes tem levado à incorporação de tecnologias pouco consolidadas e muito dispendiosas. Nesse sentido, as expectativas sobre o futuro dos caças

de quinta geração se tornaram ainda mais indeterminadas: a continuidade do programa *F-22 Raptor* está praticamente cancelada, enquanto que o caça *F-35 Lightning II*, tem sua validade e, principalmente, os seus custos questionados pelos próprios parceiros do programa, antes mesmo de entrar em operação. Por fim, cabe destacar que a tecnologia substituta trazida pelos VANTs coloca em xeque o próprio futuro dos caças de quinta geração, pois apresenta a perspectiva de não se investir nessa nova geração de aviões e passar diretamente para o desenvolvimento tecnológico das aeronaves não tripuladas.

A evolução da indústria aeronáutica mundial, como apresentado até aqui, está centrada na introdução de inovações. Constata-se, entretanto, que o elevado dinamismo inovador — caracterizado pelo expressivo crescimento dos custos e pelo agravamento das incertezas tecnológicas — tem continuamente ampliado as necessidades de escala empresarial mínima para operação nessa indústria. A construção de vantagens competitivas no setor aeronáutico passa, necessariamente, pelo tamanho da empresa. Em decorrência disso, as estratégias empresariais vêm se direcionando no sentido de controlar uma parcela crescente da cadeia produtiva. Por sua vez, a adoção dessas estratégias tem resultado num aprofundamento dos processos de concentração e coordenação em torno das empresas líderes, dois movimentos complementares que estão transformando a estrutura produtiva, patrimonial e organizacional da indústria aeronáutica mundial.

O processo de concentração da indústria aeronáutica, que já vinham desde o pós-guerra, não apenas se intensificou como também ampliou o escopo, expandindo-se além das fronteiras nacionais e da própria indústria.

Ao longo das últimas décadas, o dinamismo e a magnitude dos mercados internos foram se tornando insuficientes para arcar com os crescentes custos e incertezas envolvidos no desenvolvimento das aeronaves mais sofisticadas. Por isso, as empresas aeronáuticas passaram a atuar além das fronteiras nacionais. O mercado aeronáutico nos seus diversos segmentos, inclusive o militar, deixou de estar restrito a um país ou a um continente e se tornou mundial. A indústria produtora de aeronaves passou a estar estruturada numa dimensão global, caracterizando-se como um oligopólio concentrado em escala mundial.

A necessidade de uma crescente escala empresarial também fez com que as grandes fabricantes de aeronaves passassem a operar, não apenas nos diferentes segmentos que

compõe a indústria aeronáutica, mas extrapolassem suas fronteiras, diversificando as atividades para setores correlatos. Nos casos de diversificação para fora da indústria aeronáutica, as fabricantes de aeronaves buscaram avançar para as indústrias espacial e de defesa, particularmente nos segmentos que estão alicerçados sobre a mesma base tecnológica. O resultado desse amplo processo de concentração foi a criação de grandes conglomerados aeroespaciais, que abrangem as indústrias aeronáutica, espacial e de defesa. Nas últimas décadas, esses conglomerados tornaram-se o tipo de estrutura organizacional predominante entre as empresas líderes da indústria aeronáutica mundial.

A indústria aeronáutica também tem enfrentado uma ampla reestruturação patrimonial, dado que as operações de fusões e aquisições têm sido os principais instrumentos utilizados no processo de concentração. Entretanto, o caráter estratégico dessa indústria — não apenas pela segurança nacional, mas também pela geração de alta tecnologia — tem restringido a maioria das operações de fusões e aquisições à esfera nacional. O objetivo é evitar, ao máximo, a desnacionalização das empresas que atuam na indústria, particularmente, dos grandes conglomerados aeroespaciais.

Observa-se, entretanto, que o vigoroso processo de concentração tem sido necessário, mas insuficiente para fazer frente aos desafios impostos pela crescente complexidade tecnológica das novas aeronaves. Assim sendo, ao longo das últimas décadas, as empresas líderes têm avançado no processo de coordenação das atividades da cadeia produtiva da indústria aeronáutica, através da criação de estruturas organizacionais híbridas: as alianças estratégicas para coordenação horizontal e as parcerias de risco no âmbito vertical.

As alianças estratégicas surgiram da crescente necessidade de se associar e integrar os recursos de diferentes empresas para desenvolver e produzir uma nova aeronave, pois permitem repartir os custos e as incertezas inerentes ao processo de inovação. Outro elemento que tem corroborado para a criação das alianças estratégicas são as restrições impostas ao capital estrangeiro, pois esse mecanismo de coordenação possibilita a união de esforços das empresas de distintas nacionalidades sem que elas percam a sua autonomia.

As parcerias de risco, por sua vez, surgiram da necessidade das fabricantes de aeronaves se concentrarem nas atividades chaves da indústria aeronáutica, no caso, projeto,

integração e montagem final das aeronaves, além da comercialização. As demais atividades, incluindo o desenvolvimento e integração de componentes estruturais, têm sido transferidas para os parceiros de risco, de forma a repartir os custos e aproveitar as competências específicas. Observa-se, uma maior especialização das empresas líderes, que se tornaram grandes sistematizadoras, coordenando uma cadeia hierarquizada de fornecedores, cada vez mais robusta.

Quadro Síntese II – Indústria Aeronáutica Mundial: Caracterização dos processos de concentração e coordenação

Processos	Mecanismos de controle	Direção	Base da Relação*	Abrangência*	Principais Resultados
Concentração	Fusões e Aquisições	Horizontal	Assimétrica	Nacional	● Oligopólio mundial ● Conglomeração
Coordenação	Alianças Estratégicas	Horizontal	Simétrica	Internacional	● Acordos internacionais ● Integração de grandes empresas
	Parcerias de Risco	Vertical	Assimétrica	Internacional	● Desverticalização ● Rede hierarquizada

* Predominante.
Fonte: Elaboração própria.

O avanço dos movimentos de concentração e coordenação acima observados fortaleceu as empresas líderes, ampliando sua importância dentro da estrutura produtiva da indústria aeronáutica mundial. Um número cada vez menor de grandes empresas produtoras de aeronaves passou a ter uma participação crescente, comandando uma parcela cada vez maior da cadeia produtiva. O nível de controle exercido por essas empresas, particularmente no âmbito nacional, se tornou tão elevado que praticamente se confunde com os limites e interesses das indústrias aeronáuticas dos seus respectivos países.

Por outro lado, são esses grandes conglomerados aeroespaciais que reúnem as condições técnicas e econômicas necessárias para realizar as inovações da indústria aeronáutica, para fazer frente aos elevados custos e incertezas inerentes ao processo. Dessa forma, as grandes empresas estão revolucionando as estruturas da indústria aeronáutica mundial a partir de dentro, com a contínua e crescente introdução de inovações tecnológicas. Pode-se concluir que as grandes empresas aeronáuticas são, ao mesmo tempo,

causa e conseqüência do elevado dinamismo da inovação e do amplo processo de reestruturação produtiva pela qual tem passado essa indústria.

Por fim, cabe destacar o papel do Estado, cuja importância passa a ser crescente nesse contexto de intensificação da dinâmica da inovação e das mudanças estruturais. O Estado tem centralizado seus esforços no apoio ao desenvolvimento e introdução de novas tecnologias, fornecendo a infra-estrutura técnica e de recursos humanos, além do apoio financeiro. Nesse aspecto, também cabe destacar a importância da demanda pública por equipamentos de alta sofisticação tecnológica, particularmente os aviões militares de primeira linha. Outro importante foco do Estado está sendo a sua participação, em conjunto com as grandes empresas, dos processos de concentração e coordenação da indústria aeronáutica, não apenas em nível nacional, mas também em escala global. O Estado tem estabelecido uma relação complementar, quase que simbiótica com os grandes conglomerados aeroespaciais, corroborando com a criação e expansão dessas grandes empresas. Em resumo, os Estados Nacionais, juntamente com as empresas líderes, passam a ser os agentes centrais das mudanças estruturais e do dinamismo inovador da indústria aeronáutica mundial.

A exacerbação da dinâmica das inovações se refletiu em grandes mudanças estruturais, que, por sua vez, possibilitaram o incremento das inovações. Um processo de "destruição-criativa" que está levando o setor aeronáutico mundial a exibir uma nova configuração. Como resultado, um conjunto de novos e importantes desafios impõe-se para os diversos países que participam da indústria aeronáutica mundial, entre eles o Brasil, que ocupa uma posição de destaque no cenário internacional.

A indústria aeronáutica brasileira, como visto, é um caso de singular de sucesso, tanto em nível global como dentro da estrutura produtiva nacional. O Brasil é o único país fora do círculo das nações desenvolvidas a ter uma participação ativa na indústria aeronáutica mundial, ocupando uma posição de liderança no segmento mais competitivo, o de aeronaves comerciais. Com relação à estrutura produtiva nacional, constata-se que a indústria aeronáutica é o único setor de alta tecnologia em que o Brasil conseguiu avançar e se consolidar internacionalmente.

A elevada competitividade da indústria aeronáutica brasileira está diretamente relacionada à evolução da sua empresa líder, a Embraer. Ao longo de quatro décadas a empresa construiu uma elevada capacitação tecnológica somada a uma destacada competência empresarial, possibilitando que competisse no mercado aeronáutico internacional com a agressividade, agilidade e flexibilidade requeridas.

Entretanto, as profundas transformações pelas quais o setor aeronáutico está passando vêm impondo dois grandes desafios para a indústria aeronáutica brasileira como um todo e para a Embraer em particular: acompanhar a exacerbação da dinâmica da inovação e o avanço dos processos de concentração e coordenação. Assim sendo, a posição de destaque conquistada pela indústria aeronáutica brasileira, na figura da sua empresa líder, passa a ser questionada pelas profundas transformações do setor aeronáutico.

Com relação à dinâmica da inovação, observa-se que a Embraer é um caso de sucesso que tem na elevada capacitação tecnológica a sua principal vantagem competitiva. Entretanto, sua evolução tecnológica, ao longo de 40 anos de existência, ocorreu de forma cumulativa dentro de uma trajetória que apresentou pequenas alterações, ao contrário da situação atual em que se vê uma ruptura na trajetória tecnológica vigente. Dessa maneira, a Embraer, como uma das empresas líderes do segmento comercial, está tendo suas vantagens competitivas colocadas à prova com a introdução de um novo projeto dominante, posto que as inovações trazidas pelo *Boeing 787* vêm modificar exatamente as tecnologias-chaves sob as quais está assentada a sua competência tecnológica.

Como apresentado, o último grande salto tecnológico da Embraer foi nos anos 80, com o programa do avião militar *AMX*. Desde então, os esforços de inovação da empresa têm se concentrado quase que exclusivamente no desenvolvimento da tecnologia aplicada — necessária para viabilizar o lançamento de novas aeronaves. Contudo, a recente ruptura da trajetória tecnológica tem feito com que a Embraer se volte à pesquisa básica, buscando, para isso, o apoio do Estado. A primeira iniciativa nesse sentido foi a parceria entre a Embraer, o ITA e o IPT para criação do CDTA, um centro de pesquisa voltado para o desenvolvimento de estruturas aeronáuticas em materiais compostos. Nesse contexto de busca pela atualização tecnológica, dois grandes programas militares, que estão em fase de definição, passam a ter uma importância crucial para a capacitação, não apenas da Embraer, mas do conjunto de empresas que compõe sua cadeia produtiva. O programa do avião de

transporte militar *KC-390*, estimado em US$ 1,3 bilhão, deverá corroborar com o desenvolvimento das tecnologias relacionadas aos materiais compostos, enquanto que o programa do caça supersônico F-X2 deverá permitir um avanço nas tecnologias de integração de sistemas e estruturas aerodinâmicas. Pode-se concluir que o grande desafio tecnológico da Embraer é acompanhar o elevado dinamismo da inovação na indústria aeronáutica mundial e, para isso, o suporte do Estado é decisivo.

Com relação às demais empresas da indústria aeronáutica brasileira, observa-se que a maioria delas está se defrontando com um duplo desafio. Primeiro, elas se concentram na fabricação de peças, componentes e estruturas que utilizam a tecnologia tradicional; segundo, possuem uma elevada dependência da Embraer — empresa que poderá excluir boa parte dos seus fornecedores, devido aos avanços tecnológicos. Sendo assim, a maioria dessas firmas estará enfrentando, acima de tudo, o desafio da própria sobrevivência. Por outro lado, as inovações disruptivas que estão sendo introduzidas na indústria aeronáutica abrem uma "janela de oportunidade" para a constituição e fortalecimento das empresas que trabalham com as novas tecnologias.

O segundo desafio imposto ao setor aeronáutico nacional se refere aos avanços do processo de concentração e coordenação. No Brasil, a indústria aeronáutica praticamente se confunde com a sua empresa líder, a Embraer, dado o elevado nível de concentração observado na sua estrutura produtiva. Isso, contudo, não é uma deficiência, ao contrário, permite que a empresa líder possua uma inserção de destaque no mercado internacional, estando entre as dez maiores fabricantes de aeronaves do mundo.

Entretanto, o avanço do processo de concentração em nível mundial, tem feito com que a Embraer apresente uma escala empresarial pequena comparada com as outras grandes fabricantes de aeronaves. Observa-se também que a Embraer não está organizada na forma de um conglomerado aeroespacial, que atua nos setores aeronáutico, defesa e espaço, como a maioria de suas concorrentes. Isso porque sua participação está restrita à indústria aeronáutica, particularmente ao segmento de aviões comerciais.

Para compensar as deficiências de tamanho, a principal estratégia adotada pela Embraer foi a constituição das parcerias de risco, sendo a empresa pioneira na criação dessa nova forma de relacionamento junto a fornecedores selecionados. Apesar de ser

fundamental, a transferência de etapas produtivas para os parceiros não esgota a necessidade de uma crescente escala empresarial. Assim, o desafio da Embraer é construir uma escala empresarial que a mantenha entre as líderes mundiais, entre as empresas que estão comandando o processo de consolidação da indústria aeronáutica mundial.

Por sua vez, a baixa escala — produtiva e empresarial — é o principal desafio a ser enfrentado pelas empresas que compõe a cadeia produtiva da Embraer, particularmente as subcontratadas. Entretanto, essa deficiência não deverá ser superada pelo crescimento orgânico, mas através de ações cooperadas e, principalmente, com o avanço da consolidação do setor.

Concluindo, o sucesso da indústria aeronáutica brasileira está materializado na figura da sua empresa líder, que atualmente ocupa uma posição de destaque no mercado internacional. As competências tecnológicas e de mercado construídas ao longo dos anos são importantes vantagens competitivas que a Embraer possui para enfrentar os desafios impostos pela nova configuração da indústria aeronáutica mundial — o elevado dinamismo tecnológico e as profundas mudanças estruturais. Entretanto, essas vantagens são insuficientes para que a Embraer se mantenha entre as grandes empresas aeronáuticas do mundo. Dessa maneira, é necessário que ela construa novas vantagens competitivas através da incorporação das novas tecnologias e da ampliação da escala empresarial. Em suma, é imprescindível que a Embraer se torne uma empresa mais inovadora, mais robusta, mais diversificada e com maior inserção no círculo internacional de alianças estratégicas. Também é fundamental que os avanços da Embraer se reflitam em externalidades positivas para o restante da indústria aeronáutica brasileira.

Nesse contexto, a participação do Estado Nacional — que foi decisiva na criação e desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira — se torna ainda mais importante. A intensificação da concorrência oligopolista no setor aeronáutico exige do Estado Nacional uma maior participação, um apoio mais intenso e decisivo à indústria aeronáutica brasileira como um todo e a sua empresa líder, a Embraer, em particular.

Entrevistas Realizadas

AEL – AEROELETRÔNICA LTDA.

- *Shlomo Erez – Diretor Geral (2009)*

AIAB – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL

- *Walter Bartels – Diretor Presidente (2008)*

AKAER ENGENHARIA LTDA.

- *Fernando C. Ferraz – Diretor de Engenharia e Qualidade (2008)*

CECOMPI – CENTRO PARA COMPETITIVIDADE E INOVAÇÃO DO CONE LESTE PAULISTA

- *Agliberto Chagas – Gerente Executivo (2008)*

EMBRAER – EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA S.A.

- *Jorge Ramos de Oliveira Jr. – Diretor de Desenvolvimento Tecnológico (2007)*
- *Francisco Horácio B. Mello – Diretor de Relações Institucionais (2007 e 2008)*
- *Hermann Ponte e Silva – Diretor de Relações de Planejamento Empresarial (2004)*
- *D. Leonel Ferreira – Diretor de Marketing e Desenvolvimento de Negócios – Mercado de Defesa e Governamental (2009)*
- *Paulo Roberto de Bortoli – Gerente de Suprimentos – EMB-170/190 (2007)*

GRAUNA AEROSPACE S.A.

- *Urbano Araújo – Diretor Comercial (2007)*

HELIBRAS – HELICÓPTEROS DO BRASIL S.A.

- *Laurent Mischler – Diretor Financeiro e Administrativo (2008)*

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

- *Dr. Luiz Eduardo Lopes – Diretor do Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos (2007)*

SOBRAER – SONACA BRASILEIRA AERONÁUTICA LTDA.

- *David Petitjean – Gerente Geral (2007)*

WINNSTAL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

- *Ney Pasqualini Bevacqua – Diretor Presidente (2008)*

Referências Bibliográficas

7th FRAMEWORK PROGRAM. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://cordis.europa.eu/fp7/home_en.html. Acesso em 2008.

ABOULAFIA, R. Winners and losers in the great aircraft boom. *Aerospace America*, jan. 2007a. Disponível em: http://www.aiaa.org/aerospace/images/articleimages/pdf/AA_Jan07_II1.pdf. Acesso em 2008.

ABOULAFIA, R. Business jet sales hit new heights. *Aerospace America*, jul. 2007b. Disponível em: http://www.aiaa.org/aerospace/images/articleimages/pdf/Industry_Insights.pdf. Acesso em 2008.

ABRAPHE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PILOTOS DE HELICÓPTERO. Disponível em: http://www.abraphe.org.br/. Acesso em 2008.

AEB – AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.aeb.gov.br/. Acesso em 2008.

AEROMOT INDÚSTRIA MECÂNICO-METALÚRGICA LTDA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.ximango.com/ogrupo.htm. Acesso em 2008.

AEROSPATIALE. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.helis.com/timeline/aerospatiale.php. Acesso em 2008.

AFP. O horizonte não parece estar muito limpo para o avião verde da Bombardier. Montreal: *AFP*, 17 jul. 2008.

AIAB – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. A Indústria Aeroespacial Brasileira: Situação Atual. In: *Workshop do Setor Aeronáutico – DECOMTEC/FIESP*, São Paulo, 2007.

AIAB – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.aiab.org.br/portugues/. Acesso em 2008.

AIRBUS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.airbus.com/en/. Acesso em 2008.

AIRBUS MILITARY. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.airbusmilitary.com/airbus.html. Acesso em 2009.

AIRFORCE-TECHNOLOGY. *B-2 Spirit Stealth Bomber*. Disponível em: http://www.airforce-technology.com/projects/b2/. Acesso em 2008.

ALERIGI JUNIOR, A. Embraer vê vendas fracas e propõe corte de dividendos do 4° tri. São Paulo: *Reuters*, 27 mar. 2009.

ALMEIDA, A. (Org.) *Internacionalização de Empresas Brasileiras: Perspectivas e riscos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

ALUAUTO. Soldagem no estado sólido. *Aluauto*, n° 10. Disponível em: http://www.abal.org.br/aluauto/ed10/mundoautomotivo4.asp. Acesso em 2008.

ALVES, L. Brasil inicia processo de nacionalização da produção de helicópteros. *Portal da FIESP*, 8 set. 2008. Disponível em: http://www.fiesp.com.br/agencianoticias/2008/09/08/nacionaliz-producao-helicopteros.ntc. Acesso em 2008.

AMORIM, D. Brasil desiste de fazer módulo espacial. *Revista Época*, n.221, São Paulo, 18 ago. 2002.

AMATO, F. Satélite Geoestacionário Brasileiro: Rússia e França vão ajudar Brasil em projeto de satélite. São Paulo: *Folha de São Paulo*, 2 nov. 2008.

ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Registro Aeronáutico Brasileiro, Set. 2008.

ANDRADE, R. P. *História da Construção Aeronáutica no Brasil*. São Paulo: Artgraph Ed., 1991.

ANDREFF, W. *Multinacionais Globais*. Bauru: EDUSC, 2000.

ANGELUCCI, E. *Todos os Aviões do Mundo*. São Paulo: Melhoramentos, 1979.

ARES AEROESPACIAL E DEFESA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.ares.ind.br/A_Empresa.htm. Acesso em 2008.

ARIANESPACE. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.arianespace.com/index/index.asp. Acesso em 2008.

ATECH. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www2.atech.br/home.atech. Acesso em 2008.

AVIBRAS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.avibras.com.br/index.asp. Acesso em 2008.

AVIC – AVIATION INDUSTRY OF CHINA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.avic1.com.cn/English/EnglishIndex.asp. Acesso em 2008a.

AVIC – AVIATION INDUSTRY OF CHINA. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/world/china/avic.htm. Acesso em 2008b.

AVIC I – AVIATION INDUSTRY OF CHINA I. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.avic1.com.cn/English/EnglishIndex.asp. Acesso em 2008a.

AVIC I – AVIATION INDUSTRY OF CHINA I. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/world/china/avic1.htm. Acesso em 2008b.

AVIC II – AVIATION INDUSTRY OF CHINA II. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/world/china/avic2.htm. Acesso em 2008.

BAE SYSTEMS. *Annual Report*, 2006.

BAE SYSTEMS. *Annual Report*, 2007.

BAE SYSTEMS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.baesystems.com/. Acesso em 2008.

BANDEIRA, M. *As relações perigosas: Brasil-Estados Unidos (de Collor a Lula, 1990-2004)*. Rio de Janeiro: Record, 2004.

BARTELS W. A importância da Indústria Aeroespacial para o Brasil. *Tecnologia & Defesa*, n.115, São Paulo, 2008.

BÉDIER, C.; VANCAUWENBERGHE, M.; VAN SINTERN W. The Growing role of emerging markets in Aerospace. *The McKinsey Quarterly*, apr. 2008.

BELLUZZO, L.G.M.; ALMEIDA, J.S.G. *Depois da Queda: A Economia Brasileira da Crise da Dívida aos Impasses do Real*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

BELLUZZO, L.G.M.; CARDOSO DE MELLO, J.M. Reflexões sobre a crise atual. In: BELLUZZO, L.G.M. e COUTINHO, R. (Org.) *Desenvolvimento do Capitalismo no Brasil*. Campinas: IE/UNICAMP – Coleção 30 Anos de Economia, 1998. v.1, p.144-147.

BENSOUSSAN, F.G. *A participação do Estado na atividade econômica através de "golden shares"*. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito Milton Campos, Nova Lima, 2006.

BERNARDES, R.C. Redes de Inovação e Cadeias Produtivas Globais: Impactos da Estratégia de Competição da Embraer no Arranjo Aeronáutico da Região de São José dos Campos. In: CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M. *Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e as Novas Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico*. Rio de Janeiro: BNDES/FINEP/FUJB, 2000a. Mimeo.

BERNARDES, R.C. *Embraer: Elos entre o Estado e Mercado*. São Paulo: Hucitec/FAPESP, 2000b.

BERNARDES, R.C. *O caso Embraer – privatização e transformação da gestão empresarial: dos imperativos tecnológicos à focalização no mercado*. São Paulo: CYTED: PGT/USP, 2000c.

BERNARDES, R.C. Competitividade da indústria aeronáutica: uma comparação internacional. *ComCiência*, v. 84, p.1-3, 2007. Disponível em: http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=21&id=235. Acesso em 2008.

BERNARDES, R.C.; PINHO, M.S. Inovação e Aprendizado nas Micro, Pequenas e Médias Empresas do Arranjo Aeronáutico de São José dos Campos. In: LASTRES; H. M. M.;

CASSIOLATO, J.E.; MACIEL, M.L. (Org.) *Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento Local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003, p.101-119.

BERTAZZO, R.P. A *Crise da Indústria Aeronáutica Brasileira: 1945-1968*. Monografia (Bacharel em História) – ICHL/UFJF, Juiz de Fora, 2003.

BERTAZZO, R.P. Radares *AESA*: A Grande Revolução. *CPEPSS/UFJF*, 1 set. 2008. Disponível em: http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/AESA.pdf. Acesso em 2009.

BOLTEN, J.G.; LEONARD, R.S.; AREAN, M.V.; YOUNOSSI, O.; SOLLINGER, J.M. Weapon SystemCost Growth: Analysis of 35 Major Defense Acquisition Programs. *Project Air Force*, Rand Corporation, Santa Monica, 2008. Disponível em: http://www.rand.org. Acesso em 2009.

BOMBARDIER. *Annual Report*, 2005.

BOMBARDIER. *Annual Report*, 2006.

BOMBARDIER. *Annual Report*, 2007.

BOMBARDIER. *Informações Institucionais.* Disponível em: http://www.bombardier.com/. Acesso em 2008.

BOMPAN, F.; BALDI, N. Demissões reduzem o valor da marca Embraer. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 16 mar. 2009.

BONALUME NETO, R. Indústria bélica sobrevive com exportações. São Paulo: *Folha de São Paulo*, 8 dez. 2007.

BRAGA, J.C.S. *Temporalidade da Riqueza*. Campinas: IE/UNICAMP – Coleção Teses, 2000.

BRITTO, J. Diversificação, competências e coerência produtiva. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. *Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Prático no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2002a.

BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. *Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Prático no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2002b.

BUENO, S. Aeromot vende unidade de manutenção para fazer caixa. São Paulo: *Valor Econômico*, 31 ago. 2008.

BUTOWSKI, P. AeroIndia 2009. *Asas*, n.48, São Paulo, 2009.

C-27J SPARTAN. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.c-27j.com/. Acesso em 2009.

C&D ZODIAC. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.cdzodiac.com/home.aspx. Acesso em 2009.

CAÇA (AVIÃO). *Informações Gerais*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ca%C3%A7a_(avi%C3%A3o). Acesso em 2008.

CAMACHO, K. *Helibras transfere produção para Brasil e busca fornecedor local*. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u442429.shtml. Acesso em 2008.

CÂMARA, G. O INPE no século XXI: Desafios e Oportunidades. *INPE*, 30 abr. 2007. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/inpe/inpe_seculo21.ppt. Acesso em 2008.

CAMPBELL, J. *O Poder do Mito*. São Paulo: Palas Athena, 1990.

CAMPBELL, K. África do Sul e Brasil Procuram Relacionamento de Longo Prazo com Programa de Mísseis. *Engineering News*, 08 ago 2008. Disponível em: http://www.defesanet.com.br/fab1/a-darter.htm. Acesso em 2008.

CANDIDO, J. Um novo tempo para a indústria de defesa: As ações e projetos que estão resgatando esse importante instrumento do Estado Brasileiro. *Tecnologia & Defesa*, n.114, São Paulo, 2008.

CARDOSO DE MELLO, J.M. *O Capitalismo Tardio*. São Paulo: Brasiliense, 1982.

CASC – CHINA AEROSPACE SCIENCE TECHNOLOGY CORP. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.nti.org/db/china/castc.htm. Acesso em 2008.

CASELLA, J.L.P. Revolucionário! O Lockheed Martin F-35 Lightning II. *Revista Força Aérea*, n.49, Rio de Janeiro, dez. 2007.

CASELLA, J.L.P. Cérebros, olhos e ouvidos: Sistemas e sensores do caças atuais. *Revista Força Aérea*, n.52, Rio de Janeiro, jul. 2008.

CASSIOLATO, J.E.; BERNARDES, R.C.; LASTRES, H. Transfer of Technology for Successful Integration into the Global Economy – A case study of Embraer in Brazil. Genebra: *United Nations - UNCTAD*, 2002. v. 1.

CASTRO, A.B. e SOUZA, F.E.P. *A Economia Brasileira em Marcha Forçada*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

CATERMOL, F. BNDES-exim: 15 Anos de Apoio às Exportações Brasileiras. *Revista do BNDES*, n.24, Rio de Janeiro, BNDES, dez. 2005.

CECOMPI – CENTRO PARA COMPETITIVIDADE E INOVAÇÃO DO CONE LESTE PAULISTA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.cecompi.org.br/portugues/#. Acesso em 2009.

CECOMSAER – CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA AERONÁUTICA. Aeronáutica cumpre mais uma etapa do projeto F-X2. *FAB*, 30 out. 2008. Disponível em: http://www.fab.mil.br/portal/capa/index.php?mostra=1775. Acesso em 2008.

CHANDLER, A. Escala, escopo e capacidade organizacional. In: McCRAW, T.K. (Org.) *Alfred Chandler: Ensaios para uma teoria histórica da grande empresa*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1998.

CHAPMAN, M. Britain warns US over jet software codes. *Vnunet.com*, 15 mar 2006. Disponível em: http://www.vnunet.com/vnunet/news/2152035/joint-strike-fighter. Acesso em 2008.

CHESNAIS, F. *A Mundialização do Capital*. São Paulo: Xamã, 1996.

CHIN-YOUNG, H. The Vision and Strategy of the Korean Aerospace Industry. *Korea Overseas Information Service*, 10 fev. 2008. Disponível em: http://www.defense-aerospace.com/article-view/verbatim/90868/vision-and-strategy-of-the-korean-aerospace-industry.html. Acesso em 2008.

CHR-INVESTOR. *Embraer e Bombardier chegam a um acordo*. CHRINVESTOR, 31 jul. 2007. Disponível em: http://www.chrinvestor.com/2007/07/31/embraer-e-bombardier-chegam-a-um-acordo/. Acesso em 2009.

CINVEN. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.cinven.fr/annualreview/avio.asp. Acesso em 2009.

COMTRADE – COMMODITY TRADE STATISTICS DATABASE. *Informações Técnicas*. Disponível em: http://comtrade.un.org/. Acesso em 2009.

CORIAT, B., DOSI, G. The Nature and Accumulation of Organizational Competences/Capabilities. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v.1, n.2, 2002.

COSTA, R. Reestruturação e Concentração das Indústrias Européias de Defesa – Estratégias e Actores. *Informação Internacional. Análise Económica e Política*, 1998. Disponível em: http://www.dpp.pt/pages/pesquisa/detalhes.php?ct=2&cod=129&ext=1&ano=1998&cod_per=2. Acesso em 2008.

COUTINHO, A. Brasileiros vão fabricar aviões em Portugal. *Sirius Magazine*, n.129, Lisboa, out. 2008.

COUTINHO, L.G. A Terceira Revolução Industrial e Tecnológica. *Economia e Sociedade*, Campinas, n.1, p.69-87, ago. 1992.

COUTINHO, L.G. Nota sobre a Natureza da Globalização. *Economia e Sociedade*, Campinas, n.4, p.21-26, jun. 1995.

COUTINHO, L.G. A Especialização Regressiva: um balanço do desempenho industrial pós estabilização. In: VELLOSO, J.P.R. (Org.) *Brasil: Desafios de um País em Transformação*. São Paulo: José Olympio, 1997. p.81-106.

COUTINHO, L.G. Desnacionalização – Efeitos Indesejáveis. *Rumos*, São Paulo, p.20, jul. 1998.

COUTINHO, L.G. Marcos e Desafios de uma Política Industrial Contemporânea. In: CASTRO A.B. (Org.) *Desenvolvimento em Debate: painéis do desenvolvimento brasileiro I*. Rio de janeiro: Mauad, BNDES, 2002.

COUTINHO, L.G.; FERRAZ, J.C. (Coords.) *ECIB – Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: Papirus/UNICAMP, 1994.

COUTINHO, L.G.; HIRATUKA, C.; SABBATINI, R.C. O Desafio da Construção de uma Inserção Externa Dinamizadora. In: *Seminário Brasil em Desenvolvimento.* Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. Mimeo.

COUTINHO, L.G.; RABELO, F.M. Corporate Governance in Brazil. In: *Policy Dialogue Meeting on Corporate Governance in Developing Countries and Emerging Economies.* Paris: OCDE, 2001. Mimeo.

CROUCH, T.D. *Asas – Uma história da aviação: Das pipas à Era Espacial*. Rio de Janeiro: Record, 2008.

CSA – CANADIAN SPACE AGENCY. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.asc-csa.gc.ca/eng/default.asp. Acesso em 2008.

CT AERO – FUNDO SETORIAL PARA O SETOR AERONÁUTICO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_aero/ct_aero_ini.asp?codFundo=12. Acesso em 2009.

CTA – COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.cta.br/. Acesso em 2009.

DAGNINO, R. A Indústria Aeronáutica – Nota Técnica Setorial In: *ECIB - Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas: IE/UNICAMP/MCT/FINEP/PACDT, 1994.

DARPA – DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.darpa.mil/. Acesso em 2008.

DASA – DAIMLER-BENZ AEROSPACE. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.fundinguniverse.com/company-histories/DaimlerBenz-Aerospace-AG-Company-History.html. Acesso em 2008.

DASSAULT AVIATION. *Annual Report*, 2006.

DASSAULT AVIATION. *Annual Report*, 2007.

DASSAULT SYSTEMES. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.3ds.com/company/. Acesso em 2008.

DE NEGRI, F. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J.; SALERNO, M. (Org.) *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firmas Industriais Brasileiras*. Brasília: IPEA, 2005.

DECEA – DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. *Concepção Operacional Futura da Bacia de Campos*. Disponível em: http://www.decea.gov.br/cnsatm/seminario_macae/workshop_macae.pdf. Acesso em 2008.

DECRETO Nº 50.504 DO ESTADO DE SÃO PAULO, DE 6 DE FEVEREIRO DE 2006. *Institui o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos*. Disponível em: http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/programas/parques/files/spptec060206.pdf. Acesso em 2009.

DECRETO-LEI Nº 770, DE 19 DE AGÔSTO DE 1969. *Autoriza a União a constituir a EMBRAER - Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. e dá outras providências*. Disponível em: http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=119170. Acesso em 2009.

DEFENSE-AEROSPACE.COM. *Sticker Shock: Estimating the Real Cost of Modern Fighter Aircraft*. Inserido em 12 jul. 2006. Disponível em: http://www.defense-aerospace.com/dae/articles/communiques/FighterCostFinalJuly06.pdf. Acesso em 2008.

DENEL. *Annual Report*, 2007.

DEUTSCHE WELLE. Alemanha e França redistribuem poder na EADS. *Deutsche Welle*, 16 jul. 2007. Disponível em: http://www.dw-world.de/dw/article. Acesso em: 2007.

DIAMOND AIRCRAFT. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.diamondaircraft.com/index.php. Acesso em 2008.

DODGSON, M. As Políticas para ciência, tecnologia e inovação nas economias asiáticas de industrialização recente. In: KIM, L; NELSON, R.R. (Org.) *Tecnologia, Aprendizado e Inovação: As experiências das economias de industrialização recente*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

DORNA, M.A.S., PRANCIC, E., MERGULHÃO, R.C., ZUIN, L.F.S. Rede de operações e integração vertical: risk-sharing agreements na cadeia produtiva aeronáutica brasileira In: *X Simpósio de Engenharia de Produção*, 2003, Bauru, SP.

DOERR, K. Banco russo compra participação na gigante aeroespacial EADS. Munique: *Reuters*, 11 set. 2006.

DOSI, G. *Mudança técnica e transformação industrial: A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. *La Economia del Cambio Técnico y el Comercio Internacional*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia, 1993.

DOSI, G.; TEECE, D.; WINTER, S. Towards a Theory of Corporate Change: Preliminary Reamarks. In: DOSI, G., GIANNETTI, R., TONINEÍLI, P. (Eds.) *Technology Enterprise in a Historical Perspective*. Oxforf: Claredon Press Oxford, 1992.

DOWNES, E.R. Defense Technology Transfer: Programmatic and Practical Considerations. In: *II Seminário de Defesa*. Rio de Janeiro: LAAD Latin America Aero & Defense – Conference & Exhibition, 15 abr. 2009. Mimeo.

DREW, C. Air Force Officials Agree on an Obama Cutback. New York: *The New York Times*, 21 abr. 2009.

DREW, J.G.; SHAVER, R.; LYNCH, K.F.; AMONZEGAR, M.A., SNYDER, D. Unmanned Aerial Vehicle: End-to-End Support Considerations. *Project Air Force*, Rand Corporation, Santa Monica, 2005. Disponível em: http://www.rand.org. Acesso em 2008.

DRUMOND, C.D. *Asas do Brasil: Uma história que voa pelo mundo*. São Paulo: Mirian Paglia Editora de Cultura, 2004.

DRUMOND, C.D. CTA: Autonomia Estratégica. *Tecnologia & Defesa*, n.112, São Paulo, 2007a.

DRUMOND, C.D. Robusto e Brasileiro. *Tecnologia & Defesa*, n.111, São Paulo, 2007b.

DRUMOND, C.D. *Alberto Santos-Dumont: Novas Revelações*. São Paulo: Editora de Cultura, 2009.

DUPIM, T. Show de negócios. *Avião Revue*, n.108, São Paulo, set. 2008.

DUNNING, J. *Multinational Enterprise and the Global Economy*. Wokingham: Addison-Wesley Publishers, 1993.

DÜRING, N. EADS e Dassault Aviation saem da Embraer. *Defesanet*, 25 jan. 2007a. Disponível em: http://www.defesanet.com.br/zz/emb_eads_dassault_1.htm. Acesso em 2009.

DÜRING, N. O Emirado de Dubai Adquire 3,12% do capital da EADS. *Defesanet*, 6 jul. 2007b. Disponível em: http://www.defesanet.com.br/zz/eads_dubai.htm. Acesso em 2008.

DÜRING, N. O Projeto KC-390: Um projeto além de um avião militar. *Defesanet*, 29 abr. 2009. Disponível em: http://www.defesanet.com.br/06_air/kc-390.htm. Acesso em 2009.

DUSSAUGE, P.; GARRETTE, B. Determinants of Success in International Strategic Alliances: Evidence from the Global Aerospace Industry. *Journal of International Business Studies*, College Station, v.26, n.3, 1995.

EADS ASTRIUM. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.eads.com/1024/en/businet/astrium/astrium.html. Acesso em 2008.

EADS CASA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.casa.eads.net/. Acesso em 2008.

EADS. *Annual Report*, 2006.

EADS. *Annual Report*, 2007.

EADS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.eads.com/1024/en/Homepage1024.html. Acesso em 2008.

EFE. Colômbia terá crédito do BNDES para comprar aviões da Embraer. Bogotá: *EFE*, 10 nov. 2005.

EFE. Putin funde em consórcio estatal maiores empresas aeronáuticas. Moscou: *EFE*, 21 fev. 2006.

EFE. Airbus terceirizará metade da produção do A350 em joint venture. Paris: *EFE*, 30 mai. 2007a.

EFE. Embraer quer construir avião de transporte militar. Rio de Janeiro: *EFE*, 19 abr. 2007b.

EFE. Airbus inaugura 1ª linha de montagem final na China. Paris: *EFE*, 28 set. 2008a.

EFE. EADS pretende transferir parte da produção da Airbus para Índia ou México. Paris: *EFE*, 24 mai. 2008b.

EFE. Eurocopter negocia com México e Chile helicópteros como os do Brasil. Paris: *EFE*, 26 dez. 2008c.

ELEB. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.eleb.net/. Acesso em 2008.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2002.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2003.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2004a.

EMBRAER. *O Adensamento da Cadeia Produtiva da Indústria Aeronáutica*. Rio de Janeiro: Seminário do BNDES, 15 abr. 2004b.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2005.

EMBRAER. *Embraer em Números*, 2006a.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2006b.

EMBRAER. *Projeto NM – Memorando Descritivo da Operação*, 2006c.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2007.

EMBRAER. *Relatório Anual*, 2008.

EMBRAER. *Embraer em Números*, 2009a.

EMBRAER. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.embraer.com.br/. Acesso em 2009b.

ENAER – EMPRESA AERONÁUTICA NACIONAL DE CHILE. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.enaer.com/. Acesso em 2009.

ENAEX – ENCONTRO NACIONAL DE COMÉRCIO EXTERIOR. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.enaex.com.br/premio.asp. Acesso em 2008.

ESA – EUROPEAN SPACE AGENCY. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.esa.int/esaCP/index.html. Acesso em 2008.

ESPOSITO, E. Strategic alliances and internationalisation in the aircraft manufacturing industry. *Technological Forecasting & Social Change*, Amsterdam, v.71, n.5, 2004.

ESTRATÉGIA NACIONAL DE DEFESA. *Ministério da Defesa*, 2008. Disponível em: https://www.defesa.gov.br/eventos_temporarios/2008/estrategia_defesa_nacional.pdf. Acesso em 2008.

EUROFIGHTER. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.eurofighter.com/. Acesso em 2008.

EXAME. Embraer é a melhor em jatos executivos, diz "bíblia" mundial do luxo. *Portal Exame*, 02 jul. 2008. Disponível em: http://portalexame.abril.com.br/. Acesso em 2009.

F-35 LIGHTNING II PROGRAM. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.jsf.mil/. Acesso em 2008.

FAJNZYLBER, F. *La Industrialización Trunca de América Latina*. México: Nueva Imagen, 1983.

FAPESP – FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.fapesp.br/. Acesso em 2009.

FBW – FLY-BY-WIRE. *Informações Técnicas*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Fly-by-wire. Acesso em 2008.

FCMF – FUNDAÇÃO CASIMIRO MONTENEGRO FILHO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.fcmf.org.br/. Acesso em 2009.

FERRARI, L. Lessa quer reduzir peso da Embraer no BNDES. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 21 mai. 2003.

FERREIRA, M.J.B. *Indústria Aeronáutica Brasileira*. São Paulo: Banco Fator/NEIT-IE-UNICAMP, 2003. Mimeo.

FERREIRA, M.J.B. Setor Aeronáutico e de Defesa – Workshop 12. In: *II Congresso da Indústria Paulista*. São Paulo: FIESP/NEIT-IE-UNICAMP, 2004. Mimeo.

FERREIRA, M.J.B. O Transporte Aéreo no Brasil: Panorama Geral, Avaliação da Competitividade e Propostas de Políticas Públicas para o Setor. In: *O Turismo no Brasil: Panorama Geral, Avaliação da Competitividade e Propostas de Políticas Públicas*. Campinas: Projeto de Pesquisa CGEE/NEIT-IE-UNICAMP, 2006. Mimeo.

FERREIRA, M.J.B. Estudo Setorial sobre a Indústria Aeronáutica. In: *Uma Agenda de Competitividade para a Indústria Paulista*. São Paulo: UNESP/UNICAMP/USP/SD-SP, 2008a. Mimeo.

FERREIRA, M.J.B. Indústria Aeronáutica. *Relatório de Acompanhamento Setorial ABDI/NEIT-IE-UNICAMP*, Brasília, v.1, mar. 2008b.

FERREIRA, M.J.B. Indústria Aeronáutica. *Relatório de Acompanhamento Setorial ABDI/NEIT-IE-UNICAMP*, Brasília, v.2, out. 2008c.

FERREIRA, M.J.B. Perspectiva de Investimento na Indústria Aeroespacial – Nota Técnica do Subsistema Produtivo. In: *Projeto PIB – Perspectiva do Investimento no Brasil*. Campinas: Projeto de Pesquisa NEIT-IE-UNICAMP/IE-UFRJ, 2009. Mimeo.

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.finep.gov.br/o_que_e_a_finep/projetos_sucesso.asp?codSessaoOqueeFINEP=4#. Acesso em 2009.

FINMECCANICA. *Annual Report*, 2006.

FINMECCANICA. *Annual Report*, 2007.

FINMECCANICA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.finmeccanica.it/Holding/IT/index.sdo. Acesso em 2008.

FLAP INTERNATIONAL. Aviação Militar na América Latina. *Revista Flap*, n.430, São Paulo, jul. 2008.

FLORES JR. J. Ousada e Independente – Um Perfil da Pujante Indústria Aeroespacial Francesa. *Revista Força Aérea*, n.38, Rio de Janeiro, mar. 2005.

FLORES JR. J. Três-Nove-Zero: A Embraer lança um revolucionário cargueiro militar. *Revista Força Aérea*, n.47, Rio de Janeiro, ago. 2007.

FLORES JR. J. O Planeta como Campo de Batalha – As principais concorrências de aeronaves de caça mundo afora. *Revista Força Aérea*, n.52, Rio de Janeiro, ago. 2008.

FOGLEMAN, R.R. Aerospace Doctrine – More than Just a Theory. *USAF - Airpower Journal*. Summer, 1996. Disponível em: http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj96/sum96/fogle.pdf. Acesso em 2008.

FOLHA DE SÃO PAULO. Embraer lança dois novos jatos pequenos para executivos. São Paulo: *Folha de São Paulo*, 4 mai. 2005.

FOLHA DE SÃO PAULO. Embraer quer ampliar aviação executiva. São Paulo: *Folha de São Paulo*, 3 dez. 2006.

FRANCE PRESSE. Airbus entrega primeiro avião modelo A320 fabricado na China. Tianjin: *France Presse*, 23 jun. 2009a.

FRANCE PRESSE. Boeing adia novamente primeiro voo do 787 Dreamliner. Washington: *France Presse*, 23 jun. 2009b.

FRANCIS, L. China's ARJ21 faces further delays to first flight and deliveries. *Flight International*, 09 nov. 2008. Disponível em: http://www.flightglobal.com/articles/2008/. Acesso em 2008.

FREEMAN, C. *Prometheus Unbound*. Belfast: Butterworth & Co. Ltd, 1984.

FREEMAN, C.; SOETE, L. *A Economia da Inovação Industrial*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008.

GALBRAITH, J.K. *American Capitalism: the Concept of Countervailing Power*. Boston: Houghton Mifflin, 1956.

GARTENKRAUT, M. Memória: Recommendations for the CTA Law (Plano Smith) e Brasil: futura potência aérea – Conferência Proferida pelo Professor Richard H. Smith, no Rio de Janeiro, em 1945. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v.7, n.1, 2008.

GE. *Annual Report*, 2006.

GE. *Annual Report*, 2007.

GE AVIATION. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.geae.com/. Acesso em 2008.

GENERAL DYNAMICS. *Annual Report*, 2006.

GENERAL DYNAMICS. *Annual Report*, 2007.

GERAQUE, E. Laboratório de R$ 90 mi estudará materiais em SP. São José dos Campos: *Folha de São Paulo*, 3 mar. 2009.

GIELOW, I. Projeto F-X2 – Medo dos EUA tira russos de lista da FAB. São Paulo: *Folha de São Paulo*, 2 out. 2008.

GODOY, R. Brasil precisa de mais satélites para reforçar controle aéreo, diz oficial da FAB. São Paulo: *O Estado de São Paulo*, 23 out. 2007.

GODOY, R. Avibras renasce com contrato de exportação de R$ 500 milhões. São Paulo: *O Estado de São Paulo*, 12 set. 2008.

GÓES, F. *BNDES volta a apoiar vendas da Embraer*. 11, fev. 2008. Disponível em: http://www.investimentos.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=2800&c=1. Acesso em 2009.

GOLDSTEIN, A. From National Champion to Global Player: Explaining the Success of EMBRAER. *Working Paper Series – CBS/University of Oxford*, Oxford, n.17, 2001.

GOMES, I. O ideal Embraer, por Ozires Silva. São José dos Campos: *ValeParaibano*, 22 ago. 2004.

GOMES, I. Embraer perde contrato de US$ 450 mi. São José dos Campos: *ValeParaibano*, 8 ago. 2007.

GOMES, S.B.V.; LIMA, J.C.C.O.; BARTELS, W.; PINTO, M.A.C.; MIGON, M.N. O desafio do apoio ao capital nacional na cadeia de produção de aviões no Brasil: proposta de modelo de estrutura divisionalizada. *Revista do BNDES*, n.23, Rio de Janeiro, BNDES, jun. 2005.

GONÇALVES R. Grupos econômicos: uma análise conceitual e teórica. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, n.45, p.491-518, out-dez. 1991.

GROB AEROSPACE. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.grob-aerospace.net/. Acesso em 2008.

H-IIA. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.h2a.jp/about_us/index.html. Acesso em 2008.

HAL – HINDUSTAN AERONAUTICS LIMITED. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.hal-india.com/. Acesso em 2008.

HAWKER-BEECHCRAFT. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.hawkerbeechcraft.com. Acesso em 2008.

HC-120 HELICOPTER. *Informações Técnicas*. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/world/china/hc-120.htm. Acesso em 2008.

HEGAN. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.hegan.com. Acesso em 2008.

HELIBRAS – HELICÓPTEROS DO BRASIL S.A. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.helibras.com.br/. Acesso em 2009.

HICKS, M.J. A Robustez da Base Industrial Aeronáutica dos EUA. *Air&Space Power Journal*. 2° tri. 2007. Disponível em: http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2007/2tri07/hicks.html. Acesso em 2008.

HIGUCHI, H. & BASTOS JR, P.R. Viagem à Escandinávia. *Tecnologia & Defesa*, n.118, São Paulo, 2009.

HIRATUKA C. *Estruturas de Coordenação na Cadeia Têxtil: Um estudo sobre as relações entre indústria têxtil e os fornecedores de fibras químicas, fibras de algodão e máquinas têxteis no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Economia) – IE/UNICAMP, Campinas, 1996.

HONDAJET. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://hondajet.honda.com/. Acesso em 2008.

HONEYWELL. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www51.honeywell.com/honeywell/. Acesso em 2008.

IADF – INTERNATIONAL AIRCRAFT DEVELOPMENT FUNDATION. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.iadf.or.jp/. Acesso em 2008.

IAE – INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.iae.cta.br/. Acesso em 2008.

IAI – ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.iai.co.il/. Acesso em 2008.

INCUBAERO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.incubaero.com.br/. Acesso em 2009.

INDIA PRESS. Índia Desenvolverá Alerta Aéreo com Plataforma EMBRAER. *India Press*, 03 jul. 2008. Disponível em http://www.defesanet.com.br/emb1/erj145_drdo.htm. Acesso em 2009.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.inpe.br/. Acesso em 2008.

INTERFAX-CHINA. Baosteel and Chinalco check-in to China's jumbo scheme. *Interfax-China*, 12 mai. 2008. Disponível em: http://www.interfax.cn/news/2346/. Acesso em 2008.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Parceria entre Embraer, ITA e IPT cria centro de P&D aeronáutico em São José dos Campos; investimento será de US$ 100 milhões. *IPT*, 4 set. 2006. Disponível em: http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-parques-saojose.shtml. Acesso em 2008.

ISA – INVEST IN SWEDEN AGENCY. *The Aerospace Industry – an Integral Part of Innovative Sweden*. Stockholm: ISA – Ministry of Industry, Employment and Communications, 2005.

ISRO – INDIAN SPACE RESEARCH ORGANISATION. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.isro.org/. Acesso em 2008.

ISS – INTERNATIONAL SPACE STATION. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.shuttlepresskit.com/ISS_OVR/index.htm. Acesso em 2008.

IZIQUE, C.; ECHIMENCO, L. Nas asas da Embraer: Programa da FAPESP apoiará projetos de desenvolvimento do setor aeroespacial. *Pesquisa FAPESP*, n.55, São Paulo, jul. 2000.

JADC – JAPAN AIRCRAFT DEVELOPMENT CORPORATION. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.jadc.or.jp/. Acesso em 2008.

JAWAOROWSKI, R.; DANE, W. *The World Civil Rotorcraft Market 2002-2011*. Disponível em: http://www.forecastinternational.com/. Acesso em 2008.

JAXA – JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.jaxa.jp/about/index_e.html. Acesso em 2008.

JETSITE. *Airbus: triunfo europeu*. Disponível em: http://www.jetsite.com.br/2008_v35/Fabricante.aspx. Acesso em 2008b.

JETSITE. *Boeing, o gigante dos ares.* Disponível em: http://www.jetsite.com.br/2008_v35/Fabricante.aspx. Acesso em 2008a.

KAI – KOREA AEROSPACE INDUSTRIES. *Annual Report*, 2006.

KAI – KOREA AEROSPACE INDUSTRIES. *Annual Report*, 2007.

KAI – KOREA AEROSPACE INDUSTRIES. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.globalsecurity.org/military/world/rok/kai.htm. Acesso em 2008.

KALDOR, N. A Model of Economic Growth. *The Economic Journal*, London, vol. 67, n.268, p.591-624, 1957

KATSANOS, A. Qual é a geração de um caça? *Revista Força Aérea*, n.52, Rio de Janeiro, jul. 2008a.

KATSANOS, A. O momento de consolidação da indústria de defesa. *Revista Força Aérea*, n.54, Rio de Janeiro, nov. 2008b.

KATSANOS, A. O "novo" mercado de defesa mundial. *Revista Força Aérea*, n.57, Rio de Janeiro, mai. 2009.

KHI – KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. *Annual Report*, 2006.

KHI – KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. *Annual Report*, 2007.

KING, D.R. A Base da Indústria Aeronáutica dos Estados Unidos. *Air&Space Power Journal*. 2° tri. 2007. Disponível em: http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2007/2tri07/king.htm. Acesso em 2008.

KOMATSU, A. Aviação executiva cresce 25% em 1 ano. São Paulo: *O Estado de São Paulo*, 07 nov. 2007.

KRAMNIF, I. Fifth-generation fighter to be developed in joint project. *RIA Novosti*, 21 abr. 2009. Disponível em: http://en.rian.ru/analysis/20090421/121235891.html. Acesso em 2009.

KUPFER, D. *Mudança Estrutural nas Empresas e Grupos Líderes da Economia Brasileira na Década de 90*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2001. Mimeo.

LES ECHOS. Dassault e Embraer discutem a Produção do Rafale no Brasil. Paris: *Les Echos*, 16 out. 2006.

LESSA, C. *15 anos de política econômica*. São Paulo: Brasiliense, 1982.

LIMA, J.C.C.L.O.; PINTO, M.A.C.; MIGON, M.N.; MONTORO, G.C. F.; ALVES, M.F.A. A Cadeia Aeronáutica Brasileira e o Desafio da Inovação. *BNDES Setorial,* Rio de Janeiro, n.21, p.31-55, mar. 2005.

LITOVKIN, V. A indústria aeronáutica da Rússia em fase de reorganização. Moscou: *Novosti*, 2 nov. 2004.

LOBO, C.E.R. *Poderio Aéreo e Indústria Aeronáutica: O caso de Cingapura*. GEAP/PUC-SP, São Paulo, 2006. Mimeo.

LOCKHEED MARTIN CORP. *Annual Report*, 2006.

LOCKHEED MARTIN CORP. *Annual Report*, 2007.

LOCKHEED MARTIN CORP. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.lockheedmartin.com/. Acesso em 2008.

LOPES, R. *Rede de Intrigas: Os Bastidores do Fracasso da Indústria Bélica no Brasil*. Rio de Janeiro: Record, 1994.

LORCH, C. O Diferencial Transferência de Tecnologia: O Caso do Brasil. *Revista Força Aérea*, n.52, Rio de Janeiro, jul. 2008.

LORELL, M.A.; H.P. LEVAUX. *The Cutting Edge: A Half Century of U.S. Fighter Aircraft R&D*. Santa Monica: RAND Corporation, 1998.

LUSA. China lança sua primeira fábrica de aviões de grande porte. Lisboa: *Lusa*, 12 mai. 2008a.

LUSA. Embraer investirá quase R$ 1 bi em duas fábricas em Évora. Lisboa: *Lusa*, 25 jul. 2008b.

LUSA. Governo português dará incentivo de R$ 187 mi a Embraer. Lisboa: *Lusa*, 11 set. 2008c.

LYNCH, D.J. How the Skunk Works Fielded Stealth. *Air Force Magazine*, Arlington, nov. 1992.

MACARINI, J.P. A política econômica do governo Médici: 1970-1973. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v.15, n.3, p.53-92, set-dez. 2005.

MDBA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.mbda-systems.com/mbda/site/FO/. Acesso em 2008.

MAIA, P. A Modernização das Forças Armadas. *Tecnologia & Defesa*, n.114, São Paulo, 2008.

MARCON, R. *O Custo de Capital Próprio das Empresas Brasileiras: O Caso dos American Depositary Receipts (ARDs)*. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – CTC/UFSC, Florianópolis, 2002.

MARTINEZ, M.R.E. *A Globalização da Indústria Aeronáutica: O Caso da Embraer*. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) – IRI/UnB, Brasília, 2007.

MARTRE, H. *A indústria aeroespacial: Análises e reflexões*. Outubro de 2001. Disponível em: http://www.france.org.br/abr/imagesdelafrance/aeroespacial.htm. Acesso em: 2007.

McCRAW, T.K. (Org.) *Alfred Chandler: Ensaios para uma teoria histórica da grande empresa*. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1998.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.mct.gov.br/. Acesso em 2008.

MECTRON. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.mectron.com.br/. Acesso em 2008.

MEIO BIT TECNOLOGIA. *Código-Fonte proprietário ameaçando transação de US$120 bilhões*. Inserido em 10 dez. 2006. Disponível em: http://209.20.80.71/meio-bit/industria/codigo-fonte-propriet-rio-ameacando-transacao-de-us120-bilh-. Acesso em 2008.

MELHORES E MAIORES. *Revista Exame*, São Paulo, 2008.

MHI – MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES. *Annual Report*, 2006.

MHI – MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES. *Annual Report*, 2007.

MHI – MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.mhi.co.jp/en/. Acesso em 2008.

MILESKI, A.M. Consórcio brasileiro disputa negócios na área espacial. *Atualizada,* 24 jul. 2006. Disponível em: http://www.defesanet.com.br/space/brasil_espaco.htm. Acesso em 2008.

MILESKI, A.M. Offsets: A sua prática no Brasil. *Tecnologia & Defesa*, n.110, São Paulo, 2007.

MILESKI, A.M. *Indústria francesa comemora negócios no Brasil*. Disponível em: http://www.tecnodefesa.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=334:industria-francesa-comemora-negocios-no-brasil&catid=36:materias&Itemid=54. Acesso em 2009.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Discurso do Presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva, durante a cerimônia de lançamento do pólo aeronáutico de helicópteros de grande porte. *Planalto*, 30 jun. 2008. Disponível em: https://www.defesa.gov.br/UserFiles/File/AsCom/presidentelilalllllllllllllll.pdf. Acesso em 2008.

MIRANDA, I.M. *O vôo da Embraer: A competitividade brasileira na indústria de alta tecnologia.* São Paulo: Editora Papagaio, 2007.

MONSERRAT FILHO, J. A trágica lição de Alcântara. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, vol.33, n.198, p.38-41, out. 2003.

MONTEIRO, T. Lula reaparelha Forças Armadas de olho na transferência de tecnologia. São Paulo: *O Estado de São Paulo*, 07 nov. 2007.

MONTEIRO, T; NOGUEIRA, R. Programa F-X2 – Em vez de comprar, FAB vai construir caça. São Paulo: *O Estado de São Paulo*, 18 mai. 2008.

MONTEIRO, V. CAMEX aprova venda de mísseis. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 3 dez. 2008.

MONTORO, G.C.F. & MIGON, M.N. (Org.). *Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira: Desafios e Oportunidades*. Rio de Janeiro: BNDES, 2009.

MORAIS, F. *Montenegro – As aventuras do Marechal que fez uma revolução nos céus do Brasil*. São Paulo: Editora Planeta do Brasil, 2006.

MORALES, J.P. Luxo e Tecnologia: A Aviação Executiva da Embraer. *Asas*, n.44, São Paulo, 2008.

MOREIRA, A. Concorrência vem da Rússia, China, Japão e até da Boeing. São Paulo: *Valor Econômico*, 19 dez. 2006.

MOWERY, D.C.; ROSENBERG N. *Trajetórias da Inovação: A mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no Século XX*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

MOWERY, D.C.; ROSENBERG N. Mudança Técnica na Indústria de Aeronaves Comerciais*, 1925-1975*. In: ROSENBERG N. *Por Dentro da Caixa-Preta: Tecnologia e Economia*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

MRJ – MITSUBISHI REGIONAL JET. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.mrj-japan.com/. Acesso em 2009.

NAKAMURA, P. Gavião Peixoto inicia a montagem de jatos. São Paulo: *Valor Econômico*, 16 jan. 2008a.

NAKAMURA, P. Helibras planeja criar novo pólo. São Paulo: *Valor Econômico*, 19 fev. 2008b.

NAKAMURA, P. Embraer define preços de novos jatos. São Paulo: *Valor Econômico*, 21 mai. 2008c.

NAKAMURA, P. Turbomeca escolherá no país fornecedores globais. São Paulo: *Valor Econômico*, 11 jun. 2008d.

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.nasa.gov/. Acesso em 2008.

NASCIMENTO, R. Boeing voa com combustível de alga e pinhão. Disponível em: http://invertia.terra.com.br/carbono/interna/0,,OI3435747-EI8935,00.html. Acesso em 2009.

NEIVA. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.aeroneiva.com.br/site/content/home/default.asp. Acesso em 2008.

NELSON, R.R. *As Fontes da Crescimento Econômico*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

NELSON, R.R.; WINTER, S.G. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

NEWHOUSE, J. *Boeing versus Airbus: Por dentro da história da maior competição internacional de negócios*. Osasco: Novo Século Editora, 2008.

NEWTICIAS. Boeing 787 Dreamliner atravessa novo pesadelo de atrasos... *Newticias*, 15 dez. 2008. Disponível em: http://www.newticias.com/. Acesso em 2009.

NORTHROP GRUMMAN. *Annual Report*, 2007.

NOVO MERCADO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.bovespa.com.br/Empresas/NovoMercadoNiveis/NovoMercado.asp. Acesso em 2009.

OBORONPROM – UNITED INDUSTRIAL CORP. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.oboronprom.com/en/. Acesso em 2009.

OCDE. *Manual de Oslo – Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. Rio de Janeiro: FINEP/OCDE, 2004.

OCDE. *Science, Technology and Industrial Outlook*, 2008.

OGMA – INDÚSTRIA AERONÁUTICA DE PORTUGAL SA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.ogma.pt/corporate_pt.html. Acesso em 2009.

OLIVEIRA JR. J.R. O caso da Embraer. In: *Seminário BNDES: Avaliando Capitais Intangíveis no Brasil*. Rio de Janeiro: BNDES, out. 2007.

OLIVEIRA, C. A. B. *Processo de Industrialização: do Capitalismo Originário ao Atrasado*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 2003.

OLIVEIRA, L.G. DE. *A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer*. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – IG/UNICAMP, Campinas, 2005.

OLMOS, M. EADS amplia participação na brasileira Helibras. São Paulo: *Valor Econômico*, 10 out. 2008a.

OLMOS, M. EADS busca fornecedores brasileiros. São Paulo: *Valor Econômico*, 21 out. 2008b.

OLMOS, M. Presidente da Airbus planeja parceria com Embraer. São Paulo: *Valor Econômico*, 4 nov. 2008c.

ORTEGA, I. Rússia apresenta 'superjato' de passageiros, o 1º de nova geração após a URSS. Moscou: *EFE*, 26 set. 2007.

OSSE, J.S. Investimento em ações da Embraer é equivalente a aplicar na Boeing ou na Airbus, diz Merrill Lynch. São Paulo: *Valor Econômico*, 21 nov. 2006a.

OSSE, J.S. Jatos grandes a preço baixo são atrativo para compradores no Oriente Médio, diz Embraer. São Paulo: *Valor Econômico*, 14 dez. 2006b.

OSSE, J.S. Embraer só deve normalizar entregas de aeronaves no segundo trimestre deste ano. São Paulo: *Valor Econômico*, 23 mar. 2007a.

OSSE, J.S. Divisão de defesa da Embraer concentra esforços em nichos que já atua. São Paulo: *Valor Econômico*, 16 abr. 2007b.

OSSE, J.S. Embraer lança aviões com alcance maior e mais próximos de modelos da Boeing e da Airbus. São Paulo: *Valor Econômico*, 23 mai. 2007c.

OSSE, J.S. Bell-Boeing fecha acordo de US$ 10,4 bilhões para fornecer 167 aviões híbridos Osprey aos EUA. São Paulo: *Valor Econômico*, 02 abr. 2008a.

OSSE, J.S. Russa Sukhoi faz primeiro vôo teste com jato regional de passageiro e prevê primeira entrega em 2009. São Paulo: *Valor Econômico*, 4 jun. 2008b.

OSSE, J.S. Brasil fecha acordo com a EADS que prevê investimento de 350 milhões de euros na Helibras. São Paulo: *Valor Econômico*, 30 jun. 2008c.

OSSE, J.S. Airbus e chinesa HAIG criam joint venture para fabricar peças da família A320 na China. São Paulo: *Valor Econômico*, 16 jul. 2008d.

OSSE, J.S. Bombardier fecha acordo com a chinesa AVIC I para produção de fuselagem dos aviões da CSeries. São Paulo: *Valor Econômico*, 16 jul. 2008e.

OSSE, J.S. Unidade na Flórida é decisão estratégica e não de custos, diz Embraer. São Paulo: *Valor Econômico*, 31 jul. 2008f.

OSSE, J.S. Empresa dos EUA não vende avião F-35 ao Brasil para esconder tecnologia. São Paulo: *Valor Econômico*, 26 ago. 2008g.

OSSE, J.S. China quer acelerar desenvolvimento aeronáutico com fusão de estatais. São Paulo: *Valor Econômico*, 19 set. 2008h.

OSSE, J.S. Embraer completa compra de participação de 40% da Eleb. São Paulo: *Valor Econômico*, 4 nov. 2008i.

OTTOBONI, J. Embraer lucra menos no trimestre e aposta nos jatos executivos. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 15 mai. 2006.

OTTOBONI, J. China endurece para comprar da Embraer. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 6 nov. 2007.

OTTOBONI, J. Embraer estuda retomar avião turboélice com nova tecnologia. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 3 set. 2008.

OTTOBONI, J.; MORAES, S. Embraer descentraliza para aliviar S. José dos Campos. São Paulo: *Gazeta Mercantil*, 19 jun. 2007.

PENROSE, E. A *Teoria do Crescimento da Firma*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

PEREIRA NETTO, F.C. *Aviação Militar Brasileira 1916-1984*. Rio de Janeiro: Ed. Revista de Aeronáutica, 1985.

PEREIRA, R. *Enciclopédia de Aviões Brasileiros*. São Paulo: Globo, 1997.

PEREIRA. G.R. *Trajetórias das Atividades Espaciais no Brasil: entre o Nacionalismo e o Patrimonialismo*. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – DPCT/IG/UNICAMP, Campinas, 2008.

PETRY, M.S. *A Política de comércio exterior Brasileira de 1995 a 1998: a política comercial estratégica e o caso da EMBRAER.* Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais) – UFRS, Porto Alegre, 2006.

PIERMATEI FILHO, O. F-35 Lightning II – Um caça de quinta geração. *Tecnologia & Defesa*, n.114, São Paulo, 2008.

PILATUS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.pilatus-aircraft.com/. Acesso em 2008.

PINHEIRO, A.S. A revolução na tecnologia da Informação: Reflexos nos sistemas de Comando e Controle. *Tecnologia & Defesa*, n.111, São Paulo, 2007.

PINTEC – PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. *Informações Gerais*. Disponível em: http://www.pintec.ibge.gov.br/. Acesso em 2009.

PINTO, M.A.C.; ABUCHE, C.C.; CASTILHO, M.R.; SANTOS, L.P.R. A Equalização de Taxas de Juros como Instrumento de Promoção das Exportações Brasileiras de Bens de Capital no Período 1994–2005. *Texto para Discussão UFF*, Rio de Janeiro, v.1, p.1-70, fev. 2008.

PINTO, M.A.C.; MIGON, M.N. Alternativas para o adensamento da cadeia produtiva aeronáutica brasileira: O "modelo europeu". *BNDES Setorial*, n.24, Rio de Janeiro, BNDES, set. 2006.

PINTO, M.A.C.; MIGON, M.N.; MONTORO, G.C.F. Convergência Público-Privada no Adensamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira. *Revista do BNDES*, n.28, Rio de Janeiro, BNDES, dez. 2007.

PINTO, M.A.C.; PAULA, P.B.; SALLES, A.B.T. A Revitalização do Sistema Público de Fomento como Canal para Acesso Financeiro por MPMEs. *Revista do BNDES*, n.27, Rio de Janeiro, BNDES, jun. 2007.

PLAVETZ, I. VANTs o futuro já começou. *Tecnologia & Defesa*, n.117, São Paulo, 2009.

PNAE – PROGRAMA NACIONAL DE ATIVIDADES ESPACIAIS 2005-2014. Brasília: AEB, 2005. Disponível em: http://www.aeb.gov.br/area/download/pnae_web.pdf. Acesso em 2008.

PONDÉ, J.L. Custos de Transação e Explicações Evolucionistas. *Texto para Discussão IE/UNICAMP*, Campinas, n.38, 1994.

POSSAS, M.L. *Estruturas de Mercado em Oligopólio*. São Paulo: Hucitec, 1985.

POSSAS, M.L. Em Direção a Um Paradigma Microdinâmico: A Abordagem Neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E. *Ensaios sobre Economia Política Moderna*. São Paulo: Marco Zero, 1988. p.157-177.

POSSAS, M.S. *Concorrência e Competitividade: Notas sobre estratégia e dinâmica seletiva na economia capitalista*. São Paulo: Hucitec, 1999.

POWERJET. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.powerjet.aero/?id=9&selt=3. Acesso em 2009.

PRÓ-AERONÁUTICA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/programas/industriais/proaeronautica.asp. Acesso em 2009.

PRZEMIENIECKI, J.S. *Critical Technologies for National Defense*. Washington D.C.: AIAA Education Series, 1991.

PULITI, P. Embraer quer exportar o caça Mirage 2000 BR. *Agência Estado*, 04 fev. 2002. Disponível em: http://www.achanoticias.com.br/noticia.kmf?noticia=109515. Acesso em 2008.

RABELO, F.; SILVEIRA, J.M. Estruturas de Governança e Governança Corporativa. *Texto para Discussão IE/UNICAMP*, Campinas, n.77, 1999.

RAC MIG. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.migavia.ru/eng/. Acesso em 2009.

RAYMER, D.P. Next-Generation Attack Fighter. *Project Air Force*, Rand Corporation, Santa Monica, 1996. Disponível em: http://www.rand.org. Acesso em 2009.

RAYTHEON. *Annual Report*, 2007.

RAYTHEON. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.raytheon.com/. Acesso em 2008.

REUTERS. BNDES abre linha para financiar compra de aeronaves da Embraer. Rio de Janeiro: *Reuters*, 16 ago. 2006.

REUTERS. China vai criar empresa para fabricar grandes jatos. Rio de Janeiro: *Reuters*, 7 jan. 2008.

REUTERS. Avião CSeries da Bombardier está dentro do cronograma para 2013. Toronto: *Reuters*, 16 de junho de 2009.

REVISTA DA FORÇA AÉREA. Boeing apresenta o novo F-15SE. *Revista Força Aérea*, n.57, Rio de Janeiro, mai. 2009.

RITTNER, D. Projeto F-X2 – FAB quer retomar liderança na AL. São Paulo: *Valor Econômico*, 6 out. 2008.a.

RITTNER, D. FAB pretende fechar compra de caças no segundo semestre de 2009. São Paulo: *Valor Econômico*, 6 nov. 2008.b.

RODRIGUEZ, J.M. Em Busca da Liderança. *Avião Revue*, n.111, São Paulo, dez. 2008.

ROLLS-ROYCE. *Annual Report*, 2006.

ROLLS-ROYCE. *Annual Report*, 2007.

ROSENBERG, N. Science and Technology in the Twentieth Century. In: DOSI, G., GIANNETTI, R., TONINEÍLI, P. (Eds.) *Technology Enterprise in a Historical Perspective*. Oxforf: Claredon Press Oxford, 1992.

ROSENBERG N. *Por Dentro da Caixa-Preta: Tecnologia e Economia*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006.

ROSKOSMOS. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.roscosmos.ru/index.asp?Lang=ENG. Acesso em 2008.

ROSOBORONEXPORT. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.roe.ru/. Acesso em 2009.

RZEZINSKI, H.C. O caso da Embraer. In: *23º ENAEX: Sistema de Financiamento e Garantias de Crédito à Exportação como Instrumentos da Competição Externa*. Rio de Janeiro: 28 nov. 2003.

RZEZINSKI, H.C. O Planejamento Estratégico no Setor Aeronáutico. In: *XX Fórum Nacional BRASIL "Um Novo Mundo nos Trópicos" 200 Anos de Independência Econômica e 20 Anos de Fórum Nacional*. Rio de Janeiro: INAE - Instituto Nacional de Altos Estudos, mai. 2008.

SAAB. *Annual Report*, 2006.

SAAB. *Annual Report*, 2007.

SAAB. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.Saabgroup.com/static/split.htm. Acesso em 2008.

SABBATINI, R.C.; FERREIRA, M.J.B.; SARTI, F.; RUAS, J.A.; XAVIER, C.L. Benchmarks e melhores práticas da cadeia de suprimentos em indústrias selecionadas: lições para a construção naval no Brasil. In: *Implantação e Consolidação de Laboratório de Gestão de Operações e da Cadeia de Suprimento da Indústria de Construção Naval*. São Paulo: USP/UNICAMP/UFP/IPT, 2007. Mimeo.

SAFRAN. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.safran-group.com/. Acesso em 2008.

SALLES, F. *A encruzilhada pós-moderna do mercado global de aviões de caça*. Disponível em: http://www.basemilitar.com.br/. Acesso em: 2006

SANTIAGO, M.P. *Project Finance: Análise Comparativa de Financiamento de Projetos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFMG, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS C. BNDES tem plano de apoio à indústria aeronáutica. São Paulo: *Valor Econômico*, 15 out. 2005.

SANTOS, C. Santos-Lab vai ampliar produção de avião-espião. São Paulo: *Valor Econômico*, 25 set. 2008.

SCHUMPETER, J.A. *Capitalismo, Socialismo e Democracia*. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS *Metodologia*. Disponível em: http://www.sebraesp.com.br/conhecendo_mpe/setoriais_regionais/concentracao_industrial/metodologia. Acesso em 2008.

SEGURANÇA & DEFESA. *Brasil e França assinam contrato de produção de 50 EC725*. Disponível em: http://www.segurancaedefesa.com/EC725_Contrato.html. Acesso em 2008.

SERRA, J. Ciclos e Mudanças Estruturais na Economia. In: BELLUZZO, L.G.M. e COUTINHO, R. (Org.) *Desenvolvimento do Capitalismo no Brasil*. Campinas: IE/UNICAMP – Coleção 30 Anos de Economia, 1998. v.1, p.56-121.

SHARP, B. A EMBRAER e as Perspectivas para o Futuro: Entrevista com Maurício Botelho. *EAA – Engenharia Automotiva e Aeroespacial*, n.26, São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.defesanet.com.br/embraer/eaa.htm. Acesso em: 2007.

SILVA, A.L.G. DA. *Concorrência sob Condições Oligopolísticas: contribuição das análises centradas no grau de atomização/concentração dos mercados*. Campinas: IE/UNICAMP – Coleção Teses, 2004.

SILVA, O. *Nas Asas da Educação: A trajetória da EMBRAER*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SILVA, R. Custo Unitário do F-22 Raptor Atinge US$ 400 milhões. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, 1 abr. 2009.

SILVEIRA, V. Polaris e ITA concluem protótipo de turbina para aeronaves civis. São Paulo: *Valor Econômico*, 20 mar. 2009a.

SILVEIRA, V. Novaer, a nova indústria aeronáutica brasileira. São Paulo: *Valor Econômico*, 12 mai. 2009b.

SIMÕES, J. Parque Tecnológico de São José dos Campos: Parceria entre Embraer, ITA e IPT cria centro de P&D aeronáutico em São José dos Campos; investimento será de US$ 100 milhões. *Inovação UNICAMP*, 4 set. 2006. Disponível em: http://www.inovacao.unicamp.br/report/noticias/index.php?cod=319. Acesso em 2008.

SINODEFENSE.COM. *Jian-10 Multirole Fighter Aircraft*. Disponível em: http://www.sinodefence.com/airforce/fighter/j10.asp. Acesso em 2009.

SIQUEIRA, A. Com recorde de pedidos, a Embraer conquista mercado no exterior e dribla os efeitos negativos da valorização do Real. *Carta Capital*, n.451, São Paulo, jul. 2007.

SIVAM – SISTEMA DE VIGILÂNCIA DA AMAZÔNIA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.sivam.gov.br/. Acesso em 2008.

SKIDMORE, T. *Brasil: de Getúlio a Castelo*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

SKIDMORE, T. *Brasil: de Castelo a Tancredo*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

SOUZA, J.A.P. DE. Da Montagem à Integração de Sistemas: Um Panorama da Evolução da Indústria Aeronáutica Civil. *Revista do BNDES*, n.27, Rio de Janeiro, BNDES, jun. 2007.

STARSEM. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.starsem.com/. Acesso em 2008.

STEINDL, J. *Pequeno e Grande Capital: Problemas econômicos do tamanho das empresas*. São Paulo: Hucitec e Editora da UNICAMP, 1990.

SUKHOI. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.sukhoi.org/. Acesso em 2008.

TAP M&E. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.tapme.com.br/index.asp. Acesso em 2009.

TAVARES, M.C. *Da Substituição de Importações ao Capitalismo Contemporâneo: Ensaios sobre a Economia Brasileira*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.

TAVARES, M.C.; MIRANDA, J.C. Brasil: Os Caminhos da Conglomeração. In: FIORI, J.L. *Estados e Moedas no Desenvolvimento das Nações*. Petrópolis: Vozes, 1999. p.327-350.

TECNOLOGIA & DEFESA. Um debate nacional a respeito da Defesa: O ministro Mangabeira Unger fala à T&D. *Tecnologia & Defesa*, n.114, São Paulo, 2008a

TECNOLOGIA & DEFESA. Em conjunto com a FAB: Entrevista com Luiz Carlos Siqueira Aguiar, vice-presidente para o Mercado de Defesa e Governo da Embraer. *Tecnologia & Defesa*, n.115, São Paulo, 2008b.

TECNOLOGIA & DEFESA. O futuro da FAB está sendo planejado em conjunto com a sociedade brasileira: O comandante da Aeronáutica fala à T&D. *Tecnologia & Defesa*, n.115, São Paulo, 2008c.

TEXTRON CO. *Annual Report*, 2006.

TEXTRON CO. *Annual Report*, 2007.

THALES. *Annual Report*, 2007.

THE BOEING CO. *Annual Report*, 2006.

THE BOEING CO. *Annual Report*, 2007.

THE BOEING CO. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.boeing.com/. Acesso em 2008.

THOMSEN, S.; PEDRESEN, T. *Business Systems and Corporate Governance*. Copenhagen: Institute of International Economics and Management, Copenhagen Business School, 1999. Mimeo.

TIGRE, P.B. *Inovação e Teorias da Firma em Três Paradigmas*. Rio de Janeiro: CRIE-COPPE/UFRJ, dez. 1999. Mimeo.

TIGRE, P.B. Paradigmas Tecnológicos e Teorias Econômicas da Firma. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p.187-224, 2005.

TIGRE, P.B. *Gestão da Inovação: A Economia da Tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TORRES, F. Embraer é a mais protegida das pulverizadas. São Paulo: *DCI*, 19 jul. 2006.

TPC – TECHNOLOGY PARTNERSHIPS CANADA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://tpc.ic.gc.ca/. Acesso em 2008.

TREVISAN, C. Embraer só perde para Boeing e Airbus em jatos comerciais. São Paulo: *Folha de São Paulo*, 3 dez. 2006.

UAC – UNITED AIRCRAFT CORP. *Annual Report*, 2007.

UAC – UNITED AIRCRAFT CORP. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.uacrussia.ru/en/. Acesso em 2009.

UCAV – UNMANNED COMBAT AIR VEHICLE. *Informações Gerais*. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_combat_air_vehicle. Acesso em 2009.

UNCTAD. *World Investment Report: Cross-border Mergers and Acquisitions and Development*. Geneve: UNCTAD – United Nations, 2000.

UNCTAD. *World Investment Report: Transnational Corporations and the Internationalization of R&D*. Geneve: UNCTAD – United Nations, 2005.

UNITED TECNOLOGIES CORP. *Annual Report*, 2006.

UNITED TECNOLOGIES CORP. *Annual Report*, 2007.

UNITED TECNOLOGIES CORP. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.utc.com/utc/home.html. Acesso em 2008.

UNIVAP – UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.univap.br/. Acesso em 2009.

US INTERNATIONAL TRADE COMMISSION. *Competitive assessment of the US large civil aircraft aerostructures industry, 2001*. Disponível em: http://hotdocs.usitc.gov/docs/pubs/332/pub3433.pdf. Acesso em 2008.

UTTERBACK, J.M. *Dominando a Dinâmica da Inovação*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1996.

VALE PARAIBANO. Pilkington investe US$ 3 mi em nova fábrica em São José. São José dos Campos: *ValeParaibano*, 4 abr. 2001.

VALOR 1000. *Valor Econômico*, São Paulo, 2008.

VALOR ECONÔMICO. Rússia pretende disputar mercado de aviões civis. São Paulo: *Valor Econômico*, 23 fev. 2006a.

VALOR ECONÔMICO. Concorrência que virá da China e Rússia. São Paulo: *Valor Econômico*, 15 dez. 2006b.

VALOR ECONÔMICO. Embraer fecha contrato com o governo para desenvolver sistema de comunicação para a FAB. São Paulo: *Valor Econômico*, 22 dez. 2006c.

VALOR ECONÔMICO. BNDES lança linha de incentivo aos pequenos produtores da cadeia aeronáutica. São Paulo: *Valor Econômico*, 20 set. 2007a.

VALOR ECONÔMICO. Jobim reforça necessidade de modernizar frota da FAB; projeto de jato da Embraer está em análise. São Paulo: *Valor Econômico*, 19 out. 2007b.

VALOR ECONÔMICO. Embraer vai investir US$ 50 milhões em unidade dedicada à aviação executiva nos EUA. São Paulo: *Valor Econômico*, 13 mai. 2008.

VALOR GRANDES GRUPOS. *Valor Econômico*, São Paulo, 2007.

VALOR GRANDES GRUPOS. *Valor Econômico*, São Paulo, 2008.

VICK, A.J.; GRISSOM, A.; ROSENAU, W.; GRILL, B.; MUELLER, K.P. Air power in the new counterinsurgency era: the strategic importance of USAF advisory and assistance missions. *Project Air Force*, Rand Corporation, Santa Monica, 2006. Disponível em: http://www.rand.org. Acesso em 2008.

VIEGAS, J.A. *Vencendo o Azul: História da Indústria e Tecnologia Aeronáutica no Brasil*. São Paulo: Duas Cidades, 1989.

WEBAVIATION. *Boeing 787 Dreamliner*. Disponível em: http://webaviation.blogspot.com/2008/06/boeing-787-dreamliner.html. Acesso em 2008.

WEINER, T. Lockheed and the Future of Warfare. New York: *New York Times*, 28 nov. 2004.

WENG, J. O Dragão Abre suas Asas. *Asas*, n.48, São Paulo, 2009.

WHITFORD, R. *Evolution of the Airliner*. London: The Crowood Press, 2007.

WILLIAMSON, O.E. *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: The Free Press, 1985.

WPAFB – WRIGHT-PATTERSON AIR FORCE BASE. *Informações Institucionais*. Disponível em: http://www.wpafb.af.mil/. Acesso em 2009.