

Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira

Oportunidades e Desafios



Organização

Guilherme Castanho Franco Montoro

Marcio Nobre Migon

Afonso Fleury ✈ André Tosi Furtado
Cássio Garcia da Silva ✈ David Nakano
David Vieira ✈ Edmilson Jesus Costa Filho
Edmundo Inácio Jr. ✈ Flávia Consoni ✈ Flávio Araripe
João Amato ✈ Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira Lima
Marcio Macedo da Costa ✈ Marco Aurélio Cabral Pinto
Maria Beatriz Bonacelli ✈ Mauro Zackiewicz
Rafael Petroni ✈ Roberto Carlos Bernardes
Rogério Veiga ✈ Ruy Quadros ✈ Sergio Salles Filho

C122 Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios / organização Guilherme Castanho Franco Montoro, Marcio Nobre Migon – Rio de Janeiro: BNDES, 2009.

552 p.

ISBN: 978-85-87545-30-5

1. Indústria aeronáutica. 2. Aeronaves. 3. Equipamentos aeronáuticos. 4. Embraer. I. Montoro, Guilherme Castanho Franco. II. Migon, Marcio Nobre.

CDD 629.13

Agradecimentos



Com o objetivo de ampliar o conhecimento setorial e fomentar a cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil, técnicos do BNDES propuseram ao então superintendente da Área de Comércio Exterior (AEX), ainda em 2003, a contratação de um estudo acadêmico sobre o tema. Por terem levado avante a proposta, agradecemos aos gestores de então: o ex-presidente Carlos Lessa e o ex-diretor Luiz Eduardo Melin de Carvalho e Silva. Pela mesma razão, agradecemos aos colegas Ernani Teixeira Torres Filho e Sérgio Bittencourt Varella Gomes, respectivamente superintendente da AEX e assessor da Presidência, à época.

O mencionado estudo veio a ser contratado pelo BNDES em 2004. O desenho de seu escopo e dos macroobjetivos pretendidos levam os organizadores a agradecer a outros três colegas. Sem o competente trabalho que empreenderam e a sólida base acadêmica de que dispõem, o rico material que veio a ser produzido inexistiria. Em ordem alfabética, registramos a inestimável contribuição técnica e gerencial de Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira Lima, Marcio Macedo da Costa e Marco Aurélio Cabral Pinto.

Para a produção de relatório de mais de 600 páginas, o estudo mobilizou, ao longo de dois anos, seis professores doutores, diversos mestres e pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), também responsável pela coordenação. Pela liderança dessa competente, exigente, atarefada e complexa

equipe, agradecemos os esforços de André Tosi Furtado e de Roberto Carlos Bernardes.






Da parte da sociedade civil organizada, devemos gratidão a Walter Bartels, presidente da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), a Agliberto Chagas, do Centro de Competitividade do Cone Leste Paulista (Cecompi), e a Fabiano de Sousa, do Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (Ciesp). Igualmente importante é destacar nosso agradecimento aos diversos funcionários da Embraer que auxiliaram no andamento deste estudo, seja disponibilizando informações, participando de debates ou facilitando o acesso às outras empresas da cadeia aeronáutica. Somos ainda gratos aos muitos profissionais que trabalham nas demais empresas da cadeia produtiva, assim como aos *experts* setoriais que compuseram o painel de prospecção tecnológica, pelo tempo dedicado.

Por fim, mas sem de modo algum diminuir a gratidão que ora sentimos, lembramos das colegas benedenses do GP/DEDIV/GEDIT, a gerente Marcia de Simas Antonio e a coordenadora de serviços Ana Luisa Silveira Gonçalves, que prontamente nos apoiaram na idéia de compilar a presente publicação, além dos competentes profissionais com quem trabalham. Também agradecemos a Simone Carvalho Mesquita, chefe de Departamento do GP/DEDIV, a toda a Diretoria do BNDES e ao nosso atual presidente, Luciano Coutinho, por terem proporcionado as condições administrativas para a materialização desta obra.

Os Organizadores

Sumário



	Prefácio	9
	Apresentação	13
	Introdução	15
	Avaliação dos Impactos Econômicos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190 – André T. Furtado e Edmilson Jesus Costa Filho	33
	1.1 – Os Programas ERJ 145 e Embraer 170/190	35
	1.2 – Avaliação de Impactos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190	52
	1.3 – Conclusões	67
	Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB) – Ruy Quadros, Afonso Fleury, João Amato, David Nakano, Flávia Consoni, Edmundo Inácio Jr. e Cássio Garcia Ribeiro Soares da Silva	71
	2.1 – A Cadeia de Valor na Indústria Aeronáutica Brasileira	74
	2.2 – Parceiros de Risco, Principais Fornecedores da Embraer	87
	2.3 – Fornecedores Nacionais na Cadeia da Indústria Aeronáutica Brasileira.....	120

2.4 – Conclusões e Recomendações.....	183
Anexo 1 – Metodologia da Pesquisa	190



Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico – Sergio Salles, Maria Beatriz Bonacelli, Mauro Zackiewicz, Rafael Petroni, Rogério Veiga, Flávio Araripe e David Vieira..... **197**



3.1 – Síntese dos Estudos Prospectivos do Setor	200
3.2 – Síntese dos Estudos Prospectivos Tecnológicos com Priorização de Tecnologias.....	245
3.3 – Estudo de Patentes: Tendências Tecnológicas para o Setor Aeronáutico.....	257
3.4 – Estudo de Competências	267
3.5 – Cenários Alternativos do Adensamento Produtivo e Tecnológico da CAB	299
3.6 – Conclusões.....	318
Anexo 1 – Estrutura dos Cenários segundo Diferentes Dimensões e suas Incertezas Críticas	335
Anexo 2 – Tabela de Tecnologias – Aeronaves – Acare Strategic Research Agenda (SRA – 2004, Volume 2).....	346
Anexo 3 – Prospecção de Patentes em Empresas Seleccionadas	359
Anexo 4 – Prospecção Realizada nos Sistemas Priorizados	379



Tendências Estruturais, Estratégias de Competitividade e Novas Arquiteturas Globais das Cadeias de Valor de Aeroestruturas: Uma Comparação Internacional – Roberto Carlos Bernardes **395**

4.1 – Conceitos Básicos do Segmento de Aeroestruturas e Novos Materiais.....	397
4.2 – Arquitetura e Dinâmica da Cadeia Global de Aeroestruturas	400
4.3 – Estados Unidos.....	405
4.4 – Canadá.....	420



4.5 – Europa	432
4.6 – Ásia: Japão, Coréia do Sul e China.....	449
4.7 – Conclusões.....	465
Anexo 1 – Desenvolvimento da Indústria Aeronáutica na Região Basca: O Caso da Gamesa Aeronáutica	473
Anexo 2 – Glossário.....	476
 Políticas Internacionais de Promoção da Indústria Aeronáutica – Cássio Garcia Ribeiro Soares da Silva	483
5.1 – Políticas de Apoio à Indústria Aeronáutica	487
5.2 – Disputa Comercial na Indústria de Aviões Comerciais: Boeing <i>versus</i> Airbus	526
5.3 – Disputa Comercial na Indústria de Aviões Comerciais: Bombardier <i>versus</i> Embraer	534
5.4 – Conclusões.....	536
 Referências Bibliográficas	539



Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira

Oportunidades e Desafios



Organização

Guilherme Castanho Franco Montoro
Marcio Nobre Migon

Afonso Fleury ✈ André Tosi Furtado
Cássio Garcia da Silva ✈ David Nakano
David Vieira ✈ Edmilson Jesus Costa Filho
Edmundo Inácio Jr. ✈ Flávia Consoni ✈ Flávio Araripe
João Amato ✈ Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira Lima
Marcio Macedo da Costa ✈ Marco Aurélio Cabral Pinto
Maria Beatriz Bonacelli ✈ Mauro Zackiewicz
Rafael Petroni ✈ Roberto Carlos Bernardes
Rogério Veiga ✈ Ruy Quadros ✈ Sergio Salles Filho

Rio de Janeiro – 2009

C122 Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios / organização Guilherme Castanho Franco Montoro, Marcio Nobre Migon – Rio de Janeiro: BNDES, 2009.

552 p.

ISBN: 978-85-87545-30-5

1. Indústria aeronáutica. 2. Aeronaves. 3. Equipamentos aeronáuticos. 4. Embraer. I. Montoro, Guilherme Castanho Franco. II. Migon, Marcio Nobre.

CDD 629.13

Agradecimentos



Com o objetivo de ampliar o conhecimento setorial e fomentar a cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil, técnicos do BNDES propuseram ao então superintendente da Área de Comércio Exterior (AEX), ainda em 2003, a contratação de um estudo acadêmico sobre o tema. Por terem levado avante a proposta, agradecemos aos gestores de então: o ex-presidente Carlos Lessa e o ex-diretor Luiz Eduardo Melin de Carvalho e Silva. Pela mesma razão, agradecemos aos colegas Ernani Teixeira Torres Filho e Sérgio Bittencourt Varella Gomes, respectivamente superintendente da AEX e assessor da Presidência, à época.

O mencionado estudo veio a ser contratado pelo BNDES em 2004. O desenho de seu escopo e dos macroobjetivos pretendidos levam os organizadores a agradecer a outros três colegas. Sem o competente trabalho que empreenderam e a sólida base acadêmica de que dispõem, o rico material que veio a ser produzido inexistiria. Em ordem alfabética, registramos a inestimável contribuição técnica e gerencial de Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira Lima, Marcio Macedo da Costa e Marco Aurélio Cabral Pinto.

Para a produção de relatório de mais de 600 páginas, o estudo mobilizou, ao longo de dois anos, seis professores doutores, diversos mestres e pesquisadores do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), também responsável pela coordenação, e da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Pela li-

derança dessa competente, exigente, atarefada e complexa equipe, agradecemos os esforços de André Tosi Furtado e de Roberto Carlos Bernardes.






Da parte da sociedade civil organizada, devemos gratidão a Walter Bartels, presidente da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), a Agliberto Chagas, do Centro de Competitividade do Cone Leste Paulista (Cecomp), e a Fabiano de Sousa, do Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (Ciesp). Igualmente importante é destacar nosso agradecimento aos diversos funcionários da Embraer que auxiliaram no andamento deste estudo, seja disponibilizando informações, participando de debates ou facilitando o acesso às outras empresas da cadeia aeronáutica. Somos ainda gratos aos muitos profissionais que trabalham nas demais empresas da cadeia produtiva, assim como aos *experts* setoriais que compuseram o painel de prospecção tecnológica, pelo tempo dedicado.

Por fim, mas sem de modo algum diminuir a gratidão que ora sentimos, lembramos das colegas benedenses do GP/DEDIV/GEDIT, a gerente Marcia de Simas Antonio e a coordenadora de serviços Ana Luisa Silveira Gonçalves, que prontamente nos apoiaram na idéia de compilar a presente publicação, além dos competentes profissionais com quem trabalham. Também agradecemos a Simone Carvalho Mesquita, chefe de Departamento do GP/DEDIV, a toda a Diretoria do BNDES e ao nosso atual presidente, Luciano Coutinho, por terem proporcionado as condições administrativas para a materialização desta obra.

Os Organizadores

Sumário



-  **Prefácio** – *Antônio Luiz Pizarro Manso e Nelson Salgado* 9
-  **Apresentação** – *Armando Mariante* 13
-  **Introdução** – *Guilherme Castanho Franco Montoro, Marcio Nobre Migon, Marco Aurélio Cabral Pinto, Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira Lima e Marcio Macedo da Costa* 15
-  **Avaliação dos Impactos Econômicos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190** – *André Tosi Furtado e Edmilson Jesus Costa Filho* 33
 - 1.1 – Os Programas ERJ 145 e Embraer 170/190 35
 - 1.2 – Avaliação de Impactos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190 52
 - 1.3 – Conclusões 67
-  **Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB)** – *Ruy Quadros, Afonso Fleury, João Amato, David Nakano, Flávia Consoni, Edmundo Inácio Jr. e Cássio Garcia da Silva* 71
 - 2.1 – A Cadeia de Valor na Indústria Aeronáutica Brasileira 74
 - 2.2 – Parceiros de Risco, Principais Fornecedores da Embraer 87

2.3 – Fornecedores Nacionais na Cadeia da Indústria Aeronáutica Brasileira.....	120
2.4 – Conclusões e Recomendações.....	183
Anexo 1 – Metodologia da Pesquisa	190



Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico – Sergio Salles Filho, Maria Beatriz Bonacelli, Mauro Zackiewicz, Rafael Petroni, Rogério Veiga, Flávio Araripe e David Vieira... **197**

3.1 – Síntese dos Estudos Prospectivos do Setor	200
3.2 – Síntese dos Estudos Prospectivos Tecnológicos com Priorização de Tecnologias.....	245
3.3 – Estudo de Patentes: Tendências Tecnológicas para o Setor Aeronáutico.....	257
3.4 – Estudo de Competências	267
3.5 – Cenários Alternativos do Adensamento Produtivo e Tecnológico da CAB	299
3.6 – Conclusões.....	318
Anexo 1 – Estrutura dos Cenários segundo Diferentes Dimensões e suas Incertezas Críticas	335
Anexo 2 – Tabela de Tecnologias – Aeronaves – Acare Strategic Research Agenda (SRA – 2004, Volume 2).....	346
Anexo 3 – Prospecção de Patentes em Empresas Seleccionadas	359
Anexo 4 – Prospecção Realizada nos Sistemas Priorizados	379



Tendências Estruturais, Estratégias de Competitividade e Novas Arquiteturas Globais das Cadeias de Valor de Aeroestruturas: Uma Comparação Internacional – Roberto Carlos Bernardes **395**

4.1 – Conceitos Básicos do Segmento de Aeroestruturas e Novos Materiais.....	397
4.2 – Arquitetura e Dinâmica da Cadeia Global de Aeroestruturas	400
4.3 – Estados Unidos	405



4.4 – Canadá.....	420
4.5 – Europa	432
4.6 – Ásia: Japão, Coreia do Sul e China.....	449
4.7 – Conclusões.....	465
Anexo 1 – Desenvolvimento da Indústria Aeronáutica na Região Basca: O Caso da Gamesa Aeronáutica.....	473
Anexo 2 – Glossário.....	476



**Políticas Internacionais de Promoção da Indústria
Aeronáutica – Cássio Garcia da Silva..... 483**

5.1 – Políticas de Apoio à Indústria Aeronáutica	488
5.2 – Disputa Comercial na Indústria de Aviões Comerciais: Boeing <i>versus</i> Airbus	527
5.3 – Disputa Comercial na Indústria de Aviões Comerciais: Bombardier <i>versus</i> Embraer	535
5.4 – Conclusões.....	537



Referências Bibliográficas 541



Prefácio



A indústria aeronáutica é um dos melhores exemplos brasileiros de projetos estratégicos bem-sucedidos, resultando em uma atividade industrial de alto conteúdo tecnológico e valor agregado, elevado poder de fortalecimento de competências superiores no país e capacidade de gerar exportações e saldos comerciais.

Os efeitos são amplamente conhecidos. A Embraer transformou-se em uma das maiores fabricantes de aeronaves civis do mundo, levando o Brasil, país das *commodities*, a ter aeronaves como um dos principais itens de sua pauta de exportações, com expressiva geração de empregos e saldos comerciais para o país.

No entanto, o sucesso da Embraer não foi acompanhado por significativo adensamento da cadeia de fornecimento no Brasil, levando o BNDES – cujo apoio no desenvolvimento de produtos e financiamento às exportações foi decisivo para o sucesso comercial mundial da Embraer – a encomendar à Unicamp o estudo que se torna público com o lançamento deste livro.

O objetivo inicial era relativamente simples: mapear a cadeia produtiva aeronáutica no Brasil e, no processo, produzir conhecimento relevante para a formulação de políticas de adensamento dessa cadeia. Entretanto, graças à abrangência com que foi realizado, o trabalho captou de modo preciso os desafios e o momento de transformação em curso. Com isso, trouxe à luz a necessidade essencial da construção, no Brasil,

de um sistema setorial de inovação que permita ao país manter sua atual posição de destaque na indústria aeronáutica mundial.

Uma característica distintiva deste estudo é o rigor científico com que foram conduzidas as investigações. Nesse sentido, merece especial destaque o estudo dos impactos socioeconômicos advindos dos programas da Embraer, que foi realizado com base em uma metodologia internacional para avaliação de programas de alto conteúdo tecnológico. Essa metodologia, desenvolvida por uma equipe da Universidade de Estrasburgo, apóia-se na mensuração de um variado conjunto de impactos econômicos, em diversas dimensões: comercial, tecnológica, estabelecimento de redes de empresas colaboradoras, reputação e imagem, melhora das condições competitivas, além de desenvolvimentos organizacionais, processuais e de recursos humanos. A quantificação desses impactos não é trivial e exigiu grande esforço metodológico e de pesquisa. Os resultados obtidos situam os programas de desenvolvimento das aeronaves ERJ 145 e Embraer 170/190 entre os de maior impacto já desenvolvidos no Brasil.

A elaboração do estudo iniciou-se em 2005, quando a Embraer começava a desfrutar do sucesso de vendas de sua nova família de jatos Embraer 170/190. O desenvolvimento desses produtos demandou investimentos de aproximadamente US\$ 1 bilhão e foi viabilizado graças a um novo e inovador modelo de negócio, em que a Embraer posicionou-se como líder integradora de um conjunto de empresas internacionais. Essas empresas, às vezes muito maiores que a própria Embraer, investiram pesadamente e a seu próprio risco no desenvolvimento da nova família de produtos.

Paradoxalmente, esse modelo de negócio, que garantiu a continuidade do crescimento da Embraer, a instalação de diversas empresas parceiras internacionais no Brasil e, em última instância, a própria sobrevivência das fornecedoras nacionais, passou a ser percebido localmente de forma negativa. Na indústria, entretanto, o modelo de integração de sistemas transformou-se em padrão internacional, tendo sido copiado e até aprimorado por diversos fabricantes de aeronaves, inclusive Boeing e Airbus.



A chave da questão parece ser desvendada neste estudo, quando se analisa a trajetória de empresas de países emergentes que conquistaram posição de destaque na indústria mundial. Essas empresas adotaram estratégias diferenciadas relativamente às empresas multinacionais oriundas dos países desenvolvidos, em função, principalmente, de terem menos recursos à sua disposição. Segundo os autores, observa-se que a estratégia por elas adotada tem, em comum, a internacionalização acelerada, o lançamento de produtos inovadores e a implementação de novos modelos e processos de negócio, na busca de relacionamento, sinergia e aprendizagem. A Embraer se ajusta com perfeição a esse molde, tendo tratado a formação de sua cadeia de fornecimento para a família Embraer 170/190 sob uma perspectiva de relacionamento e alavancagem, que tem sustentação em outras indústrias e países no mundo de hoje.

Mais do que ajudar a entender as razões desse paradoxo e apontar caminhos para o adensamento da cadeia no Brasil, este trabalho revela o contexto desafiador que o futuro apresenta, através de estudo prospectivo do setor aeronáutico. Para este estudo, foram criados cenários resultantes da análise, realizada por mais de oitenta especialistas, de 45 incertezas críticas, agrupadas em sete dimensões, num horizonte de dez anos. A dimensão tecnológica, por sua relevância, recebeu tratamento em separado.

Tanto nos cenários mais otimistas quanto nos mais pessimistas, há grandes ameaças, seja pela presença de novos entrantes, suportados por países poderosos, como China, Rússia e Japão, seja pela introdução de tecnologias em escala sem precedentes nos novos produtos da indústria. Mas há também oportunidades. Como o Brasil e a Embraer poderão fazer frente a esses desafios, garantindo, ao mesmo tempo, o adensamento da cadeia de fornecimento no Brasil?

Boa leitura!

Antônio Luiz Pizarro Manso, vice-presidente financeiro da Embraer
Nelson Salgado, diretor da Embraer



Apresentação



O presente estudo sobre a cadeia produtiva do setor aeronáutico, elaborado pela Unicamp, assume posição de referência para a definição da estratégia de atuação do BNDES no setor. Outras ações foram desencadeadas com o mesmo propósito, cabendo destacar: o seminário “Adensamento da Cadeia Produtiva do Setor Aeronáutico”, realizado em abril de 2004; a criação, no BNDES, do Grupo de Trabalho da Cadeia Aeronáutica, em 2005; a assinatura do Memorando de Entendimentos entre BNDES, Embraer, AIAB e Anac, que resultou na criação do grupo de trabalho conjunto, em 2006; palestras e participações em feiras (Le Bourget, Farnborough e Latin America Aerospace and Defence) para a divulgação do ambiente de negócios no Brasil.

Este trabalho possibilita maior entendimento sobre a dinâmica setorial, apontando as oportunidades e os desafios enfrentados pelas empresas. Destaca, ainda, a relevância dos projetos de desenvolvimento de produtos da Embraer (famílias ERJ 145 e Embraer 170/190) e os resultados positivos alcançados.

Foi efetuado um extenso mapeamento da cadeia aeronáutica no Brasil e foram examinadas as estratégias e limitações das empresas. Constatou-se a existência de uma base de pequenos e médios produtores nacionais, com capacidade técnica para atender aos rigorosos requisitos impostos por seus clientes, e ressaltam-se as dificuldades dessas empresas de pequeno porte ante a complexa tarefa de se consolidarem como fornecedoras da cadeia aeronáutica.

Reconhecendo tais dificuldades, e a fim de facilitar o acesso ao crédito, o BNDES criou recentemente uma linha de apoio ao setor aeronáutico – Pró-Aeronáutica – com condições específicas desenhadas para atender às empresas que compõem o setor, sobretudo aquelas de menor porte.

O presente estudo mostra o inegável sucesso da Embraer na última década e a posição de destaque que atualmente ocupa. A tendência nos próximos anos, entretanto, é de acirramento da concorrência internacional. Nesse cenário, o domínio tecnológico, suportado por um amplo processo de Pesquisa & Desenvolvimento, apresenta-se como requisito básico para a sustentação competitiva da Embraer e da indústria aeronáutica brasileira, no médio e longo prazo. Também são contempladas as tendências tecnológicas que poderão, até mesmo, condicionar as trajetórias empresariais bem-sucedidas nos próximos anos.

Procurando atender às demandas setoriais identificadas, o BNDES está desenvolvendo parcerias (Fapesp e Embraer) para equipar o Parque Tecnológico de São José dos Campos, com o propósito de assegurar meios para pesquisa e desenvolvimento de novos materiais a serem empregados em grandes estruturas aeronáuticas.

Dada a sua configuração atual, o desenvolvimento da cadeia aeronáutica no país depende da sustentação e do avanço da competitividade da Embraer. Este trabalho mostra que existem oportunidades para que o Brasil consolide sua inserção no mercado aeronáutico internacional, tornando-se também um fornecedor de peças, partes e componentes aeronáuticos.

Armando Mariante, vice-presidente do BNDES



Introdução



1. Introdução

A Embraer, fundada em 1969 e privatizada em 1994, é hoje a terceira maior empresa fabricante de aeronaves civis do planeta, com faturamento de R\$ 8,3 bilhões em 2006. O sucesso da integradora nacional não veio por acaso. A competitividade brasileira na indústria aeronáutica decorre de uma estratégia bem coordenada do governo que, desde a década de 1950, aliou esforços em ensino, pesquisa básica e aplicada e produção aeronáutica. A Embraer é o destaque produtivo e tecnológico dessa estratégia, desde os tempos de empresa estatal.

O BNDES também desempenhou papel de relevância no sucesso da Embraer, principalmente após a privatização, tendo desembolsado, desde 1995, um montante de aproximadamente US\$ 7 bilhões, por meio das mais diversas modalidades de financiamento, em especial as linhas de apoio à exportação.

O Brasil possui, também, outras empresas com capacitação técnica para fornecimento de produtos e serviços no rigoroso mercado aeronáutico, em diferentes atividades, como usinagem, estamparia, materiais compostos, desenvolvimento de ferramental e serviços de engenharia, além de montagem de helicópteros, aeronaves leves e esportivas, lançadores de foguetes e mísseis. Grande parte dessas empresas integra a cadeia de fornecimento da Embraer, na

modalidade de subcontratada, enquanto outras são fornecedoras de outras integradoras e/ ou clientes finais. Contrastando com o sucesso logrado pela Embraer, essas empresas não conseguiram desempenho semelhante, mostrando-se o elo fraco da cadeia de produção aeronáutica no Brasil.

O BNDES tem o duplo objetivo de apoiar a Embraer e fortalecer a cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil. Entendeu-se que havia a necessidade, coerente com a política de apoio à comercialização de aeronaves da Embraer, de se desenvolverem, conjuntamente com a empresa, políticas de fomento ao incremento do conteúdo nacional em seus produtos, em especial pelo aumento da capacitação industrial e tecnológica da cadeia produtiva aeronáutica brasileira.

Tal entendimento partiu do pressuposto de que o êxito no delineamento e na implementação das políticas de fomento para o setor aeronáutico brasileiro dependia inicialmente de um sólido e detalhado conhecimento de sua cadeia de produção, considerando sua arquitetura logística, seus pontos críticos de comando e encadeamento, sua mobilidade e tendência futura de consolidação. Assim, em abril de 2004, a Área de Comércio Exterior do BNDES contratou a Fundação de Desenvolvimento da Unicamp (Funcamp) para a elaboração de um minucioso estudo sobre a cadeia de produção aeronáutica no Brasil, cujo produto final está integralmente reproduzido nos capítulos subseqüentes desta publicação.

2. Justificativa

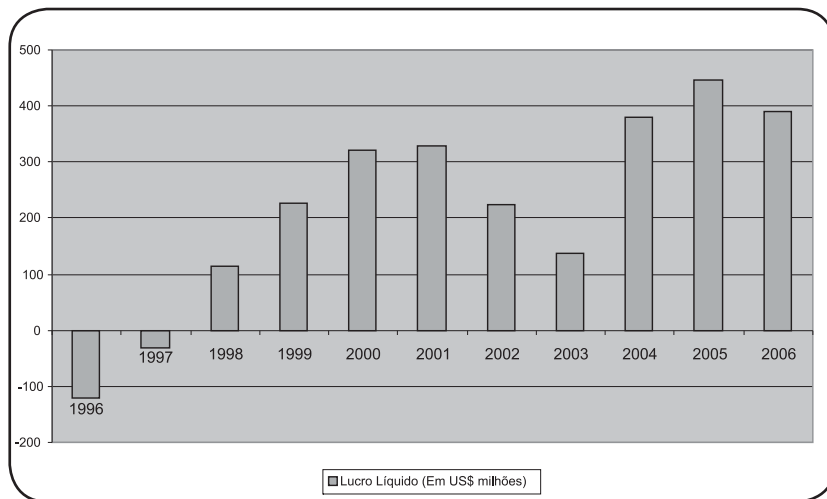
A importância do setor aeronáutico é realçada pelo seu forte potencial de crescimento, *vis-à-vis* a expansão da economia, o relevante conteúdo tecnológico, o alto valor agregado e a expressiva contribuição para o saldo da balança comercial brasileira.

Com faturamento de R\$ 8,3 bilhões (US\$ 3,8 bilhões) em 2006 e mais de 20 mil funcionários no Brasil e no mundo, a Embraer é hoje a terceira maior empresa fabricante de aeronaves civis do planeta. Nos últimos dez anos, apresentou significativo crescimento



com lucratividade – a despeito da forte concorrência e dos eventos negativos que atingiram o setor aeronáutico nos EUA e no mundo – e consolidou sua posição de destaque no mercado de jatos regionais, inicialmente com a família ERJ 145 e mais recentemente com a família Embraer 170/190.

GRÁFICO 1
Embraer – Lucro Líquido



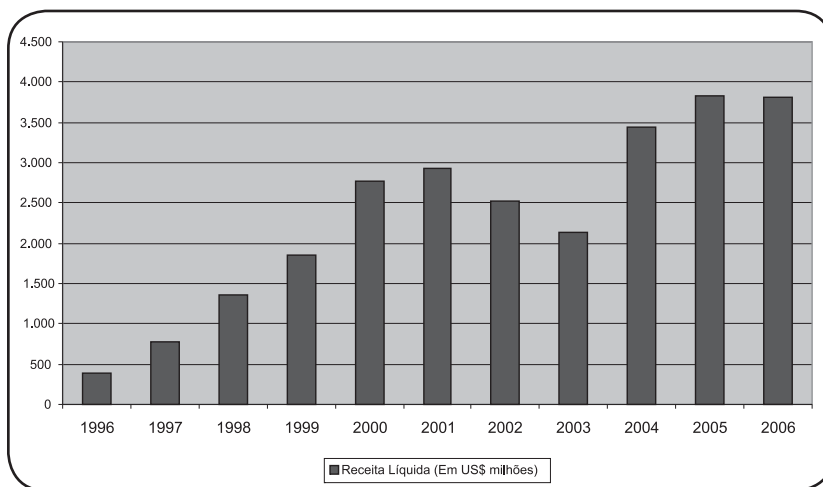
Essa posição de destaque é ainda mais surpreendente se levarmos em conta a crise enfrentada pela empresa no início da década de 1990, após o fracasso comercial da aeronave do programa CBA 123. A privatização foi o primeiro passo na tentativa de impor uma lógica econômico-financeira em uma empresa com comprovada capacitação técnica de engenharia.



O BNDES decidiu apoiar a Embraer, inicialmente com empréstimos e aporte de capital e, depois, com um agressivo programa de financiamento às vendas, complementado por recursos do Orçamento da União, alocados sob o programa denominado Proex-Equalização.

Esse apoio mostrou-se decisivo¹ tanto na segunda metade da década de 1990 – quando os jatos regionais da Embraer ainda eram uma aposta em um mercado cuja produção estava concentrada nos países desenvolvidos –, quanto nos anos seguintes ao atentado terrorista de 11 de setembro de 2001, nos Estados Unidos – quando ocorreu uma

GRÁFICO 2
Embraer – Receita Líquida

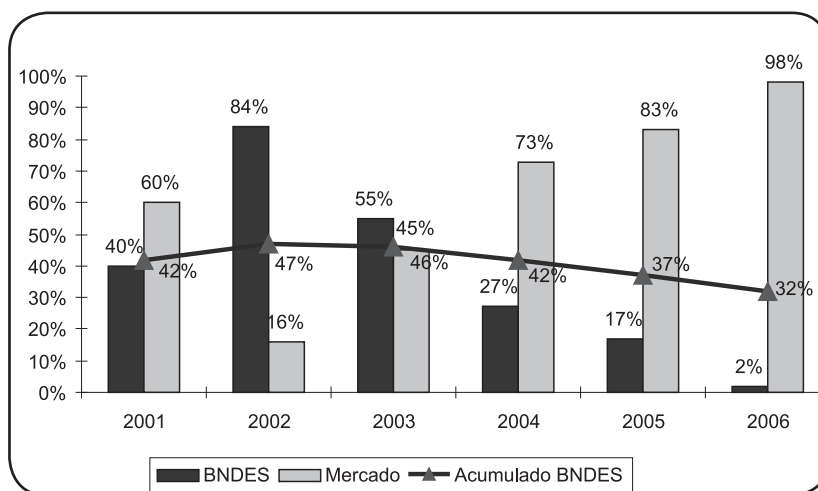


¹ A venda de aeronaves comerciais normalmente está associada a financiamentos de longo prazo (12 a 15 anos), em virtude de a vida útil desses equipamentos ser superior a 25 anos. A ausência de financiamento, ou sua oferta a taxas de juros muito acima das do mercado (ou da concorrência) afetam de forma significativa o valor das prestações, o valor presente líquido (VPL) da aeronave e, portanto, a competitividade do produto da Embraer.



grande redução na liquidez e nos financiamentos privados para companhias aéreas. A consolidação internacional da marca e da qualidade dos produtos Embraer, associada à elevada liquidez do crédito nos últimos anos, reduziu a participação dos empréstimos do BNDES,² conforme Gráfico 3.

GRÁFICO 3
Fontes de Financiamento



Essa estratégia mostrou-se acertada, tanto pelo fortalecimento da Embraer quanto pela qualidade do crédito e retorno do investimento. Ademais, uma eventual falência da empresa poderia ter ensejado o desmonte de toda a indústria aeronáutica brasileira. Em oposição, o sucesso logrado pela Embraer, hoje, serve de estímulo e de alavanca para investimentos no setor, seja da parte de pequenas e médias empresas que pretendem subir na cadeia de valor da Embraer, seja

² O histórico de financiamento a vendas das aeronaves da Embraer reforça e explicita a atuação anticíclica do BNDES no setor.



da parte de *players* internacionais que vêm vantagens ao se instalarem mais próximos da importante integradora brasileira. Em menos de cinco anos, a empresa se recuperou e se tornou uma das líderes do segmento de jatos regionais, desbancando diversas outras empresas de países desenvolvidos (ATR, Dornier, Fokker, SAS).

Não obstante a posição confortável alcançada pela Embraer atualmente, vislumbra-se, para os próximos anos, o acirramento da concorrência no setor, de forma que, para sobreviver e crescer nesse disputado mercado aeronáutico, as empresas integradoras devem intensificar os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e na ampliação da capacidade produtiva. Historicamente a Embraer tem tido sucesso na estratégia de adaptar, em suas aeronaves, as tecnologias desenvolvidas por outras empresas. Entretanto, para manter a liderança no mercado de jatos regionais, será necessário complementar essa estratégia com um esforço contínuo de desenvolvimento tecnológico e inovação.

A estratégia de negócios da Embraer nas famílias ERJ 145 e Embraer 170/190 apoiou-se no estabelecimento de parcerias de risco com grandes fornecedores estrangeiros, que se responsabilizam pela entrega de “sistemas” aeronáuticos [Gomes, Bartels, Lima et al, 2005]. Com isso, a empresa reduziu seu esforço no detalhamento e na produção de partes e peças e decidiu concentrar-se nas suas competências principais: a concepção, o desenvolvimento, a integração e o suporte pós-vendas de aeronaves. Essa estratégia, se por um lado possibilitou a sobrevivência e o crescimento da empresa, por outro acarretou a redução nos índices de nacionalização, transferindo para o exterior decisões e, por conseguinte, atividades que antes eram feitas no país.

A competitividade da Embraer, revelada pelo sucesso de suas vendas, é a evidência da competitividade da indústria aeronáutica no Brasil. Entretanto, as demais empresas da cadeia produtiva do setor aeronáutico não lograram obter o mesmo desempenho. Ao contrário, essas pequenas empresas enfrentavam grandes dificuldades, alta mortalidade e baixo crescimento no longo prazo.



Um grupo de analistas da Área de Comércio Exterior do BNDES tomou para si a função de investigar e solucionar essa aparente contradição, qual seja, os motivos que levaram a resultados tão díspares entre a Embraer e as demais empresas da cadeia produtiva aeronáutica no Brasil nos últimos dez anos. A identificação dos entraves ao crescimento constitui-se no primeiro passo para a implantação de uma política de fomento para essa cadeia.

Mais especificamente, ambicionou-se identificar oportunidades para produção doméstica competitiva de partes, peças, componentes e sistemas aplicados nos produtos da Embraer, de forma a, além de incrementar-se o índice de nacionalização, potencializarem-se novas exportações para outros fabricantes de produtos aeronáuticos fora do Brasil.

A expansão da indústria aeronáutica brasileira passa necessariamente, mas não exclusivamente, pela Embraer. O cenário vislumbrado pelo BNDES seria o aumento das vendas de aeronaves comcomitante ao progresso das demais empresas. Adicionalmente, a ausência dessa cadeia representa uma fraqueza que poderá comprometer a sobrevivência da própria Embraer no longo prazo, da forma como hoje a conhecemos.

Por fim, antecipava-se, à época, que o setor aeronáutico internacional se provaria altamente dinâmico, nos anos vindouros. Desde o ano de 2004, a indústria aeronáutica apresenta altas taxas de crescimento em virtude do aumento generalizado das encomendas de aeronaves civis e militares decorrente da vigorosa expansão da economia mundial nos últimos anos, ao mesmo tempo em que aumentaram os dispêndios dos EUA e de outros países com materiais de defesa e de segurança pública.

A conjuntura internacional possibilitou ao Brasil firmar-se também como fornecedor de partes, peças e componentes para a indústria aeronáutica global. O crescimento da demanda, somado à necessidade de redução de custos, fortaleceu a tendência de terceirização de parte da produção para países com mão-de-obra barata (*outsourcing*), em especial o Leste Asiático, lógica já consagrada por outros setores – como têxtil, de calçados, de eletroeletrônicos e de comunicações.



Entretanto, esse processo de terceirização tem sido limitado pelos altos requisitos de qualidade e rastreabilidade da produção no setor aeronáutico, restringindo-se a um pequeno número de países da Europa Oriental, do Leste Asiático, e da América Latina. O Brasil apresenta-se como uma das melhores opções para investimentos na produção de peças, partes e componentes aeronáuticos, tanto em decorrência da estrutura de custos de seu parque industrial, como em função de sua tradição no setor, com oferta de mão-de-obra relativamente abundante e competências em certificação de produtos e de sistemas produtivos.

Existe, hoje em dia, extensa literatura sobre o caso da Embraer, sua história, desde o início estatal até o modelo de negócios atual, baseado em parcerias com fornecedores de “sistemas” aeronáuticos e foco no mercado. No entanto, é mais restrita a bibliografia sobre as demais empresas da cadeia de produção aeronáutica, suas potencialidades e principais dificuldades. A metodologia do Estudo da Cadeia de Produção Aeronáutica foi desenvolvida para suprir essa lacuna, fornecendo um panorama abrangente e complementar às informações já existentes sobre a Embraer.

Embora a cadeia aeronáutica contemple também a produção de aeronaves leves, aeronaves experimentais e helicópteros, bem como fornecedores para o mercado de defesa, o BNDES decidiu focar a investigação na cadeia de fornecimento de aeronaves comerciais, com ênfase nas aeronaves da Embraer. Essa decisão foi motivada por dois fatores principais: (i) a Embraer concentrava em torno de 80% do emprego e do valor adicionado do setor no país; e (ii) o estreito relacionamento entre o BNDES e a Embraer facilita o fluxo de informações, muitas vezes confidenciais, necessárias para aprofundar a análise do setor.

Dessa forma, o estudo teve como objetivo inicial sistematizar oportunidades disponíveis no Brasil para aumento do índice de nacionalização na cadeia de produção aeroespacial brasileira, com ênfase nas aeronaves da Embraer. Não obstante, sempre que possível, também procurou investigar possibilidades de inserção na cadeia de fornecimento de outras empresas do setor aeronáutico, localizadas no Brasil ou não.



3. Metodologia

Foi elaborada uma metodologia estruturada em quatro partes, plenamente integradas, que possibilitaram a compreensão dos fatores determinantes para o aproveitamento das oportunidades inauguradas pelo desenvolvimento dos novos programas aeronáuticos. Essas partes, juntamente com os estudos complementares, compõem o quadro geral com os resultados do projeto, descritos a seguir.

- Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para a caracterização matricial do produto e da cadeia de produção e determinação do índice de nacionalização, utilizando-se o método FINAME nas famílias ERJ 145 e Embraer 170/190.
- Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de avaliação econômica e tecnológica dos programas ERJ 145 e Embraer 170/190.
- Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia para mapeamento e adensamento da cadeia de produção aeronáutica brasileira.
- Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de prospecção tecnológica para a cadeia produtiva.

O primeiro produto foi o ponto de partida e referência para as fases seguintes do projeto, tratando-se da elaboração do índice de nacionalização e a caracterização matricial do produto e da cadeia de fornecimento do setor aeronáutico. O objetivo dessa parte do estudo era, inicialmente, aferir o valor real de nacionalização dos referidos programas, conforme metodologia correntemente adotada pela FINAME.

Adicionalmente, nessa primeira parte, efetuou-se uma avaliação acerca dos parâmetros e limitações de tal metodologia como critério para mensurar o adensamento da cadeia produtiva. Finalmente, a caracterização matricial dos sistemas que compõem a aeronave permite que se identifiquem as possibilidades e os limites para alcançar um incremento na produção de partes, peças e componentes no



Brasil, viabilizando ainda o cálculo dos benefícios e a determinação das metas a serem alcançadas pelas ações de nacionalização a serem sugeridas. Essa primeira atividade serviu de base para as demais e, por tratar de informações sigilosas, não consta nos resultados publicados neste livro.

Segue uma breve descrição metodológica das demais atividades.

- Avaliação dos Impactos Econômicos e Tecnológicos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190 (Capítulo 1)

Desde a concepção do projeto que resultou na presente publicação, o BNDES julgou necessário analisar de forma ampla a atividade da Embraer no país e mensurar seus eventuais benefícios. Essa avaliação deveria ultrapassar os critérios puramente econômicos e considerar o papel transformador das atividades de P&D sobre as rotinas produtivas e a produtividade da empresa.

O método de avaliação econômica utilizado nesse estudo considera o projeto de desenvolvimento de uma aeronave um grande programa tecnológico. O volume de recursos envolvidos, tanto financeiros como humanos, e o número significativo de participantes, além da própria Embraer, conferem, tanto ao ERJ 145 como ao Embraer 170/190, características de grandes programas tecnológicos, principalmente considerados os paradigmas encontrados no Brasil.

Os resultados dessa atividade permitiram conhecer com maior exatidão a magnitude e as diferentes dimensões dos desdobramentos econômicos que o investimento em grandes programas tecnológicos do campo aeronáutico geraram no país e aprofundou o conhecimento sobre o impacto de políticas públicas para a capacitação tecnológica do país.

A avaliação dos impactos econômicos advindos de um grande projeto de desenvolvimento de um novo produto tecnológico, como um avião, extrapolam os limites das vendas oriundas de sua comercialização. O projeto possui um grande potencial de geração de aprendizagem que se constitui em capacitações as quais podem redundar



em diversas modalidades de ganhos para a empresa e para a indústria em geral.

A metodologia mais capaz de captar o conjunto de desdobramentos que podem advir da execução de projetos/programas de P&D é a proposta pelo Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (Beta). Essa metodologia, de enfoque microeconômico, baseia-se na mensuração dos impactos diretos e indiretos de uma amostra de projetos de um determinado programa tecnológico. Os impactos indiretos são aplicações não previstas pelo projeto que advêm do processo de aprendizagem resultante da participação da organização no programa. Esses impactos são então comparados, em valores constantes, com o custo do projeto. O indicador não busca fazer uma análise custo-benefício, mas medir o impacto que P&D causa sobre o nível de atividade econômica.

Uma preocupação do estudo foi contar com indicadores comparáveis para os dois programas (ERJ 145 e Embraer 170/190) e com comparabilidade internacional (sem perder a capacidade de reter as especificidades locais). Nesse sentido, há um importante fator a ser levado em conta, que é a temporalidade dos programas. Relativamente ao ERJ 145, viabilizou-se uma avaliação *ex-post* típica, dado o ciclo do programa (ou do produto). O Embraer 170/190 é um programa em início de ciclo e, portanto, seu perfil de avaliação contempla indicadores de impacto *ex-ante* e *ex-post*. Em razão dessa diferença básica entre os dois programas, foram necessários ajustes metodológicos e do conjunto de indicadores.

As informações constantes nessa atividade foram solicitadas à Embraer e obtidas por meio da aplicação de questionários e entrevistas com gerentes de projetos e responsáveis pelas empresas.

- Mapeamento da Cadeia Aeronáutica Brasileira (CAB) (Capítulo 2)

Essa parte do projeto empreendeu uma análise do mapa e da hierarquia da cadeia produtiva do setor aeronáutico, tanto do Brasil como dos demais países relevantes, identificando a localização dos principais fornecedores e suas ligações seqüenciais, bem como a natureza do relacionamento entre a Embraer e cada fornecedor espe-



cífico, para as famílias ERJ 145 e Embraer 170/190. Adicionalmente, efetuou-se a caracterização produtiva e tecnológica das empresas estabelecidas no Brasil.

Nessa atividade, buscou-se identificar os principais agentes da cadeia aeronáutica; sua contribuição para a geração de valor; suas estratégias e competências; a natureza de suas relações comerciais e tecnológicas; os padrões de governança e dependência transacional na cadeia; e, mais importante, as possibilidades de internalização de competências, atividades e produção de valor.

O conhecimento científico, tanto teórico como empírico, sobre a dinâmica das relações econômicas e as estruturas de governança de cadeias produtivas teve considerável desenvolvimento na última década. Esse interesse decorreu de um processo bastante difundido de reestruturação das empresas, dos modelos de negócios e da organização da atividade econômica, envolvendo empresas e outras instituições. A abordagem adotada nessa atividade tomou essa pesquisa como referência, com particular ênfase na evolução do conceito de cadeias produtivas globais para cadeias globais de valor.

O estudo da cadeia de valor aeronáutica implica ainda entender e incorporar as dimensões de sua especificidade produtiva e tecnológica, que tem implicações de grande significado para sua estruturação e organização. Nesse aspecto, foram de grande valia no estudo as contribuições da pesquisa científica publicamente disponível sobre produtos e sistemas complexos e sobre integradores de sistemas aeroespaciais.

A metodologia adotada para obter informações baseia-se primordialmente na coleta de dados primários em empresas industriais e de serviços, assim como em instituições de pesquisa, que hoje atuam na cadeia aeronáutica. O levantamento de informações com as empresas foi feito por meio da aplicação de questionários estruturados, com questões abertas e fechadas, além da obtenção de informações secundárias.

As empresas foram separadas segundo uma tipologia própria do estudo, em virtude das diferentes dimensões verificadas na população



de fornecedores em relação a atributos básicos, como: natureza da tecnologia ou serviço; tipo de contrato (parceria ou não); tamanho da empresa; e origem do capital. Como essa variância nos atributos afeta o tipo de informação a ser coletada, foram desenvolvidas diferentes estratégias de coleta para cada grupo da população de fornecedores.

Para os fornecedores localizados no Brasil (nacionais ou estrangeiros), a aplicação do questionário se deu, em sua maior parte, por meio da realização de entrevistas presenciais e visitas de observação. Para os fornecedores localizados no exterior, foram coletadas apenas informações de fontes secundárias.

As empresas nacionais foram separadas em quatro grupos: fornecedores de bens industriais (peças e componentes), fornecedores de ferramental (executam projeto e manufatura), fornecedores de processos industriais ou subcontratados (executam atividades de usinagem, estamparia, montagem, materiais compostos tratamento superficial), e fornecedores de serviços técnicos de engenharia. Os questionários foram adaptados para cobrir as especificidades de cada um dos referidos grupos. Por fim, para as empresas de capital estrangeiro com atividades no país, dada a resistência em fornecer informações oficiais, o questionário foi substituído por uma entrevista qualitativa. Em todos os casos, o apoio institucional da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB), do Centro para a Competitividade e Inovação do Cone Leste (Cecompi) e da Embraer, foi de particular importância.

As informações foram coletadas e analisadas, resultando na construção de indicadores econômicos, industriais, tecnológicos, de recursos humanos e de comércio exterior.

As recomendações de ações de programas e projetos para adensamento da cadeia aeronáutica basearam-se em informações coletadas e analisadas, de acordo com os procedimentos acima indicados. Essas recomendações levaram em conta a identificação de tecnologias críticas, do grau de competência internalizado no Brasil, e do estágio em que se encontra seu desenvolvimento.



- Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico (Capítulo 3)

Essa atividade teve como objetivo desenvolver uma análise prospectiva (*technological foresight*) da cadeia produtiva aeronáutica brasileira a fim de apontar os melhores caminhos para o adensamento produtivo, tecnológico e de criação de competências no setor.

A atividade foi composta de quatro diferentes enfoques de prospecção, que se complementam e fornecem um quadro amplo das perspectivas mercadológicas e tecnológicas para a indústria aeronáutica no mundo e no Brasil. São eles:

1. Síntese dos Estudos Prospectivos do Setor

Essa seção contém uma síntese de estudos prospectivos de mercado, realizados para o setor aeronáutico no mundo. Foram consultados estudos das principais empresas produtoras de aeronaves (Boeing, Airbus, Embraer), bem como relatórios disponíveis de consultorias especializadas. Esses relatórios apresentam previsões para o mercado aeronáutico mundial para os próximos 20 anos. O documento serviu de apoio ao exercício de Cenários Alternativos para a indústria (item 4 a seguir).

2. Síntese dos Estudos Prospectivos Tecnológicos com Priorização de Tecnologias e Estudo de Patentes: Tendências Tecnológicas para o Setor Aeronáutico

A identificação de tendências tecnológicas foi efetuada por duas metodologias distintas. A primeira fez uma síntese de estudos prospectivos de natureza tecnológica, que buscou identificar as principais trajetórias tecnológicas que deverão ser percorridas nos próximos 20 anos na indústria aeroespacial. As principais referências consultadas foram geradas por renomadas instituições no cenário aeronáutico mundial como: National Aeronautics and Space Administration (Nasa), National Research Council (NCR), Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (Acare), Federal Aviation Administration (FAA), US Department of Defense (DoD), American Institute for Aeronautics and Astronautics (AIAA) e (American Society of Mechanical Engineers (Asme), bem como as estratégias tecnológicas da Boeing e Airbus.



A segunda, denominada “análise de patentes”, foi efetuada com base em um vasto levantamento de informações extraídas do banco de patentes dos Estados Unidos da América (USPTO). A metodologia de monitoramento (*text and data mining*) de banco de patentes permite identificar as tecnologias com maior número de patentes e maior número de citações em sua base de dados. A seleção das tecnologias foi realizada com o auxílio de especialistas do Centro Técnico Aeroespacial (CTA), do Comando da Aeronáutica, e concentrou-se nos pedidos de patentes da área aeronáutica submetidos ao USPTO por 13 empresas, assim como patentes relacionadas a sete sistemas aeronáuticos. Por fim, foi realizada uma análise do perfil de patenteamento dessas 13 empresas selecionadas.

3. Estudo de Competências

O estudo de competências aeronáuticas no Brasil foi feito com base em um levantamento de informações realizado na Plataforma Lattes do CNPq, do Ministério da Ciência e Tecnologia. Esse levantamento possibilitou que fossem efetuadas análises sobre as instituições que possuem grupos de pesquisa relacionados ao setor aeronáutico, como o número de grupos de pesquisa e de pesquisadores por instituição e estado da federação, o número de grupos por Grandes Áreas e Área de Conhecimento, entre outros. Procurou-se identificar de que forma as competências acadêmicas existentes no país, segundo consta da base Lattes, se encaixavam com as tecnologias selecionadas pela análise de patentes.

4. Cenários Alternativos do Adensamento Produtivo e Tecnológico da CAB

O quarto estudo prospectivo foi a elaboração de cenários alternativos para a indústria aeronáutica brasileira e mundial. O exercício de cenários fornece ao tomador de decisão referências alternativas de futuro que “auxiliam a navegação” em ambientes complexos e incertos. Por meio do desdobramento de um conjunto de incertezas críticas pertinentes ao contexto em foco, a metodologia consiste em construir simulações plausíveis da evolução do mundo atual, mas que levem, cada uma, a diferentes situações. Os referenciais de futuro obtidos apóiam o processo decisório presente e melhoram a capacidade de resposta, caso eventos importantes ocorram.



Os cenários apresentados neste documento são resultantes de um exercício que envolveu o desdobramento de 45 incertezas críticas, relacionadas com as possibilidades de adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil. Os desdobramentos foram realizados em um dia de trabalho, em São José dos Campos, com a participação de aproximadamente 80 especialistas e representantes de importantes elos da atual cadeia produtiva no país. A metodologia fixou um horizonte futuro de dez anos e agrupou as 45 incertezas críticas em sete principais dimensões de análise, para as quais diferentes especialistas opinaram sobre suas possibilidades.

- Estudos Complementares (Capítulos 4 e 5)

Os resultados apresentados nas atividades de Avaliação de Impactos, Mapeamento da Cadeia e de Prospecção proporcionaram a compreensão do estágio atual de desenvolvimento de cadeia aeronáutica brasileira (CAB), suas inter-relações e possibilidades de adensamento produtivo e tecnológico.

Cientes de que a indústria aeronáutica é cada vez mais internacionalizada e de que as decisões de alocação de produção seguem a lógica das cadeias de valor, entendeu-se que seria proveitoso o levantamento de informações adicionais sobre a indústria aeronáutica em outros países. Assim, foram elaborados dois estudos complementares sobre a indústria aeronáutica nos principais países produtores e suas respectivas políticas de fomento.

1. Características Estruturais de Competitividade de Novas Arquiteturas Globais das Cadeias de Suprimento das Aeroestruturas na Indústria Aeronáutica: Uma Comparação Internacional (Capítulo 4)

Esse estudo descreveu as estruturas econômicas e os aspectos determinantes das estratégias competitivas e analisou os novos padrões de organização das cadeias de fornecimento da indústria de aeroestruturas no mundo. Optou-se pelo setor de estruturas aeronáuticas por dois principais aspectos. Primeiro porque essa atividade, que historicamente era internalizada pelas grandes construtoras, passa por um processo de terceirização e deslocamento, abrindo grandes



oportunidades para o adensamento. Segundo, pelo fato de o Brasil possuir as competências necessárias para se destacar nessa atividade, aproveitando a base existente no país. Esse estudo complementar examinou as principais características dessa atividade nos EUA, Europa, Canadá, Japão, China e Coréia do Sul.

2. Políticas de Apoio à Indústria Aeronáutica (Capítulo 5)

O estudo teve como objetivo analisar as políticas governamentais de apoio à indústria aeronáutica nos EUA, Europa, Japão, Canadá e China. Os diferentes instrumentos de apoio à indústria foram analisados, assim como os resultados obtidos pelos países selecionados em termos de adensamento produtivo e tecnológico das cadeias produtivas. A descrição das políticas de fomento encontradas nos referidos países explicitou a importância do setor aeronáutico para a indústria desses países e enriqueceu o debate sobre os objetivos e possibilidades para o Brasil.

4. Resultados

O trabalho que deu origem à presente publicação foi concebido para fornecer ao BNDES e a outras instâncias governamentais subsídios para a elaboração de políticas públicas de fomento à cadeia de produção da indústria aeronáutica brasileira. Dessa forma, teve como objeto a sistematização de oportunidades disponíveis no Brasil para aumento do índice de nacionalização na cadeia de produção aeronáutica brasileira, bem como a identificação de oportunidades de exportação para outras empresas do setor aeronáutico, com ênfase na capacitação industrial e tecnológica de fabricantes nacionais.

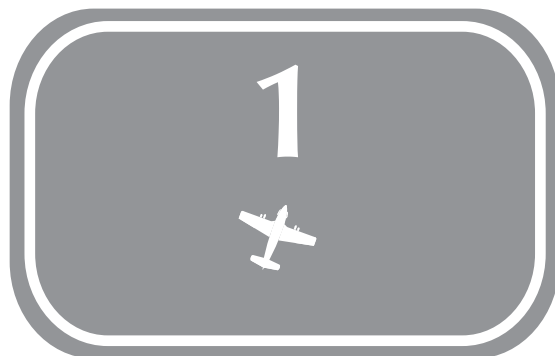
De forma geral, os objetivos originais propostos foram atingidos, e sob diversos aspectos, superados. A equipe técnica do BNDES acompanhou os pesquisadores da Unicamp durante todo o processo de construção do conhecimento, com reuniões periódicas e participando de diversas visitas à Embraer e a seus fornecedores, entre outros. Esse processo possibilitou à equipe técnica do BNDES ficar constantemente a par da evolução dos trabalhos, bem como contribuir com os seus conhecimentos setoriais em virtude do intenso relacionamento existente com a Embraer.



Por fim, alguns resultados deste estudo já foram utilizados pelo BNDES e, superando as expectativas iniciais, também estão sendo utilizados por outras esferas governamentais. Espera-se que esta publicação possibilite que esses resultados sejam aproveitados também por acadêmicos, industriais, poderes legislativo e judiciário, governos municipais e estaduais, além de outras instâncias do poder público federal.

*Guilherme Castanho Franco Montoro
Marcio Nobre Migon
Marco Aurélio Cabral Pinto
Jorge Cláudio Cavalcante de Oliveira Lima
Marcio Macedo da Costa*





Avaliação dos Impactos Econômicos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190

André Tosi Furtado – Coordenador
Edmilson Jesus Costa Filho

André Tosi Furtado – Doutor em Economia, professor titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Edmilson Jesus Costa Filho – Doutor e pesquisador do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Na Seção 1.1, contamos a trajetória da Embraer e desses dois programas. A Seção 1.2 descreve a metodologia e os resultados obtidos na avaliação dos impactos econômicos e tecnológicos dos programas ERJ 145 e Embraer 170/190, realizada no âmbito do estudo da Cadeia Aeronáutica Brasileira (CAB). A Seção 1.3 apresenta uma conclusão dos principais pontos dessa avaliação.

1.1 Os Programas ERJ 145 e Embraer 170/190

Os programas ERJ 145 e Embraer 170/190 representam uma inflexão na trajetória da Embraer, tanto em termos da capacitação tecnológica como da dimensão produtiva. Para entender melhor a transformação que vem ocorrendo na Embraer, recapitulemos essa evolução.

1.1.1 Antecedentes

As atividades da Embraer no desenvolvimento e na fabricação de aeronaves iniciaram-se na década de 1970, com o lançamento do Bandeirante, um turboélice inicialmente destinado ao mercado militar. Entretanto, esse avião obteve um sucesso surpreendente na aviação civil regional, no plano internacional, com mais de 500 aeronaves comercializadas.

Para adaptar o equipamento de configuração militar para o mercado civil, a Embraer precisou percorrer um processo de aprendizado que foi muito útil para sua posterior evolução na aviação comercial. A empresa teve que desenvolver uma estrutura de suporte pós-venda a fim de atender às necessidades de manutenção de suas aeronaves, que estavam distribuídas por vários países. Essa estrutura incluía atividades de redesenvolvimento de certas partes do aparelho e do próprio Bandeirante para adequação a novos nichos de mercado. Como a maior parcela da demanda por essa aeronave era externa, a Embraer também teve que dominar os procedimentos de exportação. Além disso, a empresa desenvolveu-se na área de certificação de aeronaves civis, principalmente de aviões menores, que possuíam exigências próprias. A submissão do Bandeirante e sua certificação pela FAA (Federal Avia-



tion Administration) constituíram um importante passo na trajetória de aprendizagem tecnológica da empresa.

A Embraer aproveitou o sucesso do Bandeirante para lançar um novo aparelho, o Xingu, um turboélice de sete assentos, para uso na aviação executiva. Graças ao desenvolvimento desse projeto, a empresa passou a dominar o sistema de pressurização da cabine, representando outro marco em seu processo de aprendizado tecnológico.

O Xingu, desenvolvido com recursos internos, foi uma iniciativa da Embraer que não contou inicialmente com o apoio do Ministério da Aeronáutica. Esse aparelho, de uso civil, obteve, no entanto, um sucesso de mercado muito limitado, com a venda de apenas 50 aparelhos para a França, na década de 1970.

A não ser pelo Bandeirante, o mercado militar continuou sendo primordial para a evolução tecnológica e organizacional da empresa. O Xavante, também desenvolvido durante os anos 1970, foi o primeiro jato de treinamento militar fabricado pela Embraer em associação com a italiana Aermacchi. Essa aeronave foi uma oportunidade para que a empresa começasse a ter contato com aviões a jato e a se relacionar com parceiros externos na fabricação de novos produtos.

O Tucano – turboélice também destinado à aviação de treinamento militar – foi o único caso de sucesso comercial para a empresa, no campo da aviação militar. O projeto do avião foi desenvolvido com recursos do Ministério da Aeronáutica.

O projeto do caça a jato subsônico AMX, desenvolvido nas décadas de 1980 e 1990, representou um salto do orçamento militar para a empresa. O programa tinha um forte conteúdo de capacitação tecnológica. A Embraer associou-se às italianas Aermacchi e Alenia Aeronautica para desenvolver esse equipamento. Nesse consórcio, a brasileira ficou responsável pelo desenvolvimento das asas e do trem de pouso. Em decorrência disso, criou uma filial, a EDE, encarregada de fabricar o trem de pouso, que, em seguida, se transformou em Eleb, com a participação da alemã Liebherr, uma empresa de bens de capital com forte presença na indústria aeronáutica. A Embraer acumulou importantes competências tecnológicas nesses sistemas.



Os investimentos realizados pela Força Aérea Brasileira (FAB) no desenvolvimento tecnológico foram substanciais e permitiram a alavancagem de atividades fundamentais de fabricação e engenharia na Embraer.³ O projeto do AMX foi também importante para a Embraer adquirir, com os italianos, os conhecimentos da tecnologia *fly by wire*, que foi, em seguida, incorporada no projeto do ERJ 145.

A trajetória tecnológica da Embraer na aviação civil sofreu uma importante inflexão com a chegada do Brasília, projeto que foi concluído durante a década de 1980.⁴ Essa aeronave representa outro marco na história da empresa, pois significa a consolidação da aposta no campo da aviação civil, depois do sucesso relativamente fácil que a empresa obtivera transpondo a tecnologia do Bandeirante da área militar para a civil. O Brasília implicou, ao mesmo tempo, a reunião de todas as competências acumuladas nos projetos anteriores com um salto no tamanho das aeronaves: o avião tinha 30 lugares, enquanto o Bandeirante, 18.

Com o Brasília, introduziram-se a pressurização e também inovações no desenho da asa e do bico do avião. A engenharia teve que se desenvolver muito mais para atender aos requerimentos de certificação. Essa área subdividiu-se em equipes de acordo com os grandes sistemas da aeronave. O processo de certificação do Brasília cumpriu o regulamento das aeronaves de grande porte, muito mais exigente e rigoroso. A Embraer comercializou 352 Brasília até 2001, quando a sua fabricação foi interrompida.

No final da década de 1980, a Embraer envolveu-se na iniciativa de cooperação tecnológica Brasil-Argentina. O projeto de avião era o CBA-123, um turboélice de 19 lugares, mas de tecnologia avançada. Atualmente, a empresa considera que o CBA foi uma aposta errada. O mercado de turboélices de aviação regional estava em declínio nessa época. No lugar, surgiria o segmento de aeronaves maiores e com motores de propulsão a jato. Nessa experiência, faltou um elemento decisivo para o futuro da Embraer: a sensibilidade de mer-

3 O programa AMX consumiu, apenas entre 1979 e 1987, US\$ 1,8 bilhão [Bernardes (2000, p. 226)].

4 O projeto do Brasília, interrompido em 1973, foi retomado em 1981 e concluído em 1985 [Bernardes (2000, p 191)].



cado. A empresa considera que o CBA foi um aprendizado invertido porque possibilitou que ela percebesse claramente a necessidade de sempre estudar o mercado antes de lançar qualquer inovação. No entanto, o projeto do CBA foi importante para que a empresa incorporasse algumas inovações técnico-organizacionais, tais como o Full Authority Digital Engineering Control (Fadec) – tecnologia informática que permite controlar os diferentes aspectos de um motor aeronáutico, como válvulas e compressores.

A Embraer também avançou muito no uso de tecnologia digital em aviônicos. Os conhecimentos adquiridos em tecnologia da informação durante as atividades de desenvolvimento e produção foram substanciais. “Foi o primeiro avião da Embraer inteiramente desenhado por computadores empregando intensivamente os sistemas CAD e CAM” [Bernardes (2000, p.194)]. Esse aprendizado seria utilizado posteriormente na fabricação de outras aeronaves. Pelo fato de não ter sido empreendido um estudo de mercado apropriado, o CBA acabou se tornando uma aeronave inadequada ao seu nicho de mercado, visto ser muito cara e sofisticada. Em conseqüência, tornou-se o maior fiasco comercial da empresa. Embora a Embraer tenha imobilizado US\$ 220 milhões, nenhuma aeronave chegou a ser vendida [Bernardes (2000, p. 228)].

O fracasso do CBA e o esgotamento do mercado do Brasília, no início da década de 1990, deixaram a Embraer numa posição econômica muito frágil. A empresa começou a enfrentar pesados déficits em seus balanços e teve que passar por profundos ajustes que envolveram, entre outras medidas, a redução do quadro funcional: entre 1989 e 1994, foram eliminados cerca de sete mil postos de trabalho [Bernardes (2000)]. O número de empregados caiu de 12.607, em 1989, para 6.087, em 1994, e para 3.849, em 1996. Ao final do ciclo de enxugamento de pessoal, só restaram 30,5% dos empregados.

1.1.2 O Programa ERJ 145

O programa ERJ 145 constitui um *turnant* depois do fracasso comercial do CBA. A empresa captou as mudanças que estavam ocorrendo no mercado de aviação regional, as quais revelavam uma clara



tendência para o aumento de tamanho das aeronaves e para o emprego da propulsão a jato. A tendência mais geral seria a convergência das características das aeronaves desse mercado e dos aviões de grande porte que operavam as rotas comerciais de maior fluxo.

O sucesso desse programa foi a principal causa de a Embraer permanecer como um dos dois fabricantes mundiais de aviões a jato regionais. No começo da década de 1990, houve uma progressiva passagem do mercado de aeronaves regionais de turboélices para jatos regionais, gerando um profundo processo de concentração no mercado, que teve início durante a década de 1960, mas que se intensificou muito nos anos 1990, conforme revela a Tabela 1.1.

TABELA 1.1

Evolução dos Construtores de Aeronaves para o Mercado Regional

1985-87	1988-92	1993-95	1996-97	2000	2003
De Havilland	Bombardier	Bombardier	Bombardier	Bombardier	Bombardier
Embraer	Embraer	Embraer	Embraer	Embraer	Embraer
ATR	ATR	AI (R)	AI (R)	ATR	ATR
Saab	Saab	Daimler-Benz	Fairchild Dornier	Fairchild Dornier	
Fokker	Fokker	Saab	Saab	BAE Systems	
Casa/IPTN	Casa/IPTN	Casa/IPTN			
British Aerospace	British Aerospace				
	Dornier				

Fonte: Merrill Lynch (2004).

O programa ERJ 145 começou a ser desenvolvido no início da década de 1990, quando a Embraer enfrentava grandes dificuldades financeiras. Desse modo, o princípio norteador do projeto foi a economia de custos, o que a empresa denomina *back to basic*, ou retorno à simplicidade. Eles trataram de aproveitar ao máximo o conhecimento existente internamente para desenvolver a nova



aeronave. Conseqüentemente, os engenheiros apoiaram-se bastante no desenho do Brasília.

A privatização da empresa, em 1994, está por trás das mudanças que foram introduzidas no estilo de gestão a partir do programa ERJ 145. Passou-se de uma filosofia *engineering-driven*, do período estatal, para uma estratégia fundamentalmente dirigida ao mercado *market-driven*, com a privatização. Segundo Bernardes (2000, p.261), a nova administração fundamentou sua estratégia nos seguintes princípios:

- Formalização de um compromisso com uma administração de resultados mediante uma estratégia de reengenharia financeira, patrimonial, organizacional e produtiva.
- Reconstrução das relações com os clientes e fornecedores mediante uma política de busca incessante e focalização dos esforços da empresa para satisfação ao cliente.
- Plano de ação com a identificação da missão da empresa, nova estratégia de mercado e um plano de reestruturação organizacional e produtiva.
- Prioridade para a viabilização do programa ERJ 145.

Essa mudança no estilo gerencial responde por importantes ganhos ocorridos com o programa ERJ 145.

O ERJ 145 é um avião de propulsão a jato, com 50 lugares, que utiliza a fuselagem alongada do Brasília e o mesmo desenho da cabine e do bico. Possui 30% de comunalidade em partes e componentes com o Brasília. A questão da motorização foi decisiva: inicialmente pensou-se em colocar os motores sob as asas, mas havia um problema de distância do solo. Por essa razão, as turbinas foram deslocadas para a fuselagem traseira da aeronave. O projeto – iniciado em 1989, mas somente concluído em 1996 – foi demorado por causa das interrupções decorrentes da crise financeira que a empresa atravessou com o fracasso do CBA. Por essa razão, foram grandes as dificuldades para tirá-lo do papel e alcançar a escala industrial, o que levou a Embraer a se associar com fornecedores estrangeiros.



A associação com as empresas estrangeiras não permitiu apenas que a Embraer viabilizasse financeiramente o programa. Os parceiros de risco financiaram mais de US\$ 100 milhões dos US\$ 300 milhões necessários à etapa de desenvolvimento do programa [Bernardes (2000, p. 323)]. Tal parceria implicou relevante aprendizado relacional e organizacional para a empresa. Dos parceiros, o mais engajado no programa foi a Gamesa, empresa espanhola do segmento de aerogeradores que se tornou fabricante de asas em função da parceria.

A Embraer repassou para a Gamesa estudos preliminares e uma concepção adiantada da asa do ERJ 145. No entanto, a empresa espanhola mudou e melhorou a concepção da asa, integrando-a à carenagem, o que representou uma substancial economia de custos. Deve-se ressaltar que a capacidade de engenharia da Gamesa foi reforçada com a saída e posterior transferência de funcionários do setor de fabricação de asas da Embraer. A interação com a Gamesa foi também proveitosa para a empresa brasileira, que aprendeu a relacionar-se contratualmente e a descrever melhor as especificações de produto.

Os demais parceiros não se envolveram tanto no desenvolvimento do programa. Mesmo assim, houve um significativo processo de aprendizado interativo. A parceira com a C&D Interiors, que ficou encarregada de fabricar os interiores das aeronaves, foi muito importante para que a Embraer aprendesse a diversificar seus produtos finais e a conquistar novos mercados. A C&D Interiors encurtou bastante o período de entrega dos seus sistemas, de oito a dez meses para dois a três meses. Com isso, possibilitou a redução do ciclo de fabricação do produto e o aumento da cadência produtiva da Embraer.

A belga Sonaca, responsável por fabricar partes da fuselagem, também realizou uma parte do desenvolvimento de produto, ainda que mais simples. A Embraer adquiriu importantes conhecimentos nessa interação com a Sonaca, pelo rigor da empresa belga no planejamento de sua produção, impondo à Embraer a elaboração de um projeto também mais rigoroso de seus próprios produtos.



Os ganhos de aprendizado, por meio do relacionamento com parceiros externos nas etapas de desenvolvimento e fabricação do produto, refletiram-se no sucesso do ERJ 145. Os conceitos de gestão em programa, de limites de prazo rígidos, de cálculo de custos e de estudo de mercado, foram incorporados às rotinas de gestão da Embraer.

Na área de engenharia da Embraer, o programa ERJ 145 foi decisivo para introduzir a importância da identificação do mercado para a concepção de um produto e para a integração de sistemas. Com esse programa, inseriu-se o conceito de engenharia simultânea, integrando-se as equipes de produção com as de engenharia em torno dos sistemas. Esse novo conceito de gestão de projetos denomina-se Equipe Integrada de Engenharia (EIP). Também adotou-se o conceito de Design-Built Team (DBT).

O programa ERJ 145 apoiou-se em modernos conceitos de engenharia com o claro propósito de cortar os custos de fabricação. A estratégia comercial desenvolvida pela Embraer para o lançamento da aeronave foi ocupar um nicho já dominado pela Bombardier, oferecendo um produto mais barato. A contribuição dos parceiros externos foi também decisiva para reduzir custos na medida em que houve aumento da divisão do trabalho e da especialização produtiva entre os parceiros do programa.

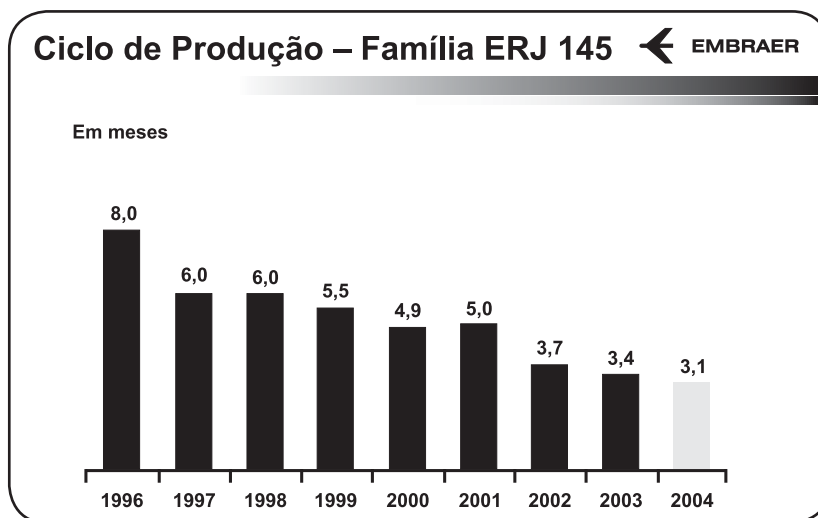
A estratégia de redução de custos passou em grande medida por mudanças organizacionais associadas, em alguns casos, a inovações tecnológicas incrementais. As mudanças organizacionais internas mais significativas estão associadas ao aumento da cadência produtiva do ERJ 145, que passou de um patamar inicialmente projetado de quatro para 20 aeronaves por mês, em um período de aproximadamente três anos. Algumas etapas da fabricação passaram a ser subcontratadas e as etapas que foram mantidas na empresa aumentaram muito o nível de produção. Contribuíram inovações de processo incrementais, que, por exemplo, possibilitaram que fossem pintadas simultaneamente quatro aeronaves sem as asas, no lugar de duas com as asas. Para que a cadência produtiva aumentasse, além das inovações incrementais e das mudanças organizacionais, foram intensificados os elos com os fornecedores.



Esse aumento da cadência produtiva, por meio do já mencionado conjunto de mudanças tecnológicas, organizacionais e relacionais empreendidas, possibilitou a expansão do mercado, a diversificação dos nichos de atuação, a diminuição do ciclo de fabricação, reduzindo custos financeiros, o número de horas gastas na fabricação e, também, a redução dos custos de materiais das aeronaves. O programa ERJ 145 revolucionou as estruturas organizacionais da Embraer e a projetou como grande fabricante de aeronaves. O resultado dessa transformação pode ser captado pela redução do tempo de produção de uma aeronave, que caiu de 8 para 3,1 meses, entre 1996 e 2004 (ver Figura 1.1).

FIGURA 1.1

Tempo de Fabricação das Aeronaves da Família ERJ 145



Fonte: Embraer (2005).

As mudanças organizacionais empreendidas pela Embraer, que se refletiram em um maior entrosamento com os parceiros de risco, e a sensibilidade ao mercado também favoreceram a habilidade do programa em diversificar a demanda. Rapidamente, embora não tivesse sido planejado inicialmente, a Embraer logrou variar



os produtos dessa família de aeronaves. Foram introduzidas as aeronaves ERJ 135 e ERJ 140, de 37 e 44 lugares, respectivamente. O ERJ 135 foi lançado cerca de três anos depois do ERJ 145, em 1999, e possui 96% de comunalidade com o seu predecessor. Até o final de 2005, haviam sido entregues 108 dessas aeronaves. O ERJ 140 é uma aeronave mais recente, que possui também 96% de comunalidade com os seus antecessores. Sua fabricação teve início em 2001 e seu desenvolvimento foi uma consequência direta das demandas dos clientes. O número de aeronaves vendidas até o final de 2005 era de 74.

Faz parte desse processo de diversificação de produto e de exploração de novos nichos de mercado a criação da versão de aeronaves Legacy para o mercado executivo. Essa aeronave e a versão executiva do ERJ 135 venderam 54 unidades até o final de 2005, sendo uma das causas do sucesso da estratégia de diversificação de produtos a partir do programa ERJ 145.

A aplicação do ERJ 145 para o mercado de defesa representa uma outra faceta dessa estratégia de diversificação da Embraer. Em função das encomendas do projeto Sivam (Serviço de Vigilância da Amazônia), a Embraer desenvolveu três categorias de aeronaves de controle aéreo: o Embraer 145 AEW&C, uma aeronave de Alerta Aéreo Antecipado e Controle, dotada de radar; o Embraer 145 RS/AGS, dotado de sensores óticos de alta resolução; e o P-99, equipamento de nova geração para missões que vão de patrulhamento marítimo até complexas e exigentes missões anti-superfície/submarino. Em função do projeto Sivam e de outras encomendas externas, a Embraer comercializou 18 aeronaves derivadas do ERJ 145, incluindo-se a versão Legacy para o segmento militar. No entanto, a Embraer sofreu um importante revés com o abandono das encomendas da plataforma do ERJ 145 feitas pelo Exército americano, no quadro do programa ACS, anunciado no início de 2006.

A associação com fornecedores estrangeiros e as mudanças organizacionais na Embraer ajudam a entender o salto propiciado pelo programa ERJ 145. O volume de aeronaves dessa família foi o maior da história da Embraer, além do valor unitário ser muito superior às



versões anteriores de turboélice. Até 2005, já haviam sido entregues 844 unidades dessa família só para a aviação comercial, um recorde sem precedentes para a empresa. Contando os demais mercados (executiva e defesa), totalizam-se 918 aeronaves. Além disso, no final de 2005, só para a área comercial, havia mais 45 pedidos firmes da família ERJ 145. Pode-se, portanto, estimar uma produção total de quase 1.000 unidades.

O salto dado pela Embraer com a família do ERJ 145 é perceptível no seu desempenho econômico. A empresa passou de um faturamento de US\$ 390 milhões, em 1996, para US\$ 2.927 milhões, em 2001. No quadro de funcionários, a transformação também foi significativa. O número de empregados subiu de 3.849, em 1996, para 12.941, em 2003.

1.1.3 O Programa Embraer 170/190

Em função do formidável sucesso alcançado com a família do ERJ 145, a Embraer decidiu apostar pesadamente no segmento da aviação comercial. A evolução tecnológica na indústria aeronáutica e a concorrência eram cada vez mais intensas. Isso valia também para o segmento da aviação regional, onde várias empresas estavam falindo. Repousar sobre os lauréis do sucesso do ERJ 145 significaria, a médio prazo, a obsolescência dos produtos da Embraer. Dessa vez, a empresa buscou identificar prospectivamente o nicho de mercado e as oportunidades tecnológicas que se descortinavam à época. A Bombardier, sua principal concorrente, já havia ocupado o nicho das aeronaves regionais de 70 lugares com o CRJ 700, lançado em 1999, que alongava o CRJ 100 e o CRJ 200, modelos desenhados para 50 assentos. Em consequência, existia, tal como identificou a Embraer, um segmento potencial de aeronaves para a aviação regional de 90 a 110 lugares que ainda não estava preenchido pela oferta. A partir desse último porte, já existiam versões menores de aeronaves da Boeing e da Airbus, que, além do Fokker 100, monopolizam o segmento das grandes aeronaves. Esse nicho poderia representar um importante segmento de expansão para a aviação regional, que se aproximaria cada vez mais da aviação comercial de grande porte, na qual disputam a liderança essas duas grandes montadoras.



Percebendo as limitações da aeronave da Bombardier para ser alongada além de 80 lugares,⁵ a Embraer decidiu investir nesse nicho de mercado com o projeto Embraer 170/190. Tratava-se de um conceito novo, uma família de aeronaves (70 a 118 assentos) com alto grau de comunalidade.

Os três princípios básicos que nortearam o desenvolvimento da nova aeronave foram: o conforto do passageiro; custos operacionais baixos; e o aprofundamento da estratégia de parcerias de risco. No que tange ao primeiro, era importante que a Embraer lançasse um avião que se diferenciasse o mínimo possível dos grandes jatos produzidos pela Boeing e Airbus, que costumavam ser muito mais confortáveis do que aqueles usados em vôos regionais. A família CRJ da Bombardier, embora mais cara, possuía mais espaço interior do que o ERJ 145. Com a família do Embraer 170/190, a Embraer projetou aeronaves com fuselagem de maior porte, capazes de oferecer conforto a seus passageiros.

Quanto ao segundo princípio, a Embraer desenvolveu uma aeronave com custos operacionais mais baixos, cuja manutenção é mais simples, menos freqüente e os sistemas são mais acessíveis; existem entradas de passageiros dianteira e traseira que reduzem o tempo de permanência em solo.

O terceiro princípio talvez consista numa das mais importantes inovações do programa. Trata-se da ampliação do número de sistemas e partes da aeronave sob responsabilidade dos parceiros de risco. Participaram do programa 16 parceiros de risco, alguns deles desde as etapas iniciais de desenvolvimento. De um custo total de US\$ 950 milhões, os parceiros adiantaram um terço dos recursos, algo estimado em US\$ 300 milhões.⁶ Uma parte desses recursos foi aplicada em São José dos Campos junto com os técnicos da Embraer. Os principais parceiros de risco estão listados a seguir:

- General Electric, que produz as turbinas CF34-8E/10E e projetou, desenvolveu e produz as nacelas do motor;

⁵ A família do CRJ possui uma versão de 86 lugares, o CRJ 900.

⁶ Havia sido investidos, pelos parceiros de risco, US\$ 245,1 milhões no desenvolvimento da família Embraer 170/190 até 31 de dezembro de 2004 [Embraer (2005)].



- Honeywell, que fabrica os aviônicos;
- Liebherr, responsável pelo projeto, desenvolvimento e pela fabricação dos trens de pouso;
- Kawasaki, que desenvolveu e manufaturava a ponta da asa, *engine pylon, fixed landing and trailing edge assemblies, flaps, spoilers* e *wing's flight control surface*;
- Hamilton Sundstrand, que desenvolveu e produz a cauda da aeronave, a unidade geradora auxiliar, o sistema elétrico e o sistema de ar;
- Sonaca, responsável pelos *wings slats*;
- Gamesa, responsável pela fuselagem traseira e a empenagem vertical e horizontal;
- Latécoère, que produz duas das três seções de fuselagem;
- C&D Interiors, que projetou, desenvolveu e fabrica o interior da aeronave;
- Grimes Aerospace Company, que desenvolveu e fabrica a iluminação exterior e do *cockpit*.

As mudanças organizacionais no projeto do Embraer 170/190 começaram com o co-desenvolvimento. Para isso, a Embraer absorveu pesadamente as tecnologias de informação na etapa de engenharia. O Centro de Realidade Virtual foi instalado em 2000, permitindo o *mock up* eletrônico, muito menos custoso e redutor de tempo de projeto que a modalidade em maquete. Os fornecedores participaram ativamente das simulações de sistemas e partes da aeronave. O desenvolvimento integrado de produto, já presente no ERJ 145, foi adotado de maneira muito mais sistemática e precoce no projeto do Embraer 170/190. As equipes multidisciplinares e formadas por vários parceiros participaram da *joint definition phase*. As simulações ajudaram a integrar e a refazer partes críticas do projeto. Isso permitiu, sem dúvida, encurtar em muito o tempo de projeto. Estima-se uma redução do tempo de projeto de cerca de um ano e



meio. O projeto, do conceito inicial à certificação, levou de 4 a 5 anos e meio no lugar de 6 anos.

O desafio que o programa do Embraer 170/190 representou para a Embraer foi considerável tanto em termos financeiros quanto tecnológicos e produtivos. Esse programa era muito mais inovador em termos tecnológicos do que o ERJ 145. O grau de comunalidade da nova aeronave com as anteriores era bem inferior, e seu porte era muito maior. Diferentemente de seu predecessor, o programa do Embraer 170/190 foi pensado desde o início para ser uma família de aeronaves que compreende o Embraer 170 (70 a 78 lugares), o Embraer 175 (78 a 86 lugares), o Embraer 190 (98 a 106 lugares) e o Embraer 195 (108 a 118 lugares). Essa família de aeronaves, com tão amplo espectro de atuação, possui 89% de grau de comunalidade, o que barateou o seu custo de desenvolvimento. Também deverá baratear o custo de treinamento de pilotos.

Em decorrência da magnitude do projeto, os recursos mobilizados pela Embraer foram consideráveis. Os gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) foram muito maiores do que em períodos anteriores. Tais gastos, quando relacionados à receita líquida, saltaram de 1%, em 1999, para 8,1%, em 2003 (Tabela 1.2). Nesse novo patamar, os esforços de P&D da Embraer emparelharam-se com os de grandes fabricantes de aeronaves. O número de profissionais a integrar as equipes de engenharia passou de 500 para 2.700. Segundo o relatório da empresa, 23,6% dos empregados estavam trabalhando em P&D no final de 2003. Dessa forma, o projeto do Embraer 170/190 teve um impacto considerável na ampliação das equipes de engenharia da Embraer. O esforço relativo em P&D reduziu-se significativamente a partir de 2004, refletindo o encerramento de parte importante das atividades de desenvolvimento do programa Embraer 170/190. Entretanto, a partir de 2005, a Embraer iniciou um novo programa de jato executivo (Phenon 100 e 300), que é, em parte, responsável pela retomada dos gastos em P&D. Os demais gastos decorrem da certificação dos modelos Embraer 175, 190 e 195.

No plano dos investimentos em capital fixo, os recursos mobilizados também foram expressivos. A empresa construiu um novo hangar para montar a nova família de aeronaves. Uma nova planta foi feita em



Gavião Peixoto para realizar testes em aeronaves com uma pista de 5 km de extensão. Com isso, a maior parte dos ensaios de vôo passou a ser feita no Brasil.

TABELA 1.2

Indicadores da Embraer

(US\$ mil correntes)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Receita Líquida (RL)	1.819.800	2.663.800	2.927.000	2.526.800	2.143.460	3.440.533	3.829.900
Lucro Bruto (LB)	588.602	882.844	1.157.761	994.080	808.428	1.173.203	1.158.100
Pessoal (n)	8.302	10.334	11.048	12.227	12.941	14.658	n.d.
P&D	18.808	69.593	99.566	158.500	173.216	44.506	93.200
Investimento	47.975	107.107	143.800	111.000	64.700	50.100	58.100
LB/RL (%)	32,34	33,14	39,55	39,34	37,72	34,10	30,23
P&D/RL (%)	1,03	2,61	3,40	6,27	8,08	1,29	2,43

Fonte: Relatório de Atividades da Embraer (vários anos).

A realização de parcerias desde a etapa de desenvolvimento teve um importante impacto no valor adicionado da Embraer. O comprometimento do programa do Embraer 170/190 com um maior número de parceiros de risco resultou claramente em um grau mais alto de externalização das atividades de fabricação para fornecedores estrangeiros, o que se reflete numa paulatina redução da participação do Lucro Bruto da empresa nas Vendas Líquidas durante o período recente. Esse indicador pode ser usado como uma aproximação do valor agregado porque inclui, além da remuneração do capital, despesas operacionais, como vendas e P&D, e despesas administrativas.

A aposta realizada pela Embraer em uma aeronave de 70 a 118 lugares foi muito acertada do ponto de vista da escolha de um novo mercado. Em 1999, quando a Embraer decidiu ingressar nesse segmento, ele ainda era muito pouco coberto por outros fabricantes. A Bombardier, como visto anteriormente, tinha o CRJ 700 para 70 a 78 lugares e lançou, posteriormente, uma versão para 88 lugares,



o CRJ 900. A primeira aeronave (CRJ 700), lançada no mercado em 1999, teve um sucesso expressivo, com a comercialização de mais de 253 unidades até janeiro de 2006. A situação do CRJ 900, que compete mais diretamente com o Embraer 190, é bastante diferente. Essa aeronave, lançada em 2001, vendeu apenas 39 unidades até janeiro de 2006. A Boeing abandonou, em 2006, a fabricação do Boeing 717, que era uma aeronave de 100 lugares. A fabricante americana chegou a comercializar 137 dessas aeronaves até 2005. A fabricante americano-alemã Fairchild Dornier concluiu o desenvolvimento, em 2002, do protótipo de uma aeronave para 70 lugares, o 728 JET, com capacidade de ser esticada para até 110 lugares. Entretanto, a empresa entrou em falência nesse mesmo ano, interrompendo um projeto que possuía grande potencial de competir com o da Embraer.

A competição no mercado de jatos regionais de 70 a 100 lugares ocorreu na primeira metade da atual década, entre a Bombardier, que já ocupava esse mercado com os CRJ 700 e 900, e a Embraer, que entrou mais recentemente com a família Embraer 170 e 190. Os números registrados no final de 2005 e início de 2006, principalmente os relativos às encomendas firmes, indicam que a família da Embraer está na dianteira por ser mais moderna e competitiva. Esse avanço é ainda mais nítido nas aeronaves de 90 lugares (Tabela 1.3).

TABELA 1.3

Entregas e Pedidos das Famílias Embraer 170/190 e CRJ 700/900

Família	Entregas em 2005	Pedidos Firmes no Final de 2005*
Embraer 170	46	106
Embraer 175	14	8
Embraer 190	12	179
Embraer 195		29
Total Embraer	72	322
CRJ 700	50	51
CRJ 705	15	–
CRJ 900	12	23
Total Bombardier	77	74

Fonte: Embraer e Bombardier (relatórios anuais e trimestrais).

*Os dados de pedidos firmes da Bombardier são relativos a 31 de janeiro de 2006.



A Bombardier tem sido levada a rever sua estratégia em função da competitividade das aeronaves da Embraer no nicho dos grandes jatos regionais. A empresa decidiu, em 2004, lançar um projeto de jato regional, o C Series, que ocuparia o segmento de 110 a 130 lugares. Com custo previsto de aproximadamente US\$ 2 bilhões, esse projeto acabou sendo adiado indefinidamente em janeiro de 2006. Pesou na decisão da empresa a falta de perspectivas comerciais, realçada pela dificuldade de obter um ou mais *launch customers*.

A Embraer, atualmente, tem grandes chances de se consolidar como a grande fornecedora desse segmento de aeronaves, principalmente dos jatos de 90 a 110 lugares. Essa consolidação não significa necessariamente que a situação financeira da empresa brasileira deverá ser confortável, dado o refluxo de encomendas de aeronaves após o atentado terrorista de 11 de setembro de 2001. As perspectivas da Embraer eram de que 2.550 aeronaves fossem comercializadas no segmento de 60 a 120 lugares, entre 2005 e 2014 [Embraer (2005)]. Entretanto, as previsões ainda não se manifestam nas encomendas, mesmo se adicionarmos as encomendas firmes e as opções das duas empresas atuantes nesse segmento de mercado, que totalizam 1.080 aeronaves.

Existe a perspectiva, também, da chegada de novos entrantes que estão interessados em apostar nesse mercado. Um consórcio denominado Asac, composto de dois institutos de pesquisa, o Shanghai Aircraft Research Institute e o The Xian Aircraft Design and Research Institute, e por quatro grupos industriais chineses, está desenvolvendo, desde 2002, o projeto do ARJ21, um jato regional de 70 a 80 lugares, que pode ser esticado até 90 a 100 lugares.

Além dos chineses, a empresa russa Sukhoi está desenvolvendo um jato para o mesmo segmento de mercado. De fato, a Sukhoi Civil Aircraft Company (AVPK Sukhoi) anunciou em 2001 o programa RRJ (Russian Regional Jet), cuja finalidade é desenvolver um jato regional. O projeto russo tem também um formato associativo, como o chinês e o brasileiro. A Sukhoi ficou encarregada do projeto e da fabricação das aeronaves, mas a Russian Aviation and Space Agency (Rosaviakosmos) e a Boeing associaram-se para o desenvolvimento e a comercialização do RRJ. Também participa a Ilyushin, que ficou



responsável pela certificação da aeronave. A Boeing responsabilizou-se pelas atividades de comercialização (incluindo vendas e *leasing*) e serviços pós-venda (incluindo apoio operacional logístico, manutenção e partes). O RRJ deverá ser produzido nas versões 60, 75 and 95, que correspondem a 63, 78 e 98 passageiros. Participam também do desenvolvimento da aeronave, a Snecma (turbinas), Thales (aviônicos), a Liebherr Aerospace (sistema de controle de vôo e sistemas de controle de ar e de climatização da aeronave) e British Aerospace (cabine).

1.2 Avaliação de Impactos dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190

A avaliação de impactos econômicos dos programas ERJ 145 e Embraer 170/190 apoiou-se na metodologia de impactos econômicos desenvolvida pelo Beta [Bach et al. (1992)]. Essa metodologia precisou ser adaptada ao contexto dos programas da Embraer, no qual foram enfrentados, sobretudo, limites no acesso a dados. Nesta seção, fazemos uma breve exposição da metodologia do Beta para, em seguida, apresentar os resultados do estudo de avaliação.

1.2.1 Metodologia de Avaliação

A avaliação de impactos econômicos de grandes projetos tecnológicos pode seguir várias vertentes. A análise custo-benefício é a mais conhecida. Esse método incorre num excessivo reducionismo ao trazer todas as dimensões de impactos a apenas uma, a econômica. Também é de difícil aplicação porque requer um grande número de informações. Outro método é o estudo de encadeamentos produtivos, que se apóia no uso da matriz insumo-produto, e de renda. Esse estudo não é o mais adequado para mensurar os impactos de P&D por tratar essa atividade apenas como um gasto. Não se leva em consideração o papel transformador que ela possui sobre as rotinas produtivas e a produtividade da empresa.

Nesse sentido, a avaliação dos impactos econômicos advindos de um grande programa de desenvolvimento de um produto tecnológico,



como um avião, extrapola os limites das vendas oriundas de sua comercialização. O projeto possui um grande potencial de geração de aprendizagem que se constitui em capacitações as quais podem redundar em vários ganhos para a empresa e para a indústria em geral.

A metodologia mais indicada para captar o conjunto de desdobramentos que podem resultar da execução de projetos/programas de P&D é a proposta pelo Beta, da Universidade de Estrasburgo [Bach et al. (1992)]. Como explicado anteriormente, essa metodologia, cujo enfoque é microeconômico, baseia-se na mensuração dos impactos diretos e indiretos de uma amostra de projetos de um determinado programa tecnológico. Os impactos indiretos são as aplicações não previstas pelo projeto decorrentes do processo de aprendizagem resultante da participação da organização no programa. Esses impactos serão comparados, em valores constantes, com o custo do projeto. O indicador não busca fazer uma análise custo-benefício, senão medir os efeitos de P&D sobre o nível de atividade econômica. O nível de abrangência é um aspecto importante da metodologia. A princípio, os impactos devem ser medidos apenas entre os participantes do projeto, mas é possível, numa etapa posterior, considerar os efeitos resultantes dos encadeamentos internos.

A aplicação da metodologia do Beta ao caso do desenvolvimento das aeronaves ERJ 145 e ERJ 170 exigiu um grande esforço de adaptação. O estudo de avaliação econômica considerou o programa de desenvolvimento de uma aeronave como sendo um grande programa tecnológico, principalmente em escala nacional, em virtude do volume de recursos envolvidos, tanto financeiros como humanos, e do número significativo de participantes além da própria Embraer. Essa dimensão torna factível a aplicação dessa metodologia, que leva em conta uma tipologia variada de impactos econômicos decorrentes da realização de programas tecnológicos.

Impactos Diretos

São aqueles impactos previstos nos objetivos iniciais do projeto/programa. Decorrem da aplicação, em escala comercial, do novo conhecimento gerado pelo projeto/programa e que estava incluído de



forma explícita em suas metas iniciais. Por exemplo, se o objetivo do projeto era desenvolver um determinado equipamento, o impacto seria o aumento do valor agregado obtido a partir da comercialização desse produto. Se, por outro lado, o objetivo era desenvolver um novo processo, os impactos consistem na redução de custo obtida com a introdução desse novo processo.

Impactos Indiretos

Os impactos indiretos são definidos de uma forma bem mais ampla, englobando quaisquer resultados não previstos nos objetivos explícitos do projeto/programa. Esses impactos podem estar relacionados à mesma atividade que gerou o projeto, desde que escapem ao seu escopo inicial. Dessa forma, o conceito de *spin-off* que foi adotado não se refere apenas à aplicação em uma atividade tecnologicamente ou setorialmente diferente de novos conhecimentos gerados pelo projeto/programa, mas resulta de desdobramentos inicialmente não previstos nos objetivos. A seguir, descrevem-se alguns impactos que merecem uma atenção especial.

Impactos Tecnológicos

Dizem respeito à transferência de tecnologia resultante das atividades do projeto/programa para outras atividades. Pode consistir em qualquer tipo de transferência dos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto para uma aplicação que não constava nos objetivos iniciais do projeto. Essa transferência pode ocorrer entre atividades muito similares tecnologicamente. A transferência tecnológica ocorre das seguintes formas:

- novos produtos;
- novos processos;
- serviços tecnológicos;
- patentes, quando se trata de invenções sem aplicação comercial.



Impactos Comerciais

Consistem no aumento da atividade econômica ocasionado pelo estabelecimento de novas relações com os parceiros comerciais, que não incorpora propriamente um aporte significativo de novo conhecimento tecnológico proveniente do projeto/programa. São os seguintes:

- Impactos de rede, provenientes das relações entre participantes de um mesmo consórcio, que conduzem ao estabelecimento de laços de colaboração depois do projeto concluído.
- Impactos de reputação, que ocorrem quando os participantes obtêm, por meio das atividades do projeto, maior reconhecimento e visibilidade, que se traduzem no aumento das vendas. Um caso possível é a conquista de um certificado de qualidade, que favorece a imagem externa da empresa.
- Impactos competitivos decorrentes de novas parcerias e oportunidades de mercado obtidas durante o processo de aprendizagem proporcionado pelo projeto. Muitas vezes, a execução do projeto permite que a empresa aprenda como funcionam determinados mercados e tenha mais acesso aos concorrentes, conseguindo, assim, melhorar as condições competitivas nesses mercados, os quais costumam ser monopolizados por certos fornecedores.

Impactos Organizacionais e Metodológicos

A introdução do projeto deixa suas marcas na cultura e na estrutura organizacional dos participantes. A maneira como são conduzidas as atividades rotineiras que resultam em inovações e melhoramentos vê-se alterada de forma importante. Os impactos que podem ser abordados são:

- Habilidade em gestão de projetos; a partir da sua implantação, a entidade envolvida adquire maior capacidade para gerenciar novos projetos de pesquisa.



- Impactos organizacionais, isto é, quando o projeto implica uma mudança da estrutura organizacional. Por exemplo, quando o projeto conduz à criação de um departamento de P&D ou de Qualidade.
- Impactos metodológicos, quando novos métodos organizacionais implementados no projeto são transferidos para outras atividades.

Impactos em Recursos Humanos

A execução das diversas tarefas do projeto implica a contratação de recursos humanos e a realização de um esforço de treinamento específico pela entidade envolvida. Com isso, os quadros funcionais ganham significativa experiência resultante do processo de aprendizagem durante o projeto. Esses impactos resultam em maior competência e capacitação tecnológica, aumentando o volume de ativos intangíveis da empresa ou entidade.

Quantificação dos Impactos

Os impactos econômicos de um grande programa tecnológico devem ser mensurados em todas aquelas organizações (empresas, institutos e laboratórios de pesquisa e universidades) que participam ativamente do seu desenvolvimento. A maior parte dos impactos econômicos diretos e indiretos pode ser quantificada em termos de aumento do valor agregado gerado ou de redução de custos. Quando se torna muito difícil quantificar os impactos nesses termos, usa-se o custo como valor *proxy*. Por exemplo, para uma nova patente utiliza-se o custo de registro e de obtenção; para os impactos em RH, emprega-se o custo de manutenção de uma dada competência após fim do projeto ou os gastos de treinamento; para os impactos organizacionais, é necessário o orçamento do novo departamento criado a partir do projeto. Já os impactos sociais podem ser quantificados em termos do aumento do número de postos de trabalho ou da qualificação do trabalhador. Na Tabela 1.4, a seguir, apresentam-se os principais métodos de quantificação dos impactos.



TABELA 1.4

Principais Variáveis Utilizadas para Quantificar os Impactos

Tipos de Impactos		Quantificação	
		Impacto Econômico	Impacto Social
Impactos Diretos		Vendas/Redução de custos	Postos de trabalho/ Qualificação do trabalhador
Impactos Indiretos			
Tecnológicos	Transferência de produtos	Vendas	Postos de trabalho
	Transferência de processos	Redução de custos	Qualificação do trabalhador
	Transferência de serviços	Vendas	Postos de trabalho
	Patentes	Custo de patenteamento	
Comerciais	Impactos de rede	Vendas	Postos de trabalho
	Efeitos de reputação	Vendas	Postos de trabalho
	Concorrências	Vendas/Redução de custos	Postos de trabalho
Organizacionais e metodológicos	Gerenciamento de Projeto	Redução de custos	Qualificação do trabalhador
	Organização	Redução de custos/ Vendas/Orçamento	Qualificação do trabalhador
	Métodos	Redução de custos	Qualificação do trabalhador
RH	Competência	Equivalente monetário em homens-hora	Qualificação do trabalhador
	Treinamento		

Fonte: Adaptado de Bach et al. (1994).



1.2.2 Aplicação da Avaliação de Impactos Econômicos aos Programas da Embraer

A avaliação de impactos econômicos dos programas ERJ 145 e Embraer 170/190 foi realizada por meio da obtenção de dados de uma aeronave de referência. Para calcular a taxa de valor adicionado, foram utilizados os dados do valor de venda dessa aeronave e de custo dos componentes, partes e sistemas adquiridos de fornecedores externos. Esse valor é uma *proxy* do valor adicionado, uma vez que inclui insumos, tais como energia, e serviços adquiridos externamente. Ainda assim está mais próximo do impacto econômico dos programas no país.

Para realizar os cálculos de impacto econômico, a equipe do projeto apoiou-se nos dados, fornecidos pela Embraer, de duas aeronaves de referência, um ERJ 145 da American Eagle, e um Embraer 170 da Gecas, para calcular a taxa de valor adicionado, e nos números de vendas de aeronaves publicados pela Embraer em seus informes financeiros. Calculamos os impactos considerando as vendas realizadas e projetamos as vendas futuras com base nas encomendas firmes.

Para efeito do cálculo dos custos dos programas, levamos em conta os valores desembolsados pela Embraer no desenvolvimento, incluindo-se teste certificação das aeronaves, e de projeto industrial, que a empresa considera como sendo gastos não recorrentes. Os gastos feitos pelos parceiros de risco no desenvolvimento e no projeto industrial não foram contabilizados porque o estudo delimitou os impactos apenas no âmbito do território nacional.

Todos os valores foram atualizados para dólares de 2005, por meio do deflator da moeda americana (IMF). Os valores futuros foram considerados constantes com base na data da avaliação e, portanto, não estão atualizados. A escolha do deflator americano deveu-se ao fato de as aeronaves da Embraer serem cotadas na moeda daquele país e esse ser o seu maior mercado de destino, tanto da produção como da origem dos seus insumos.



As informações que deram sustentação à identificação e delimitação dos impactos econômicos foram obtidas em entrevistas presenciais com os coordenadores e responsáveis pelos programas, realizadas no decorrer do segundo semestre de 2004. As entrevistas são listadas a seguir:

- Gerente de P&D (27.8.2004);
- Planejamento Corporativo (24.9.2004);
- Gerente do Programa ERJ 145 (29.9.2004);
- Gerente do Programa Embraer 170/190 (7.10.2004); e
- Diretor de Engenharia (8.11.2004);

Essas entrevistas possibilitaram a compreensão a respeito da execução dos programas ERJ 145 e Embraer 170/190 e do processo de aprendizado na empresa, bem como identificar e obter informações acerca dos consequentes impactos.

1.2.3 Programa ERJ 145

O programa ERJ 145 foi o que gerou maiores impactos econômicos diretos e indiretos. Os impactos indiretos não se devem propriamente à transferência de tecnologia para produtos tecnologicamente distintos, uma vez que a Embraer é uma empresa muito especializada em seu nicho de mercado. Eles decorrem de três importantes processos, identificados no decorrer das entrevistas, que permitiram à Embraer transformar o ERJ 145 em um caso de sucesso. Esses impactos indiretos foram:

- Aumento da escala de produção em função de mudanças organizacionais no processo produtivo, aliado a inovações incrementais de processo (impactos organizacionais e tecnológicos de processo).



- Diversificação de produto graças à introdução de novas versões com elevado grau de comunalidade, o 140 e 135 (tecnológico de produto).
- Redução do custo em virtude da melhor divisão do trabalho com os fornecedores (impacto de redes).

TABELA 1.5

Impactos do Programa ERJ 145 (Em US\$ Mil – 2005)

	Impacto até 2005	Pedidos Firmes	Total
Custo	577.390.382		
Impactos diretos	3.504.108.225	79.287.873	3.583.396.097
Impactos indiretos	5.748.096.262	907.940.191	6.656.036.452
– Tecnológico de produto	2.081.847.929	250.382.734	2.332.230.664
– Organizacionais e tecnológicos de processo	2.340.934.568		2.340.934.568
– Redes-parcerias	1.325.313.764	657.557.457	1.982.871.221
Impacto total	9.252.204.487	987.228.063	10.239.432.550
Impacto direto/custo	6,07	0,14	6,21
Impacto indireto/custo	9,96	1,57	11,53
Impacto total/custo	16,02	1,71	17,73

Fonte: Elaboração do autor.

Ao todo, o programa ERJ 145 provocou, até o final de 2005, impactos equivalentes a 16 vezes o custo de desenvolvimento do programa (Tabela 1.5). Esse é um quociente bastante elevado, que o coloca como sendo um caso muito bem-sucedido de programa tecnológico. Deve-se salientar que a avaliação *ex-post* está sendo realizada dez anos após o seu lançamento, quando o ciclo do produto está na fase declinante.⁷

Os dados da avaliação revelam que os impactos indiretos foram quase duas vezes superiores aos diretos. Esse também é um aspecto original,

⁷ No caso do Procap 1000, avaliado cinco anos após o seu encerramento com base na mesma metodologia, o quociente impacto/custo chegou a 12,1 [Furtado et al. (1999)].



já que quase sempre os impactos diretos são maiores do que os indiretos. Isso, porque a maioria dos impactos do programa não foi prevista inicialmente e resultou do processo de aprendizado no decorrer do programa, grande parte em função da característica inovadora de seu formato organizacional. No entanto, esses impactos indiretos estão relacionados ao mesmo produto que originou o programa.

O programa foi inicialmente concebido com um perfil de resultados que era coerente com a trajetória anterior da empresa. Entretanto, o relacionamento com parceiros externos foi imposto pelas dificuldades financeiras enfrentadas pela Embraer no início da década de 1990. Em função do sucesso dessas parcerias e dos ganhos produtivos obtidos com a reorganização dos processos, a Embraer deu um salto produtivo, tornando-se um grande construtor internacional de aeronaves. Não fosse o processo de aprendizagem tecnológica, organizacional e relacional, proporcionado pelo programa, seus impactos, em termos de aumento do valor, seriam somente 6,5 vezes superiores ao investimento até 2005, quando foi concluída a avaliação. No entanto, o programa ERJ 145 modificou radicalmente a forma de a Embraer inovar, o que implicou importantes impactos econômicos. Dado o grau de amadurecimento do programa ERJ 145, os impactos futuros baseados nas encomendas da aviação comercial são limitados quando comparados aos já ocorridos.

1.2.4 O Programa Embraer 170/190

O programa da família Embraer 170/190 ocupa uma posição completamente distinta do anterior. A primeira comercialização do Embraer 170/190 somente ocorreu em 2004. Naquele ano, foram entregues 46 aeronaves dessa família. No ano seguinte, a produção elevou-se para 72 aeronaves, e assiste-se às primeiras comercializações do Embraer 175 (14 unidades) e do Embraer 190 (12 unidades). Havia também 322 pedidos firmes em carteira, além de 366 opções de compra de aeronaves da família Embraer 170/190. Esses pedidos revelam a grande promessa do programa, que ocupa um nicho ainda novo do mercado aeronáutico e conta, portanto, com forte potencial de expansão. A Embraer estima que o segmento de 60 a 120 lugares deverá consumir 5.850 aeronaves até 2024.



Tendo em vista esse quadro de impactos predominantemente potenciais, nosso exercício de avaliação apoiou-se em três possibilidades: os impactos ocorridos até a data do estudo e em dois cenários. Os impactos do Embraer 170/190 foram também relacionados apenas ao investimento (custo) realizado no programa pela Embraer, já que uma parcela desse custo assumida pelos parceiros de risco foi apropriada no exterior.

Até agora, os impactos do programa Embraer 170/190 já são quase duas vezes superiores aos custos do programa, apesar de a avaliação se basear nos dois primeiros anos da comercialização das aeronaves dessa família (Tabela 1.6).

A avaliação incorporou um enfoque prospectivo que se apoiou em dois cenários: o primeiro – mais modesto – considera apenas os pedidos firmes. Trata-se ainda de um cenário prudente, provavelmente suficiente para cobrir os custos do programa, incluindo-se nestes, além dos gastos de P&D, os custos financeiros e de capital fixo. Esse cenário é mais coerente com a metodologia Beta, já que foi concebida para trabalhar com impactos ocorridos. Ainda assim, a relação impacto/custo é de 7,2.

TABELA 1.6

Impactos do Programa Embraer 170/190 (Em US\$ Mil – 2005)

	Impacto até 2005	Pedidos Firmes	Total sem Opções	Opções	Total com Opções
Custos	700.021		700.021		700.021
Diretos	1.114.888	3.274.315	4.389.203	3.702.232	8.091.435
Impacto indireto – Aumento Índice de Nacionalização		516.559	516.559	584.067	1.100.626
Impacto indireto em RH – Massa crítica	143.422		143.422		143.422
Impacto Total	1.258.309	3.790.873	5.049.183	4.286.299	9.335.482
Impacto direto/custo	1,59	4,68	6,27	5,29	11,56
Impacto indireto/custo	0,20	0,74	0,94	0,83	1,78
Impacto total/custo	1,80	5,42	7,21	6,12	13,34

Fonte: Elaboração do autor.



O segundo cenário inclui as opções de compra. Ele pressupõe a comercialização de 806 aeronaves, número que ainda pode ser considerado uma expectativa modesta perante as verdadeiras potencialidades dessa família de aeronaves. Nesse caso, a relação impacto/custo chega a 13,3, próxima à do programa ERJ 145.⁸

O aprendizado proporcionado pelo programa Embraer 170/190 também foi diferente do anterior. De fato, em função do sucesso obtido com o programa ERJ 145, a Embraer decidiu dar um salto ainda maior em seu modelo organizacional. O Embraer 170/190, na verdade, valeu-se bastante do aprendizado anterior em relação ao processo produtivo e à interação com os parceiros de risco, embora tenha ido mais longe que o seu predecessor em certos aspectos. O envolvimento dos parceiros de risco na etapa de desenvolvimento foi muito mais precoce e intenso. Em apenas dez meses, a produção da empresa alcançou a marca de seis aeronaves por mês, ao passo que, no ERJ 145, essa curva de aprendizagem levou 18 meses. No entanto, não contabilizamos esses ganhos como indiretos porque consideramos que essas mudanças organizacionais já haviam sido internalizadas e tornaram-se objetivos explícitos do programa do Embraer 170/190.

Além das vendas das aeronaves, o programa da família do Embraer 170/190 gerou dois impactos indiretos. O primeiro foi a constituição de uma massa crítica de engenheiros – pouco mais de 500 – que dominavam os conhecimentos essenciais para desenvolver novas aeronaves. Essa massa foi preservada, apesar da diminuição das atividades de P&D depois do encerramento do programa. Ela está sendo parcialmente aproveitada no programa da VLJ.

O segundo impacto indireto é ainda potencial e está relacionado ao aumento do índice de nacionalização, que está sendo previsto levando-se em conta a internalização das atividades de fabricação dos parceiros de risco no país. Esses parceiros – a saber, Sonaca, Kawasaki, Gamesa, Latécoère, C&D Aerospace e Liebherr – estão instalando ou

⁸ A metodologia Beta foi concebida para avaliar impactos transcorridos, de maneira que apenas os valores passados são deflacionados e trazidos para valores constantes, não há atualização dos valores futuros. Por essa razão, a comparação entre os dois programas deve ser feita com cautela.



já instalaram plantas industriais no país. A Embraer estima que esse índice possa alcançar 52,2% em 2012 [Embraer (2004)], se as iniciativas que está adotando com parceiros de risco se firmarem.

1.2.5 Avaliação dos Impactos Sociais

Os impactos sociais foram medidos com base nos dados do emprego gerados diretamente pelo setor aeronáutico brasileiro e pela Embraer, obtidos com o IBGE e a própria Embraer. Esses dados são agregados e, por essa razão, não permitem identificar a contribuição específica dos programas para a geração de emprego, apenas possibilitando uma visão global das transformações ocorridas no setor aeronáutico desde o lançamento do ERJ 145.

Os dados do setor aeronáutico demonstram que houve um crescimento acentuado do emprego desde 1996 até 2003 (Tabela 1.7), com um alto nível de qualificação profissional. O volume mais que triplicou em um período de oito anos. Já o salário oscilou de forma cíclica durante esse período. No entanto, embora o salário médio do setor alcançasse um dos seus menores patamares em 2003, esse nível era quase três vezes maior que a média da indústria de transformação, que se situava em R\$ 13.866. Esse fato confirma o elevado nível de qualificação dos trabalhadores da indústria aeronáutica.



TABELA 1.7

Evolução do Emprego e do Salário Médio do Setor de Construção, Montagem e Reparação de Aeronaves (Código CNAEE 35.3)

Ano	Número de Empresas	Pessoal Ocupado	Salário Médio Real (Em US\$ Mil – 2005)*
1996	76	4.980	35.043
1997	71	5.228	43.685
1998	79	6.593	41.062
1999	92	8.141	35.475
2000	95	9.485	42.907
2001	96	12.257	40.952
2002	111	10.334	45.459
2003	109	15.697	36.452

Fonte: IBGE – PIA.

*Deflacionado pelo INPC – IBGE.

A Embraer responde direta e indiretamente por grande parte do emprego gerado, embora, em 2003, existissem 109 empresas atuantes no setor aeronáutico brasileiro (ver Tabela 1.7). Destas, apenas trinta possuíam trinta ou mais empregados, das quais 14 montavam aeronaves, enquanto as demais prestavam serviços de manutenção. Dados da Embraer (ver Tabela 1.8) mostram que a empresa era responsável por 74,2% do emprego do setor aeronáutico em 2003. Além dos empregos diretos, a Embraer é indiretamente responsável por parte substancial da atividade das demais empresas, às quais se atribuem os 25% restantes do emprego no setor.



TABELA 1.8

Número de Empregados nas Plantas Produtivas da Embraer

Plantas	Dez/96	Dez/97	Dez/98	Dez/99	Dez/00	Dez/01	Dez/02	Dez/03	Dez/04	Out/05
Faria Lima	3.527	4.147	6.220	7.668	8.575	8.322	9.207	9.443	10.401	10.525
Eugênio de Melo	-	-	-	-	-	876	732	790	837	1.251
Total São José dos Campos	3.527	4.147	6.220	7.668	8.575	9.198	9.939	10.233	11.238	11.776
Neiva	209	203	309	366	994	907	977	1.036	1.364	1.340
Gavião Peixoto	-	-	-	-	9	20	158	376	671	846
Total Brasil	3.736	4.350	6.529	8.034	9.578	10.125	11.074	11.645	13.273	13.962

Fonte: Embraer.

O emprego na Embraer aumentou praticamente no mesmo ritmo, entre 1996 e 2005. Tal crescimento deve-se à expansão das atividades produtivas do programa ERJ 145, até 2003, e, posteriormente, do Embraer 170/190, assim como às atividades de desenvolvimento deste último, entre 1999 e 2004.

O número de engenheiros cresceu a taxas superiores às dos demais empregados da Embraer (Tabela 1.9), mais que quintuplicando no período 1996-2005. A participação dos engenheiros no conjunto da mão-de-obra empregada nas duas plantas de São José dos Campos, dedicadas à fabricação das aeronaves dos dois programas, passou de 15,5% para 24,3%. Portanto, o impacto dos dois programas foi ainda mais significativo na contratação de mão-de-obra qualificada do que na ampliação do volume global de emprego. O mais notável tem sido a manutenção dessa mão-de-obra qualificada depois do encerramento quase total das atividades de desenvolvimento do Embraer 170/190, em 2004.



TABELA 1.9

Categoria de Empregados das Plantas da Embraer em São José dos Campos

Categoria Cargo	Dez/96	Dez/97	Dez/98	Dez/99	Dez/00	Dez/01	Dez/02	Dez/03	Dez/04	Out/05
Liderança	171	172	214	295	371	410	442	473	488	466
Engenheiro	548	657	844	1.117	1.495	2.090	2.342	2.484	2.695	2.861
Profissional	244	294	361	481	624	724	885	924	1.023	1.073
Técnico	518	610	770	1.044	1.273	1.445	1.653	1.674	1.785	1.762
Administrativo	299	353	481	639	759	787	935	958	1.069	1.065
Operacional	1.747	2.061	3.550	4.092	4.053	3.742	3.682	3.720	4.178	4.549
Total	3.527	4.147	6.220	7.668	8.575	9.198	9.939	10.233	11.238	11.776

Fonte: Embraer.

1.3 Conclusões

Os dados relativos aos exercícios de avaliação de impactos econômicos dos programas ERJ 145 e Embraer 170/190 nos possibilitam uma série de observações sobre os desdobramentos dos dois programas da Embraer. Em primeiro lugar, o programa ERJ 145 constituiu-se num ponto de inflexão importante na trajetória da empresa. O ingresso no segmento da aviação comercial regional, constituído por aeronaves de maior porte propulsadas por motores a jato, significou uma mudança de escala para a empresa. Todavia, essa entrada ocorreu em um ambiente fortemente competitivo, no qual a Bombardier, sua principal concorrente, já ocupava o segmento com uma aeronave de maior porte. A sobrevivência da Embraer só foi possível a partir da venda de suas aeronaves a menor custo, o que se tornou economicamente vantajoso graças aos ganhos obtidos com o aprendizado resultante do arranjo organizacional inovador do programa. O estabelecimento de parcerias com os fornecedores de primeira linha, associado à evolução de seus processos, permitiu que a Embraer aumentasse a sua cadência produtiva, diversificasse os produtos e baixasse os custos de produção de suas aeronaves. Esse sucesso explica o alto impacto do programa ERJ 145 que, em compensação, teve custos de desenvolvimento menores por seu significativo grau de comunalidade com o Brasília.



A avaliação revela a preponderância dos impactos indiretos decorrentes de diferentes processos de aprendizagem obtidos em função do arranjo organizacional original do programa. Esses impactos foram muito altos, posicionando-se acima de outras avaliações de impacto econômico que utilizaram a metodologia Beta. Com certeza, a aptidão da Embraer em ensaiar as mudanças tecnológicas, organizacionais e relacionais, que caracterizaram esse programa, deveu-se ao novo rumo que seu modelo de gestão seguiu após a privatização.

O sucesso do programa ERJ 145 gerou condições para que a Embraer realizasse um novo salto com o desenvolvimento do Embraer 170/190. Em virtude de seu porte e de sua sofisticação tecnológica, essa família, ao contrário da ERJ 145, representa uma descontinuidade em relação à trajetória anterior da empresa. O esforço tecnológico realizado pela empresa não tem paralelo com programas anteriores. Esse programa somente foi possível depois de um envolvimento dos parceiros de risco desde a etapa de projeto da aeronave. O domínio das técnicas de desenvolvimento integrado com parceiros e de engenharia de projeto, com o apoio da informática, permitiu abreviar ainda mais o tempo de desenvolvimento da aeronave e da passagem da escala de projeto para a comercial. Embora os impactos econômicos ainda estejam em sua fase inicial, as encomendas firmes da nova família de aeronaves da Embraer estão muito à frente de sua principal concorrente, demonstrando que a aposta na nova modalidade foi muito bem-sucedida.

As transformações no emprego foram substanciais na indústria aeronáutica brasileira a partir da implantação dos dois programas da Embraer. Os dados apresentados revelam que o volume de emprego do setor aeronáutico triplicou desde o lançamento do ERJ 145 até 2003, e somente a Embraer representa 3/4 desse volume. A quantidade de engenheiros empregados nas unidades de São José dos Campos, nas quais são desenvolvidas suas aeronaves, aumentou de forma ainda mais significativa.

Por fim, convém destacar as alterações metodológicas que foram necessárias para contornar as limitações no acesso às informações muitas vezes confidenciais.



Os resultados, apoiados na metodologia Beta, basearam-se em informações obtidas do índice de nacionalização, que não se adequam plenamente ao escopo dessa metodologia. Os valores das aeronaves foram estimados levando-se em conta aeronaves-padrão, porque não foi possível identificar números precisos no valor agregado gerado pela Embraer.

A avaliação também é incompleta por tratar apenas da Embraer. Os fornecedores de primeira linha, que participaram do desenvolvimento das duas famílias de aeronaves e têm suas atividades produtivas localizadas no país, não foram contemplados pelo exercício.





Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB)

Ruy Quadros – Coordenador
Afonso Fleury
João Amato
David Nakano
Flávia Consoni
Edmundo Inácio Jr.
Cássio Garcia da Silva

Ruy Quadros – Livre-docente, professor associado do Departamento de Política Científica e Tecnológica e coordenador do Grupo de Estudos de Empresas e Inovação do Instituto de Geociências da Unicamp.

Afonso Fleury – Professor titular do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

João Amato – Professor titular do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

David Nakano – Professor doutor do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Flávia Consoni – Doutora e pesquisadora associada do Grupo de Estudos de Empresas e Inovação do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Edmundo Inácio Jr. – Doutor e pesquisador associado do Grupo de Estudos de Empresas e Inovação do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Cássio Garcia da Silva – Doutorando do Grupo de Estudos de Empresas e Inovação do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Este capítulo apresenta o mapeamento da Cadeia Aeronáutica Brasileira (CAB), enfatizando a produção de conhecimento relevante para a formulação de políticas de adensamento dessa cadeia no país.

A Seção 2.1 contém o quadro teórico-conceitual segundo o qual o estudo foi conduzido. Procurou-se combinar conceitos recentes elaborados no âmbito da pesquisa sobre a atividade de integração de sistemas de produtos complexos com avanços na teoria da governança (coordenação) de cadeias de valor globais. Uma vez que essa teoria aborda as características e determinantes das relações entre atores e atividades interdependentes em cadeias de valor – incluindo a definição sobre quanto, como e onde produzir – considera-se que é um marco promissor para a compreensão das questões colocadas pelos principais objetivos do projeto. A Seção 2.2 apresenta uma caracterização dos parceiros de risco da cadeia de valor do programa Embraer 170/190, que é o principal foco do relatório, uma vez que foi esse programa que efetivamente levou boa parte de seus parceiros de risco a se definirem como subintegradores de sistemas, com repercussões importantes sobre a coordenação da cadeia. A Seção 2.3 mostra um detalhado estudo dos fornecedores nacionais da CAB, considerando seus principais grupos de atividade: fornecedores de bens, de processos industriais, de ferramental e de serviços técnicos e de engenharia. São definidos seus atributos econômicos básicos, seu aprendizado tecnológico e a interação comercial e tecnológica com a Embraer. Também é abordada a percepção desses fornecedores quanto a suas fragilidades, aos obstáculos e às perspectivas para incrementar a atividade de exportação, bem como sua apreciação acerca dos problemas de financiamento, programas de crédito do BNDES e políticas públicas de fomento ao desenvolvimento do setor. A Seção 2.4 ressalta as principais contribuições do mapeamento da CAB para o principal objetivo do projeto BNDES/Unicamp: identificar oportunidades e ameaças ao adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil. Os procedimentos metodológicos adotados no estudo estão descritos no Anexo 1, abrangendo a estratégia metodológica da pesquisa, a definição dos procedimentos de coleta de informações com os principais fornecedores da cadeia e a definição da amostra.



2.1 A Cadeia de Valor na Indústria Aeronáutica Brasileira

As receitas da Embraer foram responsáveis por 81% do total de R\$ 8,1 bilhões de vendas da indústria brasileira de construção, montagem e reparo de aeronaves, em 2003.¹ Seu peso na geração de valor seria suficiente para justificar o foco deste trabalho na cadeia de valor de produção de aeronaves liderada pela Embraer. Entretanto, os efeitos de transbordamento da atividade da Embraer no setor também validam o foco. A concepção, o desenvolvimento, a fabricação, montagem, comercialização e os serviços de pós-venda da Embraer têm contribuído para: 1) a criação de empregos qualificados;² 2) a criação de uma base de fornecedores nacionais que, embora pequenos, têm acumulado competências consideráveis; e, 3) o desenvolvimento de um processo de aprendizado na indústria aeronáutica que capacita a economia brasileira a se inserir de forma competitiva no exigente mercado global de produtos de alta tecnologia. Esse aprendizado reflete-se na elevada produtividade setorial. O índice do valor de transformação industrial por pessoa ocupada no setor da aeronáutica (grupo 35.3 da CNAE) foi superior a R\$ 200 mil, em 2003, o mais alto da indústria de transformação no Brasil, depois da indústria do petróleo.³ A vantagem competitiva construída pela Embraer traduziu-se no alcance de seu pico histórico de receita, superior a R\$ 10 bilhões, em 2004,⁴ e no seu posicionamento entre as duas maiores empresas exportadoras brasileiras entre 1999 e 2004.

O sucesso exportador da Embraer está relacionado à reestruturação de seu modelo de negócios desde sua privatização em dezembro de

1 Informações para o setor são da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, para o grupo de atividades 35.3 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – construção, montagem e reparo de aviões. Em relação à Embraer, ver “Informações corporativas” em <http://www.embraer.com.br/portugues/content/ri/highlights/default.asp>.

2 Em 2003, o pessoal ocupado no grupo de atividades 35.3 era de cerca de 20 mil pessoas; desse total, a Embraer empregava cerca de 13 mil pessoas.

3 Vale acrescentar que a relação receita líquida por empregado da Embraer no mesmo ano foi superior a R\$ 500 mil, segundo informações da empresa, ao passo que o mesmo indicador para o grupo 35.3 foi de R\$ 411 mil, segundo dados da PIA/IBGE.

4 Embora o número de jatos entregues em 2005 tenha sido próximo do montante de 2004, as receitas de exportação em reais foram severamente restringidas pela valorização do câmbio.



1994 [Bernardes et al. (2002, p. 7)]. Diversos autores têm demonstrado a importância, para o desempenho atual da Embraer, do longo e custoso processo de investimento e acumulação de competências no setor aeronáutico realizado pelo Estado brasileiro desde a década de 1950 [Bernardes (2000); Oliveira (2005)]. Mas as oportunidades criadas com base nesse aprendizado dificilmente teriam se transformado em inovações e vantagem competitiva não fossem a reinvenção do negócio e a extensa e profunda reorganização de sua cadeia produtiva. Os aspectos internos à empresa nessa mudança foram explorados por Bernardes (2000). Nosso foco, determinado pelos objetivos deste projeto, é a reorganização da cadeia de valor da Embraer, buscando identificar as oportunidades de nacionalização da cadeia produtiva do setor aeronáutico. Nesse sentido, o estudo das oportunidades requer a compreensão de como se estrutura essa cadeia, quais são seus atores centrais e seu papel, dos fluxos de valor e conhecimento entre eles e da capacidade da Embraer de comandar o investimento.

A recente evolução da cadeia de valor da Embraer combina tendências de: 1) desverticalização; 2) internacionalização dos fluxos de investimento, comerciais e tecnológicos; e, 3) focalização de suas atividades e competências [Bernardes (2000); Oliveira, 2005)]. Essas mudanças não são exclusivas da empresa ou da economia brasileira, embora sejam particularmente intensas no setor aeronáutico doméstico. Nesta seção, essas tendências serão analisadas com base nos conceitos que tratam do desenvolvimento da integração de sistemas complexos como negócio [Prencipe et al. (2003)] e na recente contribuição da teoria da governança de cadeias de valor [Gereffi et al. (2005)].

Ainda nesta seção, mostraremos que a trajetória recente da Embraer para se constituir em *empresa integradora de sistemas de aeronaves* consolidou-se⁵ no programa ERJ 145 e atingiu seu grau mais desenvolvido com a conclusão do programa Embraer 170/190. Nesse pro-

⁵ É importante registrar que, nem mesmo no primeiro projeto, o turboélice EMB-110 (Bandeirante), a Embraer pretendia ser uma empresa verticalizada. Naturalmente, com a privatização e as tendências experimentadas pelas grandes organizações na segunda metade da década de 1990, a tendência à desverticalização se acentuou, assim como se tornaram mais evidentes os motivos para a adoção desse tipo de estratégia.



cesso, a mudança da participação dos fornecedores internacionais na cadeia de valor foi qualitativa, além de quantitativa, extrapolando a dimensão financeira dos contratos de parceria de risco. O envolvimento extensivo dos parceiros de risco com o desenvolvimento de sistemas e de módulos da estrutura do Embraer 170/190 é um ponto central na alteração da coordenação exercida na cadeia, no aumento do peso das empresas parceiras na escolha de fornecedores e na definição do investimento (e das possibilidades de nacionalização). Não menos importante, a evolução do papel desses fornecedores na cadeia de valor da Embraer – de fornecedores para parceiros de risco – criou a oportunidade para que alguns desses parceiros se transformassem também em integradores de sistemas. Como será visto mais adiante, essa dimensão é muito importante para que se compreendam os determinantes e condicionantes das possibilidades de incrementar e diversificar a participação de fornecedores nacionais de componentes, de processos industriais, de ferramental e de serviços de engenharia na cadeia de valor da Embraer.

2.1.1 Integradores de Sistemas e Governança em Cadeias de Valor

O processo de desverticalização por que tem passado a indústria aeronáutica global, no qual o modelo de parcerias de risco da Embraer se destaca, é parte de um movimento mais abrangente que tem afetado diversas indústrias, em especial aquelas produtoras de sistemas de produtos complexos. O conceito de *sistemas de produtos complexos* (Complex Product Systems – CoPS), do qual Hobday (2000) é um dos pioneiros, refere-se a produtos intensivos em capital, engenharia e tecnologias de informação (TI), que atendem primordialmente a mercados corporativos [Prencipe (2003, p. 114)]. Exemplos de sistemas de produtos complexos incluem aeronaves, turbinas para aeronaves, sistemas de manufatura flexível, plataformas de petróleo, sistemas de telefonia e grandes projetos de engenharia civil. De acordo com Prencipe (idem), trata-se de “produtos multicomponentes e multitecnológicos, geralmente produzidos em redes multifirmas, em pequenos lotes (ou unitários) para clientes específicos”.



A relação crítica entre sistemas de produtos complexos e desverticalização está na complexidade e diversidade dos conhecimentos que o desenvolvimento e a produção desses produtos requer. A crescente complexidade dos produtos, compreendendo um número cada vez maior de sistemas, subsistemas e componentes, que se baseiam nos mais variados e especializados campos de conhecimento tecnológicos, tem elevado o custo e aumentado a dificuldade para as empresas manterem internamente todas as competências necessárias [Pavitt (2003, pp. 80-81)]. O desenvolvimento das aplicações de TI em atividades de projeto e testes tem permitido avanços na modularização de componentes, isto é, na decomposição dos produtos em módulos ou sistemas com interfaces normatizadas, facilitando a contratação externa de seu projeto e produção, sob restrição da arquitetura do sistema ou produto para o qual são desenhados. Segundo Pavitt (2003), essa é a novidade que amadureceu nos últimos 20 anos em relação à tendência, prevalecente durante quase todo o século XX, de integração ou verticalização na produção de produtos e sistemas intensivos em tecnologia.

Uma dimensão associada a esse processo é a própria desintegração das atividades inovativas, especialmente as diretas e indiretas de P&D, não apenas na direção de sua externalização para fornecedores-chave, mas por meio da contratação de empresas especializadas em serviços técnicos intensivos em conhecimento.⁶ Embora esse tipo de desintegração não seja exclusivo de setores de sistemas de produtos complexos, o aumento da demanda por serviços de engenharia e P&D nesses setores é significativo. Essa é uma das áreas mais promissoras para a nacionalização de atividades na indústria aeronáutica, como se verá ao longo deste livro.

No entanto, a disposição dos produtores de sistemas complexos de seguir a modularização e desintegração tem limites. Como sugere Pavitt, trata-se de integração de sistemas e não de *legoland*. Primeiramente, a contratação externa do desenvolvimento e da manufatura de componentes e subsistemas raramente alcança os elementos so-

⁶ O crescimento dos serviços produtivos intensivos em conhecimento e a diferenciação de seu papel no processo de inovação de diferentes cadeias de valor têm recebido grande atenção, tanto na literatura de inovação [ver Andersen (2000)], como na de estudos regionais [ver Strambach (2002)].



bre os quais repousam as competências críticas e estratégicas dos responsáveis pela arquitetura dos sistemas, que tendem a preservá-los como atividades internas.⁷ Em segundo lugar, a crescente divisão do trabalho e a especialização no projeto, desenvolvimento e fabricação de subsistemas, não se estendem completamente às bases de conhecimento subjacentes a essas atividades. A interação necessária entre contratante e contratada para resolução de problemas exige uma superposição de competências que requer da contratante a manutenção de conhecimentos de base que extrapolam aquilo que ela fabrica [Pavitt (2003, p. 86)]. Finalmente, o conhecimento de como os subsistemas interagem e afetam uns aos outros e de como o sistema como um todo se comporta é indivisível e indelegável. Esse conhecimento constitui uma das competências centrais da empresa responsável pela arquitetura do sistema e afeta o desempenho de toda a cadeia de valor.

Por esses motivos, as *integradoras de sistemas*, isto é, as empresas responsáveis pela arquitetura de sistemas de produtos complexos, apresentam qualificações e competências específicas⁸ e têm papel central na organização da rede de empresas envolvidas no projeto e fabricação do sistema e, portanto, na estruturação da cadeia de valor. Prencipe (2003, p. 118) sustenta que

as empresas integradoras de sistemas configuram a rede em termos do número, tipo (direto ou indireto) e intensidade de relacionamentos. Também definem os termos contratuais específicos (formais, como *joint ventures* e alianças, ou informais) desses relacionamentos.

Dessa forma, o autor considera que a atividade de integração de sistemas é o “mecanismo primário de coordenação” de arranjos de empresas organizadas em rede. Portanto, constitui a forma concreta que assume a governança de cadeias de valor pelo mecanismo de redes, em oposição à governança pelo mercado e à hierarquia.⁹

7 Prencipe (2003) exemplifica com o fato de os produtores de turbinas para aviões manterem o projeto e a fabricação dos componentes críticos.

8 Além do conhecimento do comportamento do sistema como um todo, outra competência crítica dos integradores de sistemas é o entendimento das disciplinas tecnológicas subjacentes aos vários subsistemas e a capacidade de integrá-las [Paoli (2003)].

9 Mercado, rede e hierarquia constituem as três possibilidades básicas de coordenação ou governança de atividades econômicas interdependentes, de acordo com a abordagem da teo-



No entanto, se governança consiste no mecanismo pelo qual são definidos os parâmetros sobre o que, quanto, onde e como produzir numa cadeia de valor [Humphrey e Schmitz (2002)], o conceito de redes não abrange todos os tipos de inter-relações que as empresas estabelecem entre si em cadeias de valor reais, fora das alternativas do mercado e da hierarquia. Neste capítulo, valemo-nos de avanços recentes da teoria da governança de cadeias globais para introduzir matizes na noção de redes como mecanismo de governança, que são definidas em função da complexidade das transações¹⁰ entre as empresas (cliente e fornecedor), da possibilidade de essas transações serem codificadas e da competência da base de fornecedores. Como se verá mais adiante, numa rede de empresas que cooperam para o projeto, a fabricação, a montagem e a manutenção de sistemas complexos, há uma diversidade considerável de padrões de relacionamento e interação entre empresas. Eles podem ser mais bem compreendidos à luz da taxonomia desenvolvida por Gereffi et al. (2005), que desdobraram a categoria de redes em três tipos distintos de governança: modular, relacional e cativa. Dessa forma, sua categorização da governança de cadeias compreende os seguintes padrões:

1. **Mercado.** Ocorre quando as especificações de produto são relativamente simples e facilmente codificáveis, e os fornecedores têm plena capacidade de produzir o produto ou serviço sem insumos fornecidos pelos clientes. Nas relações dominadas pelo mercado, os compradores respondem a especificações e preços definidos pelos fornecedores. Não há especificidade de ativos, e o custo da troca de parceiro é baixo para as duas partes.
2. **Modular.** Ocorre quando a facilidade de codificação de especificações se estende a produtos complexos. É típico de situações em que a arquitetura do produto é modular, e a adoção de normas de produto e processo simplifica e unifica as especificações destes no processo de codificação. No entanto, os fornecedores necessitam ter competências significativas para fornecerem módulos ou

ria de redes [Jarillo (1988)], que oferece uma alternativa à disjuntiva entre mercado/hierarquia colocada pela teoria de custos de transação em sua forma original.

¹⁰ Nesse contexto, transação ganha significado bastante amplo para compreender toda a troca de informações e de recursos entre as empresas.



subsistemas completos, o que depende da internalização de conhecimento tácito difícil de codificar. Os fornecedores atendem às especificações de produto do cliente, assumem as responsabilidades pelas competências relacionadas às tecnologias de processo e utilizam equipamentos genéricos que limitam investimentos em ativos específicos.

3. **Relacional.** São as interações típicas que se estabelecem quando produtos e transações são complexos, difíceis de serem codificadas e que exigem alto grau de competência de fornecedores e compradores. Aqui há forte troca de conhecimento tácito entre fornecedor e cliente, que freqüentemente cria dependência mútua e está associada à especificidade de ativos. A alta capacitação dos fornecedores estimula clientes a verem no *outsourcing* uma fonte de acesso a competências complementares.
4. **Cativa.** Ocorre quando são altas a complexidade do produto e a possibilidade de codificar suas especificações, na forma de instruções detalhadas, mas as capacidades dos fornecedores são baixas. A situação típica é a de pequenos fornecedores dependentes de grandes clientes. O cliente tem que investir na capacitação e no monitoramento do fornecedor. Isso estimula o cliente a desenvolver relações em que seja alta a dependência transacional¹¹ do fornecedor a ele, por exemplo, por meio do confinamento do fornecedor a um escopo reduzido de tarefas. Dessa forma, os custos de troca de cliente pelo fornecedor são altos.
5. **Hierarquia.** É a governança pela integração vertical. Aplica-se não apenas às relações entre direção e subordinados em uma firma, mas também à subordinação de subsidiárias a matrizes. Aqui os produtos são complexos e suas especificações de difícil codificação, mas não há possibilidade de desenvolver uma base de fornecedores ou as operações envolvidas são consideradas competências estratégicas [Gereffi et al. (2005, pp. 83-88)].

¹¹ Aqui a referência é específica à dependência comercial. Neste trabalho, definimos como de elevada dependência a situação em que um cliente é responsável por pelo menos 50% das vendas do fornecedor.



Esses conceitos operam como tipos ideais, no sentido weberiano da expressão, isto é, são úteis para descrever relações de determinado padrão, mas as cadeias de valor existentes freqüentemente combinam mais de um tipo de governança, ainda que um dado padrão possa ser predominante. No caso de sistemas de produtos complexos, como se verá na discussão sobre a cadeia de valor da Embraer, na próxima seção, a diversidade de empresas que compõem a rede, com variados graus de competências, e a correspondente variedade de transações entre elas fazem com que se combinem distintas formas de governança na cadeia. O conhecimento dos principais atores da cadeia de valor da Embraer e de como estabelecem seus padrões de interação é fundamental para a compreensão das perspectivas de nacionalização das atividades dessa cadeia.

2.1.2 A Cadeia de Valor da Embraer: Evolução Rumo à Integração de Sistemas com Formas Variadas de Governança

A formidável alteração da estratégia tecnológica e produtiva da Embraer desde sua privatização foi amplamente pesquisada e analisada por Bernardes [ver Bernardes (2000); Bernardes e Pinho (2001); Bernardes et al. (2002)]. Conforme salientado pelo autor, a Embraer tem perseguido, nos últimos anos, a estratégia de *firmar-se como integradora de sistemas*, aliando o foco tecnológico na excelência do projeto de aeronaves e nas competências necessárias para a especificação e integração de sistemas altamente complexos, com o foco mercadológico na inovação de produtos que antecipem e atendam às necessidades dos clientes [Bernardes et al. (2002, p. 31)]. Nessa estratégia, a empresa mantém, além da capacidade de projetar e integrar a arquitetura da aeronave, a capacidade de projetar e integrar subsistemas, bem como especificar componentes, de acordo com suas necessidades, sem se encarregar de sua fabricação.

Essa estratégia foi, em grande medida, determinada inicialmente por questões financeiras, uma vez que a empresa não tinha condições de arcar sozinha com a maior parte do investimento produtivo para o detalhamento do projeto e fabricação no programa ERJ 145. Assim, nesse programa, a Embraer introduziu os contratos de parceria de risco



com um pequeno número de fornecedores (Gamesa, ENAer, Sonaca e C&D Aerospace) [Bernardes et al. (2002, p. 37)], todos atuando no segmento de estruturas, exceto a C&D Aerospace. Os parceiros de risco aportaram mais de 1/3 dos US\$ 300 milhões (de acordo com informações fornecidas pelo diretor de P&D da Embraer) investidos na fase de desenvolvimento do programa, mas, com exceção da Gamesa, tiveram pouco envolvimento com o desenvolvimento do produto [Bernardes et al. (2002)].

O aprendizado com o ERJ 145 foi a base para ampliação e aprofundamento da organização do primeiro nível da cadeia de suprimentos por meio de contratos de risco, no programa Embraer 170/190. Não apenas o número de parceiros de risco (ver Figura 2.1) e o valor por eles aportado triplicaram,¹² como houve considerável diversificação e extensão da estratégia: o desenvolvimento da maior parte dos sistemas importantes do projeto da aeronave foi contratado por grandes fornecedores internacionais por meio de parcerias de risco.

Da perspectiva da interação tecnológica e comercial entre a Embraer e seus fornecedores e do avanço na direção de se tornar uma empresa integradora de subsistemas, o programa Embraer 170/190 representou uma mudança bem mais expressiva do que a promovida pelo ERJ 145. A literatura tem ressaltado o significativo envolvimento dos parceiros de risco na atividade de desenvolvimento do Embraer 170/190. No entanto, o ponto mais significativo é que esse programa acarretou uma profunda mudança na organização da cadeia de valor da Embraer, alterando o modo de governança predominante. Apontamos, a seguir, importantes aspectos a esse respeito.

Em primeiro lugar, a Embraer tomou a iniciativa pioneira¹³ de contratar fornecedores de subsistemas complexos integrados que, até então, supriam componentes e material os quais eram integrados pela própria Embraer. Até o ERJ 145, apenas os fornecedores de turbinas e aviônicos eram responsáveis pelo fornecimento de subsistemas completos, de acordo com informações coletadas

¹² O valor aportado pelos parceiros de risco no desenvolvimento do 170/190 foi de cerca de US\$ 300 milhões, de um valor total próximo de US\$ 1 bilhão, de acordo com informações do diretor de P&D da Embraer.

¹³ Segundo entrevistados dessas empresas, essa iniciativa foi pioneira no mundo.



em entrevistas com profissionais dos parceiros de risco (ver Seção 2.3). No caso do Embraer 170/190, isso se estendeu aos sistemas de energia e ar (Hamilton Sundstrand) e aos sistemas hidráulico e de comando de vôo (Parker Hannifin). Outra iniciativa similar foi a externalização e a consolidação da EDE – divisão da Embraer responsável pela integração do sistema de trem de pouso – na *joint venture* Eleb estabelecida com a Liebherr, em que houve significativa complementação de competências, como se verá na próxima seção.

Em segundo lugar, a delegação da responsabilidade pela integração de subsistemas a um número maior de parceiros teve várias repercussões para os fornecedores envolvidos. Para empresas como Parker Hannifin e Hamilton Sundstrand, essa foi a oportunidade de subirem um degrau na agregação de valor, uma vez que adquiriram competências e se qualificaram como fornecedores de soluções integradas nos subsistemas em que atuam, o que colaborou para que fizessem, posteriormente, outros contratos como integradores.¹⁴ Essa observação é ainda mais relevante no caso da Eleb, por tratar-se de uma empresa nacional que opera em território brasileiro. Seu aprendizado como fornecedora do sistema integrado de trem de pouso para o Embraer 170/190 a qualificou para a obtenção de contratos de exportação para fornecimento de sistemas, como será visto na próxima seção.

Em terceiro lugar, ao assumirem a posição de subintegradores, a natureza das trocas e interações tecnológicas da Embraer com esses fornecedores modificou-se, contribuindo para alterar o tipo de governança na cadeia, que no programa ERJ 145 era predominantemente modular. Já no Embraer 170/190, esses mesmos fornecedores, alçados à condição de parceiros de risco, passaram a participar do desenvolvimento do programa, de maneira integrada com a Embraer, assumindo o desenvolvimento de seus respectivos subsistemas e colaborando para a definição de suas interfaces com a arquitetura da aeronave, além da elaboração conjunta de relatórios

14 É o caso do contrato da Hamilton Sundstrand com o programa 787 da Boeing.



de confiabilidade para certificação.¹⁵ Dessa forma, a coordenação predominante das interações com esses parceiros de risco passou a ser do tipo relacional. Esse é um aspecto que interfere diretamente nos objetivos desse projeto, uma vez que os novos integradores de subsistemas da Embraer vêem nas atividades de engenharia de sistemas uma das melhores possibilidades de nacionalização das atividades na cadeia aeronáutica. Acrescente-se o fato de que os fornecedores de estrutura passaram a participar de forma mais efetiva do co-desenvolvimento do Embraer 170/190, incrementando a troca de informações técnicas e de conhecimento tácito entre a Embraer e o primeiro nível da cadeia.

Em quarto lugar, a consolidação de um expressivo conjunto de componentes, equipamentos e *hardware* em subsistemas completos contribuiu para o que a literatura ressalta como redução do número total de fornecedores na cadeia. A maior hierarquização da cadeia de suprimentos tornou mais racional o seu gerenciamento pela Embraer, liberando recursos para as atividades mais nobres e necessárias em seu papel de integradora de sistemas.

Dessa forma, pode-se argumentar que, entre os programas ERJ 145 e Embraer 170/190, a cadeia de valor da indústria aeronáutica brasileira evoluiu dinamicamente de um arranjo em que predominava a hierarquia e a modularização como formas de coordenação para uma estrutura mais distribuída e predominantemente relacional, ainda que se tenham hierarquizado mais os níveis de fornecedores. Os vínculos mais significativos da cadeia, do ponto de vista dos valores comercial e tecnológico, são os que se estabelecem entre a Embraer e seus parceiros de risco e são governados de maneira relacional. Eles correspondem aos principais elementos da arquitetura da aeronave: propulsão; sistemas aviônicos, de ar condicionado, hidráulico e pneumático; estrutura, sistema de trem de pouso; e interiores. Os parceiros de risco responsáveis por subsistemas, por sua vez, estabelecem interações predominantemente modulares com seus fornecedores de componentes. Os parceiros de risco responsáveis por estruturas e interiores instituem interações mais típica-

¹⁵ Importa registrar que alguns parceiros de risco aportaram capital que possibilitou à Embraer financiar uma parte do desenvolvimento que ficara a seu próprio cargo.



mente relacionais com seus fornecedores de equipamentos e mais tipicamente de mercado com fornecedores de matérias-primas.

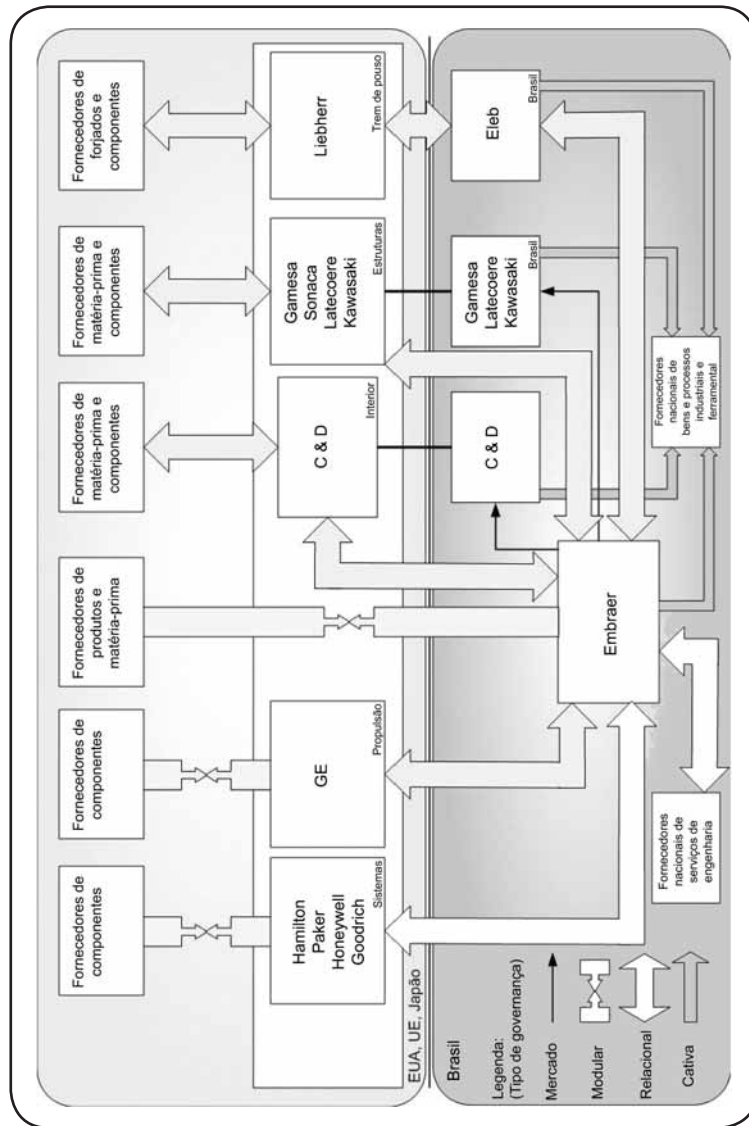
Outro aspecto significativo do programa Embraer 170/190 tem sido o crescimento e a diversificação da participação de fornecedores nacionais, especialmente de serviços de engenharia e de processos industriais. Como se verá adiante, trata-se de um tipo bastante diferente de inserção na cadeia e de interação com a Embraer. Os fluxos comerciais com fornecedores nacionais são uma pequena fração do valor criado nas relações com parceiros de risco e demais fornecedores internacionais de componentes (ver Seções 2.4 e 2.5). A Embraer teve participação significativa na qualificação dos fornecedores nacionais de bens, processos e ferramental, parte significativa dos quais apresenta alto grau de dependência comercial da Embraer. Dessa forma, com esse segmento da cadeia de valor, a governança é predominantemente cativa.

A Figura 2.1 representa, ainda, a distribuição geográfica dos fluxos de valor e conhecimento na cadeia de valor do Embraer 170/190. A maior participação dos parceiros de risco em atividades de desenvolvimento localizadas no exterior significa que não apenas as transações comerciais da Embraer estão localizadas predominantemente no exterior, mas também a atividade de co-desenvolvimento e seus fluxos de conhecimento relacionados com a integração de subsistemas, em que pese o fato de que alguns detalhamentos acabaram sendo contratados com escritórios de engenharia brasileiros, como é o caso da Akaer. Nesse sentido, como se argumentará neste capítulo, dado o peso econômico e tecnológico que seus principais parceiros localizados no exterior e sem atividades no país têm na cadeia, é razoável concluir que é limitado o poder de arrasto que a Embraer pode exercer na definição das iniciativas de investimento e de compras desses parceiros. Uma exceção parcial é a situação dos parceiros de risco que fornecem estruturas, como se verá adiante.



FIGURA 2.1

Cadeia de Valor da Família Embraer 170/190



Fonte: Embraer (2005).

2.2 Parceiros de Risco, Principais Fornecedores da Embraer

Esta seção apresenta e analisa os principais achados da pesquisa de campo realizada com parceiros de risco da Embraer. Como já foi mencionado, o acesso dos pesquisadores aos parceiros de risco foi limitado, tanto no sentido do número de empresas que colaboraram como no acesso a dados detalhados. Mesmo assim, o estudo das empresas que forneceram informações – Parker Hannifin, Hamilton Sundstrand, Eleb e Kawasaki – aponta evidências bastante reveladoras das dificuldades e reais possibilidades de adensamento da cadeia aeronáutica brasileira. O estudo mostra a lógica de decisão de investimentos dessas empresas, marcada pelos determinantes estruturais mais significativos do setor: volumes de produção relativamente baixos, mas exigências de qualidade, confiabilidade, rastreabilidade e performance superiores às das demais indústrias produtoras de bens duráveis. Mostra também sua forma de inserção e sua participação na governança da cadeia aeronáutica, seja em suas relações com a Embraer, seja nas relações com seus fornecedores.

2.2.1 Sistemistas

2.2.1.1 Parker Hannifin

Estratégia global

A visão expressa na chamada *win strategy* do grupo Parker Hannifin é a de buscar se manter como empresa líder em controle e mobilidade [Parker Hannifin Corporation (2005)]. O Grupo Parker teve início em 1918 fornecendo produtos para o setor aeronáutico nos Estados Unidos (EUA). Ao longo de sua história, diversificou bastante a produção de componentes de sistemas de mobilidade e controle (*motion and control*), a fim de atuar nas mais variadas aplicações e segmentos de mercado. O grupo Parker desenvolve e produz cerca de três mil componentes diferentes, cobrindo uma variedade de tecnologias que compreendem controladores, atuadores, sensores, componentes hidráulicos e pneumáticos, tubos e mangueiras, vedadores e elementos selantes, e outros componentes.



Os negócios estão estruturados em oito linhas de produtos – aeroespacial, automação, climatização e controle industrial, filtragem, conexões para fluidos, hidráulica, instrumentação e selantes. A maior parte da receita na operação aeroespacial é proveniente das aplicações militares. No segmento industrial, o foco são clientes produtores de bens de capital e equipamentos de transporte. A Parker define-se como fornecedora de cerca de 1.200 segmentos de mercado em indústrias diversas, como aeronáutica, automotiva, alimentos e bebidas, química, telecomunicações, tecnologia da informação, máquinas e equipamentos mecânicos, hospitalar e farmacêutico, agrícola, óleo e gás, transporte de materiais, naval e militar.

As vendas líquidas globais do grupo ultrapassaram US\$ 8 bilhões, em 2005, com um quadro funcional acima de 50 mil empregados. Naquele ano, o grupo operava 263 plantas e 208 escritórios de vendas, em mais de 48 países. A divisão aeroespacial é a que agrega maior valor à organização, correspondendo a 16% das receitas e empregando 8% da força de trabalho (ver Tabela 2.1). Em 2003, a divisão aeroespacial contava com 11 unidades produtivas, sendo nove nos EUA, uma na União Européia (UE) e uma no Japão.

TABELA 2.1

**Grupo Parker Hannifin
Receita Líquida e Emprego, Total e Mercado Aeronáutico, Anos Selecionados**

(Valores em US\$ milhões)

	1997	2000	2003	2004	2005
Receitas	4.091	5.355	6.311	6.999	8.215
Empregos	34.927	43.895	46.449	48.099	50.638
Dispêndios em P&D			122	143	165
Receitas no negócio aeronáutico	863	1.138	1.183	1.216	1.359
Empregados no negócio aeronáutico					4.000

Fonte: Parker Hannifin (2005).



Os principais concorrentes do grupo Parker no mercado aeronáutico são Eaton, Zodiac, Honeywell, Moog, Hamilton Sundstrand (United Technologies) e Thales. O grupo fundamenta sua estratégia de crescimento no tripé inovação (*winovation*), aquisições e globalização.

Em relação à inovação, o grupo tem mantido perfil relativamente modesto nos gastos em P&D, com cerca de 2% das receitas ao ano, nos últimos três anos. No entanto, há uma expressiva mudança qualitativa na atuação do grupo no negócio aeronáutico que tem sido sustentada por seu esforço de engenharia e é apresentada como elemento importante de inovação e diversificação. Trata-se da aquisição de competências para prestar serviços de integração de sistemas – desenvolvimento e fornecimento de soluções e sistemas/subsistemas completos e integrados para novos projetos de aeronaves. Os casos de fornecimento do subsistema hidráulico integrado para o programa 787 da Boeing; dos subsistemas hidráulico, de combustível e de controle de vôo, para o programa 170/190 da Embraer; e dos subsistemas de combustível para o programa A340-500/600 da Airbus são apresentados como inovações nesse sentido. Com efeito, a empresa considera que *marketing systems solutions for customer applications* constituem uma das principais oportunidades para seu crescimento nos próximos anos [Parker Hannifin Corporation (2005, p. 19)]. Vale acrescentar que os contratos com a Embraer tiveram uma importância considerável para a empresa nesse sentido. De acordo com o entrevistado da Parker no Brasil, a experiência com o programa Embraer 170/190 foi a primeira e de grande importância para o aprendizado do grupo Parker no fornecimento de sistemas integrados, tendo contribuído para que a empresa se qualificasse para participar do programa Boeing 787.

As aquisições sempre foram e continuam sendo aspecto central da estratégia de crescimento e diversificação do grupo Parker Hannifin. Desde 1918, ano de sua fundação, a 2001, foram 58 aquisições. Essa estratégia tem sido intensificada como forma de buscar maior presença no processo de globalização. No ano de 2005, foram nove aquisições, e a entrada por meio de *joint ventures* na China e em Cingapura. No entanto, a produção e a engenharia para o segmento aeronáutico continuam primordialmente concentradas nos EUA, ainda que o *outsourcing* de componentes tenha aumentado substancialmente na Ásia.



Atuação na cadeia aeronáutica brasileira

Nos últimos 12 anos, cresceu a importância estratégica relativa da Embraer para os negócios da Parker, de acordo com o entrevistado da empresa. A Parker Hannifin é a principal responsável pelo fornecimento de componentes para sistemas hidráulicos (100%), sistemas de combustível (90%) e sistemas de comando de vôo (80%) do ERJ 145. No programa Embraer 170/190, o grupo é parceiro de risco responsável exclusivo pelo suprimento desses sistemas. Na estimativa do gerente do escritório do programa aeronáutico brasileiro da Parker, a participação em ambos os programas representava aproximadamente 1% da receita de vendas anual do grupo, ou cerca de US\$ 80 milhões, em 2005 (Tabela 2.2). No programa LJ (Light Jet), a Parker venceu a concorrência para fornecimento dos sistemas hidráulicos, superando a Eaton, mas perdeu o de sistemas de combustível para a Thales.

No Brasil, a atividade industrial da Parker é realizada exclusivamente pela divisão industrial. A divisão aeronáutica conta apenas com o escritório dirigido pelo entrevistado, com uma equipe de dez funcionários, dos quais oito são engenheiros. Os sistemas e componentes fornecidos para a Embraer são todos importados da Parker Hannifin americana. A maior parte dos componentes que integram tais sistemas é produzida pela própria Parker ou por fornecedores em sua maioria norte-americanos. A divisão aeronáutica não tem fornecedores brasileiros.



TABELA 2.2

Parker Hannifin no Brasil
Receita Líquida Estimada e Emprego, Total e Mercado
Aeronáutico – 2005

(Valores em US\$ milhões)

	2005
Receitas da subsidiária brasileira – Total	400(a)
Empregados no Brasil – Total	2.500
Receitas referentes ao fornecimento dos programas 145 e 170	80(b)
Empregados no Brasil alocados no negócio aeronáutico	10

Fonte: Parker Hannifin (2005).

^(a) Valores estimados com base em percentuais informados pelo entrevistado.

^(b) Receitas, nesse caso, referem-se ao fornecimento do grupo à Embraer, nos referidos programas; não são necessariamente contabilizadas como receitas da subsidiária brasileira.

Capacitação da equipe da Parker Aeronáutica no Brasil

Os oito engenheiros da equipe da Parker no Brasil atuam naquilo que o entrevistado define como engenharia de ligação. Esta consiste em prestar assistência técnica inicial em eventos relacionados a problemas surgidos com componentes na linha de produção da Embraer. Esses engenheiros levantam informações sobre o problema, elaboram um relatório detalhado com sugestões de possíveis linhas de intervenção e o enviam para o gerente de produto, na matriz, onde o problema é avaliado e se define a solução. A equipe do Brasil tem autonomia para “prender” uma peça, ou seja, tirá-la da linha de produção, porém não tem autonomia para liberá-la.

Em relação ao desenvolvimento de atividades de engenharia no Brasil, parece haver uma visão positiva em relação à engenharia de integração de sistemas, mas não em relação à engenharia para desenvolvimento dos componentes – controles, sensores e atuadores. O entrevistado disse ter dificuldade para encontrar, no país, engenheiros com conhecimento específico nessa área, por exemplo, com capacidade para projetar atuadores.



Relacionamento com a Embraer

O desenho, o projeto e a fabricação das peças destinadas à Embraer são oriundos das fábricas dos EUA. Não há grande integração entre a P&D da Parker e a da Embraer, na fase posterior ao desenvolvimento do programa Embraer 170/190. O entrevistado sugeriu que a Parker tentou implementar com a Embraer, sem sucesso, um programa chamado Internal Research & Development Alignment, que consiste em um relacionamento mais estreito com o cliente buscando sinergia nos desenvolvimentos futuros.

O entrevistado também disse que a Embraer não facilita o entrosamento com o escritório brasileiro da Parker, dando preferência a tratar diretamente com a matriz nos EUA. “A Embraer deveria estar mais atenta ao fortalecimento das engenharias dos fornecedores aqui, e não insistir em tratar só com os americanos.”

Perspectivas de adensamento

O entrevistado comentou que não está nos planos da matriz qualquer investimento destinado à produção, projeto/desenho na área aeroespacial no Brasil. Segundo ele, a tarefa mais nobre e cara desse processo é a engenharia, e essa é totalmente centralizada.

Em relação à produção de componentes ou contratação de fornecedores, em sua avaliação, só faz sentido deixar fornecedores dos EUA e UE se for para reduzir custo. Isso não é possível no Brasil, porque os fornecedores brasileiros não têm escala. Com efeito, como se verá na próxima seção, o fato de ser composta de fornecedores de pequeno porte é um dos principais estrangulamentos ao desenvolvimento da base de fornecedores da CAB. As empresas brasileiras são pequenas, não têm a escala requerida pela Parker para se tornarem fornecedoras, nem dispõem de recursos para bancar sua própria engenharia. A escala tem que ser grande para sustentar o ciclo longo do desenvolvimento. Segundo o gerente da Parker no Brasil, o país conta com mão-de-obra barata, mas não é esse o principal item de custo. O principal item está relacionado à garantia de confiabilidade e rastreabilidade exigidos pelo processo de produção para a indústria aeronáutica, e



nisso o Brasil está aquém do exigido. Por isso, a Parker começa a olhar para China, Filipinas, Japão e Coréia, em termos de *outsourcing* de componentes.

No final de 2005, um relatório foi produzido por uma equipe norte-americana da Parker que visitou o Brasil para verificar as possibilidades de desenvolvimento de fornecedores para a indústria aeronáutica. Esse relatório, entregue à diretoria da Parker, concluiu que: i) não há, no Brasil, máquinas para usinagem de precisão e para os tamanhos requeridos pelo setor; ii) o pessoal de produção não é suficientemente qualificado, não oferece condições de seguir instruções e normas para produção requeridas no setor; iii) os sistemas de qualidade não são adequados (não conhecem o sistema de qualidade aeronáutico); iv) a capacidade financeira é restrita; e, v) existem limitações gerenciais, de capacitação das direções etc. Um exemplo citado é a dificuldade de lidar com fornecedores que não falam inglês. Em vista disso, o entrevistado não acredita que, no curto a médio prazo, a direção da divisão aeronáutica da Parker pense em realizar investimentos produtivos no Brasil.

No entanto, como a Embraer começa a forçar a localização de fornecedores no Brasil, o gerente do escritório brasileiro iniciou a busca de alternativas para apresentar à matriz. As apostas que têm efeito voltam-se para a área de *software* embarcado e usinagem de precisão, mas têm tido pouco sucesso. Em usinagem, a esperança é a ThyssenKrupp Autômata, capaz de trabalhar com grande diversidade de peças, além da HTA Grauna. A idéia do gerente brasileiro é propor à Parker americana que subcontrate parte de seu fornecimento de componentes no Brasil, não necessariamente de componentes para aviões da Embraer. Dessa forma, isso ajudaria a equilibrar a balança comercial.

Em tese, o *outsourcing* da montagem de partes e componentes configura-se como uma boa opção de adensamento. O gerente relatou haver tentado a nacionalização da montagem da bomba de combustível do Ipanema, mas a Parker americana negou. A empresa considera essa uma área estratégica (competência crítica), daí sua resistência em tirá-la da matriz.



Engenharia é a melhor aposta de adensamento

O entrevistado da Parker demonstrou interesse em conseguir trazer para o Brasil a contratação de esforços de engenharia e não plantas para produção de peças. “O engenheiro brasileiro tem um custo (US\$ 2 mil a US\$ 3 mil ao mês) que representa de 1/3 a 1/5 o custo do engenheiro nos EUA.” Como o Brasil tem reconhecida capacidade em engenharia de integração de sistemas, o entrevistado revelou que está, no momento, tentando iniciar algo nessa área, trazendo para o Brasil o serviço chamado “Relatório/Boletins de Confiabilidade”. Tais boletins compreendem as informações que os engenheiros colhem, em todo o mundo, sobre o desempenho dos produtos em operação, e depois emitem análises que servem como diretrizes para projetistas decidirem a respeito de novos melhoramentos. O entrevistado está concluindo uma proposta, com aval da matriz, para a elaboração no Brasil do relatório de confiabilidade de sistemas hidráulicos, esperando gerar mais três ou quatro empregos de engenheiros com essa iniciativa.

O gerente do escritório aeronáutico brasileiro da Parker acredita ser muito importante concentrar os esforços de adensar a CAB trazendo/criando no Brasil uma base para produtos inovadores e não produtos maduros, que já são fabricados lá fora. O entrevistado afirmou que uma grande oportunidade para o país seria explorar inovações em componentes baseados em eletrônica embarcada. A emergente área de controles eletrônicos abre uma avenida (sic) de oportunidades de produtos inovadores em sistemas hidráulicos, sistemas de combustível, sistemas de comando de vôo e sensores de desgaste de estrutura. O Brasil tem engenharia suficientemente desenvolvida, na opinião do entrevistado, para que o *software* seja projetado aqui, com a participação e o apoio da Embraer. O BNDES deveria incentivar iniciativas desse tipo.

Barreiras ao adensamento/políticas públicas

O entrevistado comentou que a aduana brasileira e os trâmites nos portos são alguns dos principais obstáculos à nacionalização de produtos e atividades. Por exemplo, a empresa não pode trazer as



partes de um componente para o Brasil, montá-lo e depois enviar novamente para a matriz sem que isso seja considerado importação e incida sobre ela toda a gama de impostos previstos.

Também foi criticada a atuação de órgãos específicos do setor, como o DAC (hoje substituído pela Anac), que estabelece os preços das tarifas no serviço de transporte aéreo, e da antiga Cotac (hoje extinta), do Ministério da Aeronáutica, que autorizava ou não as importações para o setor. Comentou o erro estratégico que a Cotac cometeu ao proibir importações após o atentado de 11 de setembro de 2001, exatamente o momento em que os preços baixaram.

2.2.1.2 Hamilton Sundstrand (UTC)

Estratégia global

O grupo United Technologies Corporation – UTC define-se como um provedor global de produtos e serviços de alta tecnologia para as indústrias de construção e aeroespacial. O chamado negócio comercial – que inclui as unidades de negócios da Otis (elevadores e escadas rolantes), Carrier (sistemas de climatização) e UTC Fire & Security – respondeu por 64% das receitas do grupo em 2005, que totalizaram US\$ 42,7 bilhões (Tabela 2.3). As unidades do Grupo UTC que atuam no setor aeroespacial compreendem, por ordem de importância na contribuição para as receitas do grupo: Pratt & Whitney, fabricante de sistemas de propulsão para aeronaves; Hamilton Sundstrand, que fornece diversos componentes e sistemas de suporte e de controle para aeronaves; e a Sikorsky, que atua na fabricação de helicópteros. Em 2005, 20% do total das receitas do grupo decorreram da atividade na aviação comercial, e 16%, de atividades aeroespaciais militares. A história do grupo UTC data do primeiro quarto do século XX, nos EUA, com a constituição das primeiras empresas do setor aeronáutico naquele país e teve grande impulso com a consolidação da Hamilton Aero Manufacturers, da Pratt & Whitney e da Sikorsky na United Aircraft, em 1934. Na década de 1970, com a aquisição da Carrier e da Otis, o grupo altera sua denominação para a forma atual. A aquisição da Sundstrand



Corporation, em 1999, e sua integração à Hamilton Standard levou à formação da Hamilton Sundstrand.

Trata-se de um dos maiores grupos industriais americanos (o 20º, de acordo com a revista *Fortune*, em 2005), com sólida reputação nos mercados de defesa e aviação civil. Em 2005, empregava mais de 220 mil pessoas, aproximadamente 2/3 delas fora dos EUA. O grupo tem marcada presença global, operando cerca de quatro mil estabelecimentos em 62 países. Mais de 60% das receitas provêm de operações internacionais (realizadas fora dos EUA).

A Hamilton Sundstrand – HS tem 77% de suas receitas decorrentes da atividade no setor aeroespacial, sendo o restante em mercados industriais. Cerca de 71% do total das receitas, 4,3 bilhões em 2005 (Tabela 2.3), referem-se à indústria aeronáutica, e 6%, a aplicações militares no espaço, terra e mar. Não obstante, a aviação militar corresponde a 48% dos negócios da empresa no setor aeronáutico. Diferentemente do perfil do grupo a que pertence, apenas 31% dos 16 mil empregados da HS atuam fora do país de origem, sendo a grande maioria na UE e cerca de mil no Japão. As 25 plantas produtivas encontram-se nos EUA, França, Reino Unido, Rússia, Alemanha, Itália e Japão e, mais recentemente, a HS iniciou operações de manufatura na China e em Cingapura.

TABELA 2.3

Grupo United Technologies Corporation – UTC
Receita Líquida e Emprego, Total e Mercado Aeronáutico,
Anos Selecionados

(Valores em US\$ milhões)

	2001	2003	2004	2005
Receitas	27.897	31.034	37.445	42.725
Empregos	152.000	203.300	209.700	222.200
Dispêndios em P&D	1.264	1.040	1.267	1.367
Receitas HS		3.598	3.921	4.382
Empregados HS			16.000	16.000

Fonte: UTC (2005).



A Hamilton Sundstrand é fornecedora global de tecnologias avançadas ao setor aeroespacial. É um dos principais *players* em programas espaciais internacionais, mas o principal foco comercial da empresa é o desenvolvimento e a produção de sistemas para a indústria aeronáutica civil e militar. De acordo com informações da empresa, os sistemas desenvolvidos por ela podem ser encontrados em 90% dos aviões do mundo. No segmento aeronáutico, o foco estratégico da HS é a gestão de potência, ou seja, sua principal linha de negócios com as empresas integradoras de aeronaves é o desenvolvimento de soluções e sistemas de geração de energia para aviões.

A empresa define-se como “the aerospace power company”, com produtos que compreendem os sistemas principais de geração e distribuição de energia elétrica e os sistemas de potência auxiliares (APUs). De acordo com o diretor de marketing para a América Latina, as soluções mais avançadas da HS nessa área a colocam muito à frente dos concorrentes.

Outro foco dos esforços inovadores da HS no segmento aeronáutico está relacionado com o aumento da segurança das aeronaves e seu conforto térmico. Dessa forma, a presença da HS é forte no fornecimento à indústria aeronáutica de sistemas de pressurização e climatização, compreendendo componentes como compressores, controladores de temperatura e pressão, umidificadores, turbinas de ar etc. Uma terceira linha de atuação é no fornecimento de componentes auxiliares dos sistemas de propulsão, como trocadores de calor e atuadores das turbinas. Finalmente, a HS também concorre com a Parker no fornecimento de atuadores para sistemas de controles de voo. Deve-se acrescentar que, de acordo com informações levantadas em entrevista, uma parte significativa das receitas da HS é proveniente dos serviços de pós-venda, em especial, manutenção, reparo e revisão geral de seus produtos. Para o grupo UTC como um todo, os serviços e vendas *after-market* representam 42% das receitas. Considerando a grande diversidade de segmentos e produtos aeronáuticos em que atua, seus principais concorrentes são Liebherr, Honeywell e Parker Hannifin.

É interessante notar o foco estratégico da HS na busca para se tornar uma empresa provedora de soluções e sistemas, isto é, tornar-se



uma integradora dos sistemas de geração e distribuição de energia e sistemas de climatização e pressurização. A empresa sustenta sua estratégia no tripé: 1) presença global; 2) diversificação de seu mix de negócios, que garante a possibilidade de compensar ciclos ruins em determinados segmentos; e, 3) tornar-se uma integradora de sistemas [Hamilton Sundstrand (2005)]. Nesse sentido, a importância da experiência da HS com o programa Embraer 170/190 foi semelhante à da Parker. Foi a primeira experiência da HS com o perfil de fornecedor que desenvolve e fornece sistemas integrados e não componentes isolados. Essa qualificação, na visão do entrevistado, foi fundamental para que a Boeing aceitasse a HS como integradora no fornecimento de sistemas de energia e pressurização completos para o programa 787.

A HS, assim como outras unidades do grupo UTC, também tem baseado sua estratégia de crescimento na busca de inovações tecnológicas. Por exemplo, para o Boeing 787, a solução para o sistema de energia e pressurização é integrada e bastante inovadora. A HS vale-se da ênfase do grupo UTC em atividades de P&D, cujos dispêndios têm se mantido acima de 3% das receitas ao ano (Tabela 2.3). O centro de pesquisa da UTC, nos EUA, conta com cerca de 450 funcionários, entre pesquisadores, técnicos e administrativos.

Atuação na cadeia aeronáutica brasileira

Até o advento do programa ERJ 145, a atuação da HS no Brasil limitava-se primordialmente à assistência técnica a aeronaves, com venda de peças de reposição e fornecimento de pequena monta para a Embraer. Há cerca de dez anos, a receita anual era de US\$ 15 milhões em média, dos quais 1/3 representava transações com a Embraer. No programa ERJ 145, a HS foi selecionada para fornecer o sistema de energia auxiliar (APU) e o sistema de climatização. O entrevistado estima valor médio de US\$ 250 mil de fornecimento da HS para cada aeronave ERJ 135/145. Isso representou receitas superiores a US\$ 40 milhões anuais, no auge de entregas do programa. Com esse valor, a atividade da HS na região (América Latina) passou a ser considerada substancial, de acordo com os critérios de avaliação da empresa. Observe-se que, nesse critério, estão



também incluídas as receitas projetadas de manutenção, reparos e revisão geral (Maintenance, Repair and Overhaul – MRO). Na estimativa do entrevistado, os serviços de MRO dos componentes da HS para a frota mundial de ERJ 135/145, estimada hoje em cerca de mil aviões, devem totalizar cerca de US\$ 40 milhões anuais.

O programa Embraer 170/190 promoveu substancial mudança qualitativa nas transações da HS com a Embraer, bem como nos valores envolvidos. A HS foi selecionada como parceiro de risco para o desenvolvimento e fornecimento dos sistemas elétrico e de gerenciamento de ar do programa. Segundo o diretor de marketing da HS para a América Latina, o valor do fornecimento da HS por aeronave, nesse programa, saltou para uma média de US\$ 1,25 milhão, constituindo-se no segundo maior dispêndio por fornecedor, depois do sistema de propulsão. Mais significativo para a HS, no entanto, na avaliação do entrevistado, foi o processo de aprendizado como integradora de sistemas, durante a fase de desenvolvimento da aeronave. Esse aprendizado propiciou que a empresa subisse de posição na cadeia de valor, buscando agregar competências de integradora a seus produtos.

A estimativa de receitas anuais da HS com os programas de jatos regionais da Embraer, com base nos valores por aeronave levantados em entrevista, aponta que as receitas aumentaram de forma significativa, atingindo patamar de cerca de US\$ 100 milhões, em 2005, com o crescimento das entregas do programa das aeronaves da família Embraer 170/190 (Tabela 2.4). Estima-se que, com o aumento das entregas, essa receita atingirá valores mais elevados. Somando-se as receitas de serviços de MRO para componentes da HS nos jatos ERJ 135/145, chega-se a um valor de US\$ 140 milhões anuais. Uma outra estimativa do entrevistado, coerente com os indicadores constantes na Tabela 2.4, é de que as receitas com fornecimento à Embraer correspondem a aproximadamente 2,5% das receitas totais da HS.

Essas receitas são primordialmente auferidas como exportações da HS americana, uma vez que a atividade dessa empresa no Brasil resume-se a um escritório de representação (*field marketing*), dirigido pelo executivo entrevistado para essa pesquisa. Esse escritório



emprega 12 funcionários, que apóiam o processo de manufatura da Embraer. Não apenas as atividades de engenharia e produção são desenvolvidas nos EUA, como também a maior parte dos componentes que se inserem nos sistemas fornecidos pela HS à Embraer é adquirida nos EUA, UE e Ásia. O único caso de fornecimento à HS por empresa brasileira é o da Digicon, que será comentado mais adiante, nesta seção. A experiência da Digicon também é tratada na seção sobre fornecedores brasileiros.

TABELA 2.4

Hamilton Sundstrand no Brasil
Receita Líquida Estimada e Emprego no Mercado Aeronáutico

(Valores em US\$ milhões)

	2003	2004	2005
Receitas referentes ao fornecimento dos programas 145 e 170(a)	21,2	79,5	102,0
Empregados no Brasil alocados no negócio aeronáutico			12

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

^(a) Valores estimados com base em valor de fornecimento por tipo de aeronave informado pelo entrevistado; as receitas referem-se ao fornecimento da empresa à Embraer, nos referidos programas; não necessariamente são contabilizadas como receitas da subsidiária brasileira.

As receitas de MRO não estão contabilizadas.

Relacionamento com a Embraer e capacitação da equipe da HS no Brasil

O processo de colaboração e interação entre as engenharias da Embraer e da HS foi intenso na fase de desenvolvimento do programa Embraer 170/190. De acordo com a entrevista, na fase de desenvolvimento, o escritório da HS no Brasil chegou a ter cerca de 50 empregados, boa parte deles engenheiros americanos que trabalharam de modo integrado com os engenheiros da Embraer. Foi mencionado o trabalho conjunto das engenharias no Brasil para produzir os relatórios de confiabilidade necessários para a certificação do Embraer 170. Vale acrescentar que apenas a Embraer possuía experiência na certificação completa dos sistemas fornecidos pela HS; nesse sentido, a colaboração e essa dimensão relacional não deixam



de compreender a transferência de tecnologia da empresa brasileira para a sistemista americana.

No entanto, os desdobramentos dessa experiência parecem não ter sido localizados. Terminado o projeto, a base de engenharia retornou aos EUA, e o processo não deixou resultados no escritório brasileiro. Hoje, há apenas um engenheiro na equipe do escritório. Dessa forma, embora tenham se intensificado o fluxo técnico e a troca de conhecimento tácito e codificado entre a Embraer e seu fornecedor, isso parece ter acrescentado às competências do fornecedor nos EUA, mas não agregou às capacidades existentes no Brasil.

Perspectivas de adensamento

Em relação às iniciativas de investimento da HS que possam contribuir para o adensamento da cadeia de valor aeronáutica no Brasil, o entrevistado procedeu a uma avaliação por tipo de suprimento/fornecedor:

- *Hardware* de uso geral (porcas, parafusos, abraçadeiras etc.): trata-se de atividade e produto que não são de fronteira e que, em princípio, poderiam ser desenvolvidos no Brasil (hoje, em sua maior parte, esse *hardware* é importado); isso requer a adequação dos processos e produtos dos fornecedores brasileiros às normas aeronáuticas; no entanto, as empresas brasileiras não têm escala para sustentar essa transição, e a HS não enfrenta problemas de suprimento nessa área, que é abundante no mundo.
- Matérias-primas (alumínio, aço e titânio aeronáuticos): como houve um encolhimento da oferta mundial, o entrevistado julgou que há uma perspectiva efetiva e economicamente viável para novas plantas de matéria-prima aeronáutica; levando-se em conta a posição do país como produtor de minério para a fabricação de alumínio, essa poderia ser uma perspectiva considerada pelos grandes produtores globais, com apoio do governo brasileiro.
- Usinados, forjados e material composto: trata-se de processos com certa intensidade de mão-de-obra e que estão se tornando



caros nos países centrais; a tendência é buscar essa produção onde seja mais barata, sem perda da qualidade aeronáutica; isso tem feito crescer o *outsourcing* para países emergentes da Ásia, principalmente China, Índia, Cingapura; o Brasil não é considerado, entre outros fatores, porque as empresas brasileiras não têm escala, solidez financeira, nem familiaridade com as normas aeronáuticas.

- Componentes elétricos e eletrônicos de maior complexidade: são produzidos internamente pela HS, nos EUA, por razões estratégicas.
- Componentes eletrônicos de menor complexidade: nesse caso, buscou-se efetivamente desenvolver a Digicon como fornecedor nacional.

De acordo com informações obtidas na entrevista, a partir do ano 2000 a HS, motivada, sobretudo, pelas exigências da Embraer, desenvolveu a Digicon como fornecedora de válvulas eletrônicas. Firmou-se um acordo de fornecimento para cinco anos, que foi renovado para mais dois anos. A intenção era que a Digicon fosse fornecedora exclusiva daquele componente. Apesar de a experiência ter sido um sucesso do ponto de vista tecnológico, a Digicon tem tido dificuldade para entregar as válvulas ao preço estipulado pela HS por causa da grande apreciação cambial dos últimos anos. Mesmo recursos para compra de matéria-prima têm sido adiantados à Digicon pela HS. A conclusão da HS sobre esse caso é que a maior dificuldade para se estabelecerem contratos de fornecimento de componentes com empresas brasileiras está relacionada, novamente, à falta de solidez financeira dessas empresas e a problemas econômicos do país (flutuação do câmbio, flutuação da taxa de juros, mudanças nas políticas governamentais etc.).

Engenharia é a melhor aposta de adensamento

A HS encontra-se no processo de estabelecimento de um escritório de engenharia no Brasil para prestar serviços ao centro de P&D da UTC em Hartford. Trata-se de um projeto-piloto, em que se estima



a contratação de um grupo de até seis engenheiros que atuarão no desenvolvimento de *software* embarcado e na engenharia de integração de sistemas. Se a iniciativa der certo, a expectativa é de que o escritório se amplie. A principal conveniência, de acordo com a entrevista, é o custo do trabalho de engenharia no Brasil em comparação aos salários pagos nos EUA. No entanto, também nesse caso, a valorização do real tem minado a competitividade brasileira em mão-de-obra técnica.

Obstáculos ao adensamento/políticas públicas

Segundo o entrevistado, o Brasil disputa a localização de unidades fabris da HS com outros países em desenvolvimento, sobretudo no Leste Europeu e na Ásia. A grande desvantagem do Brasil em relação a esses países está relacionada ao que ele chamou de “ambiente hostil” brasileiro: câmbio flutuante; descontinuidade das políticas públicas; corrupção; regulamentação trabalhista ultrapassada; juros muito elevados etc. Esse “ambiente hostil” afugentaria os possíveis investimentos no país.

2.2.2 Fornecedor do Sistema de Trem de Pouso

2.2.2.1 Liebherr e Eleb – Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil

A parceria entre Liebherr e Embraer

O arranjo organizacional e patrimonial que envolve o fornecimento dos sistemas de trem de pouso aos jatos da Embraer é único e aponta para um modelo de localização/adensamento que parece ser um dos mais bem-sucedidos entre os examinados nesta pesquisa. Esse arranjo envolve uma forma singular de parceria de risco entre o grupo alemão Liebherr e a Embraer, que se estrutura na consolidação da *joint venture* Eleb–Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil, em 1999, na qual a Embraer detém o controle de 60% do capital e a Liebherr, o restante.



A parceria surgiu da relação que as duas companhias estabeleceram no desenvolvimento do programa ERJ 145. Nesse programa, a EDE (Embraer Divisão Equipamentos) encarregou-se do desenvolvimento e fornecimento do trem de pouso principal, enquanto o equipamento auxiliar – trem de nariz – foi contratado da Liebherr. Já no programa Embraer 170/190, a EDE enfrentou limitações de capacidade instalada para assumir o mesmo papel porque as dimensões do trem de pouso principal eram incompatíveis com as máquinas disponíveis na divisão de equipamentos da Embraer. Não obstante, a empresa tinha interesse em manter e, se possível, incrementar a produção de equipamentos no Brasil, preferentemente de forma externalizada.

No arranjo definido por meio da formação da *joint venture* e de uma parceria de risco associada, esses diversos objetivos são alcançados. O desenvolvimento e a produção do trem de pouso principal do Embraer 170/190 ficaram a cargo da Liebherr, que exporta o equipamento para o Brasil. Já o desenvolvimento e a fabricação do equipamento auxiliar – trem de nariz – são da responsabilidade da Eleb. Nesse processo, a tecnologia para desenvolvimento de trens de pouso auxiliares foi transferida para a Eleb, que não a dominava, de acordo com entrevista realizada com a diretora comercial da empresa e o responsável por relações com fornecedores. Assim, a Eleb passou a fornecer os trens auxiliares também para o programa 145. Formalmente, a Liebherr é a parceira de risco da Embraer para o programa 170/190, responsável pelo sistema de trem de pouso, e subcontrata a Eleb para fornecimento do equipamento auxiliar. Conseqüentemente, contornaram-se os limites de capacidade produtiva da antiga EDE, incrementou-se a produção local – como será visto, com significativa diversificação de clientes no exterior –, incrementou-se a capacidade tecnológica local para desenvolvimento de sistemas de trem de pouso e, ao mesmo tempo, manteve-se a diretriz de desverticalizar a organização da cadeia de valor. Mais importante, criou-se uma empresa de médio porte na CAB, que nasceu com a perspectiva de aumentar sua participação no mercado global de sistemas de trens de pouso.

A integralização do capital da Eleb deu-se sob a forma de ativos físicos e intangíveis (patentes), por parte da Embraer, e de recursos monetários, por parte da Liebherr. No processo de concorrência para a



parceria, a Liebherr superou dois grupos mais fortes nesse segmento: Goodrich e Messier-Dowty. De acordo com os informantes, a associação com a Embraer era vista como alinhada à estratégia da Liebherr de se tornar a segunda empresa global fornecedora de trens de pouso, ao passo que, para a Embraer, associar-se com um grupo menor que os outros lhe possibilitava maior poder de barganha na estruturação da parceria.

O grupo Liebherr é uma empresa familiar, com origem na manufatura de equipamentos para construção civil, que se diversificou para vários segmentos de equipamentos pesados e seus componentes, para os setores aeronáutico e ferroviário. Tem ainda presença marcante na produção de eletrodomésticos de linha branca, além de atuar no setor de hotelaria. São restritas as informações econômicas e financeiras publicadas, por ser um grupo de capital fechado. Em 2004, o faturamento total do grupo foi de € 4,6 bilhões, com um quadro funcional de 22.245 empregados e atuação comercial em mais de 30 países. De acordo com os entrevistados, a unidade aeronáutica do grupo representa cerca de 14% de seu faturamento.

Atuação da Eleb na cadeia aeronáutica

De acordo com os entrevistados e com documentos da empresa, o negócio da Eleb é o desenvolvimento, a produção e o apoio pós-venda de trens de pouso e componentes eletro-hidromecânicos para esses equipamentos, com foco na aviação leve, helicópteros e aeronaves até 70 toneladas. Os componentes desenvolvidos e produzidos compreendem válvulas, atuadores, acumuladores, pilones e caixas de travamento. A evolução da carteira de clientes e os programas de aeronaves em que atua como fornecedora (Quadro 2.1) alinham-se com a construção de suas competências e revela como a *joint venture* foi uma solução frutífera em termos de diversificação e abertura de mercados internacionais para a antiga EDE.



QUADRO 2.1**Eleb: Principais Clientes e Respectivos Programas e Fornecimentos – 2005**

Cliente	Programas	Fornecimentos
Embraer	Embraer AMX	TDP* principal e hidráulicos, ERU
	ALX – Super Tucano	Sistema de TDP, hidráulicos, pilone
	ERJ – 135/140/145	TDP principal, válvulas, acumulador
	Embraer 170 /190	TDP de nariz, componentes do TDP principal, atuador de freio aerodinâmico
	Phenom	Sistema de TDP, atuadores
Sikorsky	S-92	TDP principal, TDP de nariz, atuador
	Sikorsky Comanche	TDP de cauda, atuador
Liebherr(a)	Aermacchi M246	TDP de nariz
	Airbus A330/340	Atuadores
	Global Express	TDP de nariz
	Airbus Air Tanker	Amortecedor, caixa de travamento
	Lockheed Martin AT-63 Pampa	Atuadores
	ARJ 21	TDP de nariz
Raytheon Aircraft	Premier, Hawker 400XP, JPATS/T6-A/B, King Air 350/B200/C90, Baron, Bonanza	Sistemas de TDP

Fonte: Documentos da Eleb e BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

(a) Participação em contratos liderados pela Liebherr com vários clientes.

*TDP = trem de pouso.

A Eleb sucedeu a EDE no programa Alenia-Aermacchi-Embraer AMX, cujo desenvolvimento, na década de 1980, constituiu-se numa das principais fontes de aprendizado sobre projeto e integração de jatos para a Embraer. Igualmente, o fornecimento de partes para os helicópteros Sikorsky S-92 e Comanche são contratos iniciados na fase da EDE. Esse aprendizado capacitou a EDE para se tornar fornecedora do sistema de trem de pouso do programa ERJ 145, sucedida pela Eleb no programa Embraer 170/190. Em termos de valor, a divisão do fornecimento desse sistema para o ERJ 145 dá-se da seguinte forma: 57% para a Eleb e 43% para a Liebherr. Essa situação se inverte no Embraer 170/190: 60% para a Liebherr e 40% para a Eleb.



É significativa a diversificação de clientes que a parceria com a Liebherr e o aprendizado com o programa 170/190 propiciaram à Eleb. Por meio da atuação como fornecedora de componentes em contratos globais liderados pela Liebherr, a empresa tem participado de programas da Airbus, Aermacchi, Lockheed e, ainda, no chinês ARJ-21. No entanto, um ponto alto da competitividade da *joint venture* foi ganhar a concorrência para o fornecimento de trens de pouso para a maior parte de aviões leves da Raytheon Aircraft. Isso ocorreu entre 2004 e 2005, envolveu uma disputa com Messier-Dowty e, quando o contrato de fornecimento estiver plenamente implementado, representará receitas de exportações anuais de cerca de US\$ 20 milhões.

Em linha com a percepção dos fornecedores de sistemas, os serviços de MRO são vistos na Eleb como fonte significativa de receita e uma linha de negócios a ser organizada e desenvolvida. Hoje, a empresa mantém operação de MRO dos equipamentos que fornece para o ERJ 145. O contrato com a Raytheon representa substancial possibilidade de expansão dos serviços e receitas de MRO da Eleb, na avaliação dos entrevistados. Afinal, representa a possibilidade de servir uma frota de cerca de 40 mil aeronaves.

O fornecimento de equipamentos para o Embraer 170/190 e as exportações para a Liebherr foram responsáveis pelo expressivo aumento das receitas da Eleb, especialmente entre 2003 e 2005 (Tabela 2.5). Os entrevistados projetavam vendas no valor de US\$ 65 milhões em 2006 e um acréscimo de cerca de 30% de receita com a implementação do contrato com a Raytheon. No entanto, os dados fornecidos não permitiram estimar o valor das receitas de exportações nos anos recentes – não foram informados os valores dos contratos com a Liebherr. Contudo, identificou-se que as vendas à Embraer representavam, em 2005, cerca de 75% do valor das vendas da Eleb; os contratos com a Liebherr, 18%; e os contratos com Sikorsky, 7%. Supondo-se que as vendas à Liebherr e à Sikorsky são, na maioria, relacionadas a operações de exportação, o valor exportado estaria em torno de US\$ 13,75 milhões.



Tabela 2.5

Eleb
Receita Líquida, Emprego, Dispendios em P&D e Exportações,
Anos Selecionados

(Valores em US\$ milhões)

	2002	2003	2004	2005
Receitas	25,6	25	46,6	55
Empregos			560	580
Dispendios em P&D			3,7	4,4

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Ressalte-se, no entanto, que os componentes de maior valor e intensidade tecnológica nos trens de pouso principais e auxiliares, projetados e montados pela Eleb, de acordo com os entrevistados, são importados. A exemplo da Embraer, a Eleb só adquire, no mercado brasileiro, serviços mais simples de usinagem. Apenas serviços de engenharia representam contribuição de empresas nacionais com maior intensidade tecnológica (Quadro 2.2).

O fornecimento de processos de tratamento térmico é um gargalo, não apenas para a Eleb, mas para a cadeia aeronáutica brasileira como um todo. Por falta de fornecedores, a Eleb internalizou alguns processos de tratamento térmico, ainda à época da EDE, e continua prestando esses serviços à Embraer até o presente. Hoje, a Eleb não tem interesse em externalizar esses processos, visto que aumentaria demasiadamente seus custos, em função de restrições ambientais a novas empresas que utilizam determinados processos (por exemplo, banho de cádmio), nem em continuar a prestá-los à Embraer, por não ser o seu foco de negócios. Isso acaba por prejudicar todos os participantes da cadeia.



QUADRO 2.2

Principais Fornecedores de Serviços Industriais e de Engenharia – 2005

Serviços de Engenharia	Serviços Industriais
Fibraforte	Giovanni Passarella
Akaer	Fastwork
Geômetra BTE	Panmetal
Solution	GD Marcatto
CEMEF Engenharia	Lanmar

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Relacionamento com a Embraer e capacitação

Aparentemente, a dupla relação da Eleb com a Embraer – de um lado, como empresa controlada e, de outro, como fornecedora – provoca um conflito de interesses que as duas estão aprendendo a contornar. Para a Embraer cliente, a busca de independência e de novos clientes e mercados por parte da Eleb gera um certo grau de inquietação.

Em relação aos processos de aprendizado, como vimos, a Eleb foi constituída com o patrimônio de competências acumuladas pela EDE, por meio dos programas AMX e ERJ 145. Na avaliação dos entrevistados, o “pulo-do-gato” no aprendizado do projeto do trem de pouso é “dominar a integração dos componentes no sistema”, e isso foi incorporado com o programa AMX. A parceria com a Liebherr rendeu à Eleb o aprendizado referente a trens de pouso auxiliares. Mais recentemente, o contrato de terceirização da produção de TDPs para a Raytheon tem contribuído também para fortalecer o aprendizado da Eleb, à medida que o contratante repassa para o fornecedor brasileiro, além de equipamentos de produção, os desenhos e os procedimentos de teste.

Em comparação com as outras fornecedoras examinadas nesta pesquisa, incluindo os demais parceiros de risco, a Eleb destaca-se em termos de intensidade de seu esforço tecnológico. Seus dispêndios em P&D têm representado cerca de 8% do valor de vendas



(ver Tabela 2.5). A empresa conta com cerca de 80 engenheiros e técnicos de desenvolvimento de produto (14% da força de trabalho), e outros 80 engenheiros e técnicos em métodos e processos. Além da atividade de desenvolvimento de produto, o grupo de P&D realiza pesquisa em materiais, apoiada em convênios que a Eleb mantém com a UFSCar e a Unesp.

Vale mencionar que a empresa deu um salto na sua infra-estrutura tecnológica, recentemente, com a construção de um equipamento de queda livre para testes, de significativa complexidade e essencial aos processos de certificação. O investimento, no total de US\$ 2 milhões, foi realizado em 2004 e foi financiado pela Finep.

Perspectivas de adensamento

A Eleb é a única empresa, entre os parceiros de risco, que tem procurado trazer para o Brasil fornecedores de componentes aeronáuticos inovadores e com alto desempenho tecnológico. De acordo com os entrevistados, a empresa está em processo de negociação com a Busak+Shamban, fornecedora de soluções de vedação de alta performance e tradicional *player* do setor aeroespacial, para a instalação de uma linha de produção de 50 itens para anéis de vedação.

Apesar de estar obtendo sucesso, a avaliação geral dos entrevistados é similar àquela apresentada pelos parceiros de risco examinados anteriormente nesta seção. Considera-se que a demanda no Brasil e na América Latina é muito pequena e não corrobora a escala necessária para a instalação de uma operação industrial, no caso da maioria dos produtores de componentes aeronáuticos.

Obstáculos ao adensamento/políticas públicas

Os obstáculos mais significativos ao adensamento da cadeia de valor aeronáutica, segundo os entrevistados, estão primordialmente nas limitações regulatórias e tarifárias aos significativos fluxos de entrada e saída do país de produtos e materiais que, pela natureza do negócio, são intrínsecos à atuação da Eleb. Primeiramente, os entrevis-



tados apontaram as dificuldades na transferência dos equipamentos da Raytheon relacionados ao contrato de terceirização obtido com essa companhia. Embora tenha conseguido autorização para a importação dos equipamentos (usados), sobre eles incidiram 45% de impostos (II, IPI e ICMS). Essa tributação inibe a entrada em mercados que são inteiramente voltados à exportação, para os quais os investimentos deveriam ser desonerados. Um segundo ponto refere-se às exigências alfandegárias para a entrada de componentes e equipamentos que receberão serviços de MRO. A Eleb obteve do Decex uma autorização excepcional de dois anos para esse tipo de internalização, sem que seja considerada exportação, mas atenta para o fato de que deveria haver um regime diferenciado e genérico para tais casos.

Em relação à atuação do BNDES, a Eleb revelou ter boa experiência com o Banco. Os entrevistados mencionaram o contrato de crédito, no valor de R\$ 15 milhões, assinado em 2002, para financiamento da expansão da planta e desenvolvimento tecnológico. Sugerem a melhora no relacionamento com o Banco por meio da simplificação dos formulários de projeto, considerados muito complexos e de difícil acesso a empresas com menos recursos.

2.2.3 Fornecedores de Estruturas

2.2.3.1 Kawasaki Aeronáutica do Brasil

Estratégia global

A origem do grupo Kawasaki Heavy Industries – KHI é a fundação do estaleiro Kawasaki Tsukiji, em 1878, e sua evolução confunde-se com a própria história da industrialização do Japão. Tendo inicialmente se estabelecido na indústria naval, o grupo diversificou-se para outras indústrias pesadas de material de transporte, especialmente a ferroviária e a aeronáutica, bem como para a indústria de equipamentos para geração de energia e de bens de capital para a indústria de transformação. Hoje o grupo está estruturado em seis segmentos principais de negócios, relacionados a seguir com suas respectivas participações na receita de vendas no ano fiscal de



2005, que totalizou cerca de US\$ 12 bilhões (Tabela 2.6): produtos de consumo e maquinaria (28%); aeroespacial (17%); material ferroviário (13%); turbinas a gás e equipamentos para energia (12%); equipamentos para indústria e infra-estrutura (12%); construção naval (8%); e outros negócios (10%); incluindo mecânica de precisão, equipamentos de segurança etc. Empregando cerca de 29 mil funcionários diretos (Tabela 2.6), em 2005, a maior parte da produção e das atividades de engenharia do grupo está concentrada no Japão, onde se encontram 14 plantas produtivas. No exterior, as plantas localizam-se na Ásia (quatro plantas na China, uma na Tailândia, uma na Indonésia e uma nas Filipinas) e nos EUA (quatro plantas). Na Europa, há apenas uma planta de maquinaria de precisão, no Reino Unido. A Kawasaki Aeronáutica do Brasil Ltda. – KAB, cuja desincorporação foi anunciada pela KHI e pela Embraer em junho de 2006, era a única planta da KHI na América Latina.

Em seu planejamento de médio prazo, a Kawasaki define como negócios principais (*core businesses*) aqueles que mais se expandiram nos últimos cinco anos, que são os relacionados a produtos de consumo e maquinaria, e os negócios do segmento aeroespacial. O primeiro grupo compreende motocicletas, jet skis, motores para barcos, robótica e outros equipamentos industriais. As atividades nas áreas de material ferroviário e turbinas a gás e equipamentos de energia são consideradas negócios em desenvolvimento, enquanto as áreas de construção naval e equipamentos para a indústria de transformação e infra-estrutura são tidas como negócios em reestruturação.



TABELA 2.6

Grupo Kawasaki Heavy Industries – KHI
Receita Líquida e Emprego, Total e Mercado Aeronáutico,
Anos Selecionados

(Valores em US\$ milhões)

	2001	2003	2004	2005
Receitas	8.559	10.984	11.287	12.023
Empregos	29.162	29.306	28.682	28.922
Dispêndios em P&D			253	256
Receitas negócio aeroespacial	1.623	1.645	1.711	1.986
Empregados negócio aeroespacial	3.850	4.159		

Fonte: KHI (2006).

Os negócios da KHI no setor aeroespacial têm crescido sistematicamente nos últimos dez anos e geraram receitas de aproximadamente US\$ 2 bilhões, em 2005 (Tabela 2.6), empregando cerca de quatro mil funcionários. Esse segmento está baseado principalmente na Kawasaki Aerospace Company, mas, em 2002, a KHI adquiriu integralmente outra empresa do setor, a Nippi Corporation, na qual já tinha participação. Não há informações disponíveis sobre o valor de vendas que corresponde às atividades da Nippi, mas esse valor está computado no total das receitas da KHI no setor aeroespacial. Os principais competidores da KHI no Japão são os grupos Mitsubishi Heavy Industries e Fuji Heavy Industries.

Os negócios da KHI no setor aeronáutico compreendem duas grandes linhas: a aviação militar e a comercial. Não há informações sobre o peso de cada segmento nas vendas da KHI. A maior parte da história do grupo foi construída na aviação militar, que é a principal responsável pelo aprendizado da empresa na fabricação de aeronaves e no projeto de estruturas. Em relação à manufatura de aeronaves, as capacidades da KHI são limitadas à produção de pequenos aviões militares de observação, treinamento e transporte, além de helicópteros. De forma geral, atua na produção sob licença de aeronaves desenvolvidas por outras companhias, como o avião de observação PC-3, da Lockheed, que forneceu assistência técnica à KHI para sua capacitação para fabricar o modelo. O aprendizado na fabricação



sob licença foi a base para a obtenção de contratos de fornecimento de estruturas para a Embraer (Embraer 170/175/190/195) e Boeing (Boeing 767/777). Assim como no caso do programa Embraer 170/190, a KHI participou no co-desenvolvimento de estruturas para a Boeing. Observa-se claramente o interesse da KHI em ampliar seu papel, suas competências e a oferta de produtos e serviços aeronáuticos.

A produção da KHI no setor aeronáutico está concentrada na planta da Kawasaki Aerospace Company, em Gifu (Japão), onde se produzem aviões e helicópteros militares, estruturas para os Boeings 767 e 777 e asas para as aeronaves Embraer 170 e 175. A produção de asas para as aeronaves Embraer 190 e 195 está distribuída entre Gifu, onde são manufaturadas as partes e chapas, e Gavião Peixoto, na planta da KAB – cujas operações, desde junho de 2006, estão sendo conduzidas pela Embraer –, onde são montadas as asas. Além das operações da Kawasaki Aerospace Company, a Nippi produz estruturas para aeronaves, com foco na aviação comercial, como componentes de fuselagem e asas para os Boeings 747 e 777.

Atuação na cadeia aeronáutica brasileira

A atuação da KHI na CAB começou com sua entrada como parceiro de risco no programa Embraer 170/190. Até então, o desenvolvimento e manufatura de asas das aeronaves da Embraer eram operações internalizadas. A atividade de desenvolvimento da KHI relacionada com o programa Embraer 170/190, bem como a produção de asas para os modelos 170 e 175, estavam localizadas no Japão. O contrato estabelecido entre a Embraer e a KHI previa a instalação de uma planta da KHI em Gavião Peixoto. A KAB inaugurou sua fábrica em abril de 2003, com um investimento de cerca de R\$ 20 milhões e criação de 100 empregos, para operações de montagem da asa das aeronaves Embraer 190 e 195, a partir da importação de peças e componentes (cerca de cinco mil) do Japão.

A KAB iniciou a entrega de asas montadas para a Embraer ao final do ano de 2003, e as primeiras 12 aeronaves Embraer 190 foram entregues em 2004. As receitas atribuídas pela KHI à KAB,



em informação fornecida a esta pesquisa, possivelmente referem-se apenas a essa fase inicial de montagem e são inferiores a US\$ 1 milhão ao ano (Tabela 2.7). No entanto, para essa atividade a KAB chegou a contar com 142 empregados em 2004. Segundo informações fornecidas pela KHI, a montagem das asas do modelo Embraer 190 corresponde a 8% do custo industrial do produto, enquanto as partes e os componentes importados do Japão equivalem a 84%. Os 8% restantes referem-se a *hardware* de uso geral, sendo 70% importados dos EUA e 30% comprados no Brasil. As compras de fornecedores locais referem-se primordialmente a ferramentas de uso geral como brocas e fresas (compradas das empresas OSG e Asatec) e gabaritos, fornecidos pela Neiva.

TABELA 2.7

**Kawasaki Aeronáutica do Brasil – KAB
Receita Líquida Estimada e Emprego, Anos Selecionados**

(Valores em US\$ milhões)

	2003	2004
Receitas fornecimento ao programa 190/195	0,876	0,696
Empregados	38	142

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Relacionamento com a Embraer e capacitação da Kawasaki Aerospace

No caso da parceria de fornecimento entre a Embraer e Kawasaki Aerospace, é nítido o fluxo de transferência de tecnologia unidirecional da empresa brasileira para a empresa japonesa. Até a parceria de risco entre as duas organizações, a experiência da KHI era limitada à produção de asas para aeronaves menores e sem propulsão a jato. Segundo informações da KHI, o co-desenvolvimento do projeto da asa entre a Embraer e a matriz japonesa deu-se sob a orientação e o acompanhamento da Embraer, por meio de contrato de assistência técnica para a KHI, que pôde ter acesso a diversos estudos e detalhes técnicos e gerenciais cedidos pela empresa brasileira. Não obstante as vantagens de aprendizado obtidas pela empresa japonesa, aparentemente, o contrato entre as empresas não



previa a criação de uma área de engenharia ou projeto na constituição das operações da KAB. Além disso, razões que não foram apuradas nesta pesquisa levaram a concluir que o compromisso com a produção local não tenha sido sustentado pelos japoneses, que abandonaram a perspectiva de adensamento da cadeia no Brasil. Alguns dos elementos levantados na subseção que trata dos obstáculos ao adensamento são pistas que indicam os possíveis motivos.

Obstáculos ao adensamento da cadeia aeronáutica brasileira

Na avaliação feita pelo grupo KHI e expressa no questionário encaminhado, o principal obstáculo ao adensamento é a constante mudança das regras fiscais e tributárias no Brasil. Isso desencoraja a ampliação dos investimentos. As leis brasileiras referentes a tributação e incentivos foram consideradas complexas, levando a dúvidas permanentes de interpretação e dificultando, assim, o processo decisório. A infra-estrutura de importação-exportação foi considerada outra grande restrição, destacando-se principalmente as complexas regulamentações e aquelas com deficiências na logística de importação e exportação por meio dos portos marítimos e aéreos. Finalmente, a instabilidade econômica, expressa na volatilidade cambial, também foi mencionada como obstáculo.

2.2.4 Síntese das Principais Descobertas

Embora o ideal fosse investigar a totalidade dos parceiros de risco da Embraer, do ponto de vista dos objetivos do projeto, a amostra pesquisada permitiu a identificação de descobertas e tendências significativas nas atividades dessas empresas no Brasil.

A primeira delas refere-se ao limitado peso econômico e à densidade tecnológica de suas atividades no Brasil, na maior parte dos casos examinados. O indicador mais confiável da nacionalização das atividades dessas empresas no Brasil é o tamanho de sua força de trabalho. Como se observou, com exceção da Eleb, o volume de emprego dos parceiros de risco no Brasil é insignificante, mesmo em casos em que há operações industriais instaladas, como o da Kawasaki (Tabela 2.8).



As receitas apuradas também não são de grande monta, ainda que representem valor 70% acima do total apurado na amostra de 30 fornecedores nacionais (ver a próxima seção). A densidade tecnológica das atividades dessas empresas, no Brasil, também é inexistente, com exceção novamente da Eleb. Percebe-se, aqui, uma particularidade da cadeia aeronáutica, que facilita a manutenção de competências tecnológicas no exterior e evidencia que nem sempre a governança relacional proporciona o adensamento de capacidades tecnológicas no país. Efetivamente, na fase de desenvolvimento do Embraer 170/190, algumas empresas (por exemplo, a HS) formaram equipes de engenheiros e técnicos no Brasil para interação com a Embraer. No entanto, como o ciclo de vida do produto nessa indústria é bastante longo, não há necessidade de manter essas equipes mobilizadas localmente, e a manutenção do projeto pode ser feita em interação das matrizes com a Embraer. Nesse aspecto, a *joint venture* empreendida pela Eleb parece ser mais vantajosa, pois cria uma empresa com relativa autonomia de definição de seus mercados, desenvolvimento de clientes e acumulação de competências.

TABELA 2.8

**Parceiros de Risco
Receitas e Emprego no Negócio Aeronáutico no Brasil e
Esforço Tecnológico do Grupo – 2005**

Parceiros de Risco	Receitas (US\$ milhões)	Emprego	P&D/Receitas (%)
Parker Hannifin	80	10	2
Hamilton Sundstrand	102	12	3
Kawasaki Aerospace*	1	142	1
Liebherr-Eleb	55	580	8
Total	238	744	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006)

* Valores referem-se a 2004.

Outro achado importante foi a evidência de que o processo de desverticalização com base em parcerias de risco foi bastante proveitoso para a maior parte dos parceiros de risco no que se refere ao aprendizado tecnológico. No caso dos sistemistas (HS e Parker) e da Eleb,



esse aprendizado deu-se primordialmente na aquisição das várias e distintas competências de integração de sistemas que foram comentadas na Seção 2.2. Como vimos no caso da Kawasaki, foi a transferência tecnológica proporcionada pela Embraer que a levou a dominar o ciclo de desenvolvimento completo de asas de jatos.

Em relação às perspectivas de adensamento da cadeia de valor aeronáutica no Brasil, os achados da pesquisa são sintetizados como a seguir. Embora a reorganização da cadeia com base em maior desverticalização e hierarquia, proporcionadas pela fórmula dos parceiros de risco, tenha contribuído para aumentar a competitividade da Embraer e reduzir o risco tecnológico e financeiro, a nova organização da cadeia cria uma rigidez e um viés contrários ao adensamento. O viés refere-se ao próprio desinteresse dos parceiros de risco pela nacionalização de suas atividades, em especial fabricação e montagem. Seja por razões estratégicas (manutenção de competências estratégicas na matriz), seja pelo pequeno porte do mercado regional na América Latina, que não é compatível com as escalas econômicas de operação requeridas, de forma geral, os parceiros de risco deixaram claro que são mínimas as intenções de instalar tais atividades no país.¹⁶ A reversão da fábrica da Kawasaki em Gavião Peixoto é uma evidência desse viés. Aqui, novamente, a situação da Eleb é diferenciada, uma vez que a *joint venture* implica a continuidade e o adensamento de suas operações no país à medida que a empresa cresce.

O fato de boa parte das decisões relativas a compras de partes e componentes ser deslocada da Embraer para os parceiros de risco, especialmente no caso dos sistemistas, diminui a capacidade da Embraer e de agentes governamentais brasileiros influenciarem tais decisões, criando uma rigidez que é contrária ao adensamento. E os parceiros

¹⁶ Convém ressaltar que as empresas Gamesa Aeronáutica, Latécoère, Sobraer (nas suas subsidiárias Pesola e Sopeçero) e C&D Aerospace não responderam ao questionário, nem se prontificaram a receber os pesquisadores no período de campo da pesquisa. Desse modo, pode-se inferir muito pouco sobre suas estratégias no Brasil. As informações gerais, de conhecimento público, dão conta de que essas empresas realizaram investimentos no Brasil com objetivos de produção e montagem de peças para atender à Embraer, mas, por causa de dificuldades fiscais e alfandegárias, o incremento na produção e na geração de valor no Brasil tem se dado de forma lenta e gradual.



de risco foram muito claros em relação à falta de perspectiva de assumirem uma política de desenvolvimento de fornecedores nacionais. Uma das razões que sustentam essa diretriz é a inexistência de uma base de fornecedores com tamanho e capacidade técnica suficientes para fazer frente às exigências de fôlego financeiro e de atendimento a normas aeronáuticas. O caso da Digicon poderia ser uma exceção, mas a própria empresa que liderou o desenvolvimento desse fornecedor alegou que ele não é economicamente bem-sucedido e a experiência dificilmente será reproduzida. Pode-se ainda argumentar que nada impediria que parceiros de risco e agentes públicos buscassem desenvolver tal base de fornecedores a partir de segmentos mais robustos da indústria brasileira, como a do setor automobilístico. No entanto, isso exigiria capacidade de coordenação público-privada que não parece estar disponível no Brasil hoje. Um contraponto a essa situação foi evidenciado pela iniciativa da Eleb de negociar a instalação de operações industriais no Brasil por parte de uma multinacional, Busak+Shamban, que é sua fornecedora de produtos de vedação de alta performance.

Em relação às perspectivas de adensamento da cadeia de valor aeronáutica, as evidências obtidas na investigação dos parceiros de risco sugerem que a melhor aposta, em termos de atividade, é no crescimento dos serviços técnicos e de engenharia, seja na forma de serviços internalizados nas subsidiárias dos parceiros de risco (Parker e HS declararam ter projetos dessa natureza em andamento), seja na forma de subcontratação de empresas brasileiras prestadoras desses serviços. Como se verá na próxima seção, são os fornecedores de serviços de engenharia os que mostram o melhor perfil técnico, gerencial e financeiro, entre os fornecedores nacionais da indústria aeronáutica.

Finalmente, vale chamar mais uma vez a atenção para um ponto que foi evidenciado ao longo de toda esta seção. A fórmula de desverticalização baseada em *joint venture* envolvendo a Embraer e empresas multinacionais fornecedoras, como no caso da Eleb, parece claramente superior a suas alternativas, que são os modelos de nenhuma internalização (HS e Parker) ou a constituição, no Brasil, de subsidiária integral, mas precária (Kawasaki).



2.3 Fornecedores Nacionais na Cadeia da Indústria Aeronáutica Brasileira

Os resultados da pesquisa com os fornecedores de capital nacional que atendem ao segmento aeronáutico, não obstante as diferenças evidenciadas entre as empresas no que diz respeito ao tipo de fornecimento, investimentos, inserção na cadeia, entre outras, deixam claro um forte traço comum: são empresas caracterizadas por fragilidades que perpassam as dimensões econômica, financeira, tecnológica, gerencial e mercadológica. Tais fragilidades têm uma implicação direta para a CAB: são fortes obstáculos para o crescimento dessas empresas tanto no mercado interno quanto no externo. Portanto, propor iniciativas voltadas à consolidação e ampliação da presença dos fornecedores de capital nacional no setor aeronáutico passa, necessariamente, pelo reconhecimento das particularidades do setor e pela subsequente melhora de pelo menos alguns desses limitadores à expansão das suas atividades. Dessa forma, torna-se necessário analisar as particularidades e vicissitudes dessas empresas *vis-à-vis* seu perfil e sua inserção no negócio aeronáutico, elementos que serão objeto de discussão e aprofundamento nesta seção.

As empresas da amostra serão genericamente denominadas fornecedores nacionais, nesta seção, diferenciando-as por tipo de atividade (fornecedores de processos industriais, de bens industriais, de ferramental e de serviços de engenharia) quando necessário. Em vários momentos, a análise dos fornecedores de serviços de engenharia merecerá atenção especial, visto que, pela natureza das atividades desempenhadas, essas empresas apresentam maior faturamento e empregam maior percentual de pessoal qualificado, mas executam atividades bem diversas do perfil manufatureiro típico da maioria dos fornecedores nacionais da CAB, já que prestam serviços baseados em conhecimento.

A análise acerca dos fornecedores nacionais pretende aprofundar quatro tópicos, como segue: o perfil econômico das empresas será detalhado na Seção 2.3.1; as competências tecnológicas e produtivas são descritas na Seção 2.3.2; a Seção 2.3.3 apresenta um quadro das certificações dessas empresas; a Seção 2.3.4 faz uma análise do posicionamento de mercado e das estratégias de negócio na cadeia aeronáutica,



com ênfase na interação das empresas fornecedoras nacionais com a Embraer; nela examina-se a questão de relações cativas e dependência transacional à Embraer. Por fim, a Seção 2.3.5 faz um balanço da avaliação feita pelos entrevistados quanto às políticas públicas para esse setor, com ênfase no papel do BNDES.

2.3.1 Caracterização Econômica: Porte e Recursos da Empresa

O perfil econômico dos fornecedores que integram a CAB é, certamente, um dos obstáculos mais críticos ao crescimento e desenvolvimento dessas empresas. Isso se reflete na total predominância de micro e pequenas (assim classificadas em relação ao seu faturamento anual, seguindo a definição proposta pelo BNDES)¹⁷ na composição do parque industrial que atende ao setor aeronáutico, conforme revela Tabela 2.9.

Entre as empresas da amostra que informaram o valor do faturamento anual no ano de 2004, praticamente 63% (17 empresas) são classificadas como de micro e pequeno portes, com faturamento anual que não ultrapassa R\$ 9 milhões. O impacto na geração do emprego também é baixo, próximo de 1.100 funcionários. Encontramos 26% de médio porte (sete), cujo faturamento máximo, em 2004, foi de R\$ 21,5 milhões. Ou seja, são (pequena)-médias empresas, ainda distantes da faixa dos US\$ 60 milhões que as qualificaria no estrato superior, de grande porte.

Das empresas que declararam a renda anual, apenas duas podem ser classificadas como de grande porte, com faturamento anual superior a R\$ 100 milhões. Entretanto, em ambos os negócios (considerando que uma empresa atua no fornecimento de bens e outra de processos industriais), o fornecimento à cadeia aeronáutica ocupa uma importância marginal, representando 3% e 0,02%, respectivamente, dos rendimentos auferidos em 2004.

Mas, para efeito de comparação, essas duas empresas faturaram R\$ 220 milhões em 2004; uma clara contraposição em relação aos

¹⁷ Classificação de porte de empresa do BNDES aplicável à indústria, comércio e serviços, conforme a Carta-Circular 64/02, de 14 de outubro de 2002, sendo (em R\$ milhões): micro, até 1,2; pequena, de 1,2 a 10,5; média, de 10,5 a 60,0 e grande, acima de 60,0.



outros 24 fornecedores da CAB,¹⁸ que, juntos, revelaram um faturamento, em 2004, de aproximadamente R\$ 182 milhões. Uma das explicações é que a inserção de boa parte dos fornecedores que integram a CAB no setor tem sido precária, com o fornecimento de produtos e serviços de menor valor agregado, baixo conteúdo tecnológico e pequenos volumes (seja em termos de unidades de produto, seja em termos da relação homem-hora e máquina-hora vendidas ao setor).

TABELA 2.9

Número de Empresas, Faturamento Total e Pessoal Ocupado, segundo Faixas de Tamanho por Faturamento – Dezembro de 2004

Categorias	Faixas de Faturamento Anual ⁽¹⁾ (R\$ milhões)	Empresas ⁽²⁾		Faturamento		Pessoal Ocupado	
		Nº	%	R\$ milhões	%	Nº	%
Micro	Até 1.200,00	3	10,0	2.188,12	0,5	30	0,6
	De 1.200,00 a 10.500,00 ⁽³⁾	14	46,7	73.427,44	18,2	1.082	23,4
Pequena	De 1.200,00 a 5.000,00	6	20,0	21.268,99	5,3	322	7,0
	De 5.000,00 a 7.000,00	6	20,0	35.550,00	8,8	491	10,6
	De 7.000,00 a 10.500,00	2	6,7	16.608,45	4,1	269	5,8
	De 10.500,00 a 60.000,00 ⁽³⁾	7	23,3	106.976,15	26,6	1.064	23,0
Média	De 10.000,00 a 15.000,00	3	10,0	35.709,19	8,9	277	6,0
	De 15.000,00 a 21.500,00	4	13,3	71.266,96	17,7	787	17,0
	De 21.500,00 a 60.000,00	0					
Grande	Acima de 60.000,00	2	6,7	220.000,00	54,6	1.582	34,2
N.I. (2)		4	13,3			868	18,8
Total		30	100,0	402.591,71	100,0	4.626	100,0

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006)

Nota: n = 30 empresas.

⁽¹⁾ Classificação de porte de empresa do BNDES aplicável à indústria, comércio e serviços, conforme a Carta Circular 64/02, de 14 de outubro de 2002, sendo (em R\$ milhões): micro, até 1,2; pequena, de 1,2 a 10,5; média, de 10,5 a 60,0 e grande, acima de 60,0.

⁽²⁾ Não Informado.

⁽³⁾ As subfaixas dentro das categorias “pequena” e “média” foram nossa criação.

¹⁸ Essas 24 empresas compõem uma amostra bastante representativa de empresas que atuam em todos os segmentos do negócio aeronáutico no Brasil, quais sejam, bens, processos, ferramental e engenharia.



As constatações aqui apresentadas – de que a estrutura da CAB se baseia em empresas de pequeno porte e baixo faturamento, as explicações para essa ocorrência e as implicações para o seu crescimento no médio e no longo prazo – pouco acrescentam em termos analíticos, se compararmos com os estudos já realizados sobre esse setor, sejam eles acadêmicos, de entidades de classe ou governamentais [Bernardes (2001); Bernardes & Pinho (2002); Cassiolato, Bernardes & Lastres et al. (2002); BNDES Lima et al. (2005); Oliveira (2005)]. O diferencial na análise que propomos consiste em expandir tal constatação para uma amostra robusta de empresas pesquisadas, as quais se inserem entre os mais importantes fornecedores da CAB atual, especificamente no que diz respeito ao fornecimento à Embraer. Além disso, não se trata apenas de revelar esses números, mas sim de interpretá-los caso a caso, a fim de entender a composição do faturamento dessas empresas, a dependência do fornecimento ao setor aeronáutico, as suas estratégias de atuação no mercado e as possíveis particularidades e similaridades em cada segmento de atividade analisado. A análise do faturamento das empresas está baseada nas informações da Tabela 2.10.

TABELA 2.10

Faturamento no Negócio Aeronáutico, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2003 a Dezembro de 2004

Atividade principal	Código da Empresa	Faturamento 2004		Faturamento 2003	
		R\$	% / total	R\$	% / total
Bens industriais	BI-01	10.505.624,00	100,00	13.233.674,00	100,00
	BI-02	3.800.000,00	N.I.	N.I.	N.I.
	BI-03	3.600.000,00	3,00	N.I.	3,00
	BI-04	1.353.460,00	59,00	584.320,00	64,00
	BI-05	500.000,00	100,00	N.I.	N.I.
	BI-06	120.000,00	2,00	120.000,00	3,00
	BI-07	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal	7	19.879.084,00		13.937.994,00	
Ferramental	Fe-01	5.100.000,00	85,00	N.I.	N.I.
	Fe-02	2.590.000,00	70,00	2.380.000,00	70,00
	Fe-03	1.800.000,00	30,00	1.500.000,00	30,00
	Fe-04	560.000,00	70,00	360.000,00	60,00
	Fe-05	525.000,00	15,00	N.I.	25,00
Subtotal	5	10.575.000,00		4.240.000,00	

continua



continuação

Atividade principal	Código da Empresa	Faturamento 2004		Faturamento 2003	
		R\$	% / total	R\$	% / total
Processos industriais	PI-01	14.920.500,00	98,00	N.I.	N.I.
	PI-02	10.200.000,00	60,00	N.I.	N.I.
	PI-03	9.008.447,00	100,00	4.772.758,76	98,00
	PI-04	7.220.000,00	95,00	2.937.760,00	86,00
	PI-05	6.000.000,00	100,00	2.700.000,00	100,00
	PI-06	5.850.000,00	90,00	3.600.000,00	90,00
	PI-07	4.040.000,00	80,00	1.582.000,00	70,00
	PI-08	3.984.741,09	99,00	556.655,22	99,00
	PI-09	3.516.000,00	30,00	703.200,00	12,00
	PI-10	1.125.000,00	30,00	450.000,00	15,00
	PI-11	20.000,00	0,02	20.000,00	0,02
	PI-12	N.I.	100,00	N.I.	85,00
Subtotal	12	65.884.688,09		17.322.373,98	
Serviços técnicos e de engenharia	SE-01	16.560.000,00	90,00	9.540.000,00	90,00
	SE-02	13.483.569,00	100,00	9.732.336,00	100,00
	SE-03	13.003.928,78	61,80	11.363.455,16	55,97
	SE-04	879.241,77	99,00	682.759,72	97,00
	SE-05	N.I.	7,00	N.I.	N.I.
	SE-06	N.I.	50,00	N.I.	70,00
Subtotal	6	43.566.739,55		31.318.550,88	
Total	30	140.265.511,64		66.818.918,86	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Notas: n = 30 empresas.

N.I. = Não Informado.

Primeira constatação: o faturamento que advém do negócio aeronáutico é baixo. Apenas para mostrar uma dimensão do volume de recursos envolvidos, a soma da receita anual ligada à CAB, de 26 empresas, incluindo importação e exportação, representou aproximadamente R\$ 140 milhões em 2004.¹⁹ As prováveis explicações para esse quadro são objeto de discussão ao longo de todo o estudo, particularmente na Seção 2.3.4. Ainda assim, cabem dois esclarecimentos adicionais. Em primeiro lugar, as iniciativas direcionadas ao

¹⁹ Como as entrevistas foram essencialmente realizadas no ano de 2005, informações como faturamento/ano foram perguntadas em relação a 2004, incluindo a comparação com anos anteriores. Entretanto, quando perguntadas sobre as expectativas em relação à receita do ano em curso, no caso, 2005, a grande maioria das empresas se mostrou otimista e confiante no aumento do faturamento.



mercado externo – de exportação de produtos, processos ou serviços com maior valor agregado – ainda são incipientes, motivo pelo qual teve pequeno impacto na receita dessas empresas. O exemplo de maior êxito, até o momento, tem sido o Consórcio HTA (High Technology Aeronautics), mas os reflexos para o mercado local, e para sua receita anual, ainda estão por vir. Em segundo lugar, durante as entrevistas, várias empresas pesquisadas descreveram iniciativas que visam à diversificação dos seus clientes, o que implica sair do negócio aeronáutico, uma vez que a Embraer é o cliente em potencial nesse setor, fator que contribui para reduzir a receita proveniente desse negócio (embora menos no faturamento total).

Segunda constatação: Embora com baixo faturamento, vale ressaltar que as empresas de serviços de engenharia estão entre as empresas com maior receita anual. O faturamento tem aumentado nos últimos anos, não somente em volume, mas também no seu valor agregado, segundo relato das entrevistas. Três das seis empresas da amostra tiveram faturamento anual em 2004 acima de R\$ 10 milhões, e as quatro que forneceram seus dados sobre faturamento obtiveram, no total, um aumento de 39% em relação ao faturamento de 2003. Além disso, vale ressaltar que o faturamento dessas empresas está quase exclusivamente atrelado à prestação de serviços para a cadeia aeronáutica. Grande parte desse, se assim podemos nos referir, “desempenho superior” alcançado, quando comparado ao das empresas das outras atividades de fornecimento à CAB, pode ser explicado, se não em sua totalidade, pela natureza das atividades de engenharia, que agregam alto valor tecnológico e, por conseguinte, de mão-de-obra especializada de engenheiros. Abordaremos esse assunto na Seção 2.3.2.

Terceira constatação: o faturamento proveniente do negócio aeronáutico tem crescido em relação aos anos anteriores a 2004, razão que, segundo declaração unânime dos nossos entrevistados, foi reflexo direto da recuperação do mercado de jatos regionais após o atentado terrorista de 11 de setembro de 2001, em Nova York, nos



EUA, e da certificação e início das exportações do novo modelo de jatos da Embraer, o Embraer 170 (primeira aeronave da família 170/190). A dependência do rendimento desses fornecedores nacionais está diretamente ligada ao desempenho do principal cliente desse setor, a Embraer, já que as exportações realizadas por essas empresas, como veremos na Seção 2.3.4, são irrisórias. E o ano de 2004 caracterizou-se por um recorde histórico no faturamento e no lucro da Embraer, em relação aos anos anteriores.²⁰

As empresas de processos industriais, por terem suas receitas mais atreladas ao fornecimento à Embraer, foram as que mais registraram aumento no faturamento, de um ano para o outro. Como ilustração, destaca-se o caso da empresa PI-08, cujo faturamento foi ampliado de R\$ 556 mil, em 2003, para R\$ 3,984 milhões em 2004.²¹ As demais atividades analisadas também apresentaram crescimento no faturamento, porém em menor proporção se comparadas às empresas de processo.

Quarta constatação: o tipo de produto e/ou serviço oferecido pelas empresas determina o tipo da sua inserção na CAB, ao mesmo tempo em que define o faturamento das empresas e algumas especificidades dessa cadeia no país.

As quatro constatações demonstram a necessidade de se expandir essa discussão, analisando o faturamento *vis-à-vis* as características do tipo de atividade (bens, processos industriais, ferramental e engenharia), conforme faremos a seguir. A observação das Tabelas 2.11 e 2.12 é útil para essa análise, ressaltando-se que a primeira, que compara o faturamento total da empresa por empregado do setor, apresenta, na verdade, uma *proxy* da produtividade e da maior agregação de valor por tipo de atividade. Esses resultados devem,

20 Conforme informações oficiais da Embraer, “a receita líquida da empresa atingiu R\$ 10,231 bilhões, 55,7% superior ao exercício anterior. O lucro líquido mais que dobrou em relação ao ano de 2003 e atingiu R\$ 1,256 bilhão, equivalente a um lucro por ação de R\$ 1,75. Os pedidos em carteira totalizavam, na mesma data, US\$ 10,1 bilhões em ordens firmes”. (www.embraer.com.br)

21 O entrevistado credita esse crescimento à maior demanda da Embraer. Nesse caso específico, a empresa investiu no aumento da área de produção (passando de 800 m² para 3.200 m²), e na contratação de pessoal, cujo quadro funcional de 30 funcionários chegou a empregar 120 no ano de 2004.



portanto, ser interpretados em ordem de grandeza, na comparação entre as empresas, e menos em termos do seu valor absoluto.

TABELA 2.11

Faturamento Total por Emprego, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

(Valores em R\$)

Atividade Principal	Código da Empresa	Proxy de Produtividade		
		Faturamento Total	Número Total de Empregados	Faturamento por Empregado
Bens industriais	BI-03	120.000.000,00	882	136.054,42
	BI-06	6.000.000,00	49	122.448,98
	BI-07	4.000.000,00	46	86.956,52
	BI-04	2.294.000,00	27	84.962,96
	BI-05	500.000,00	7	71.428,57
	BI-01	10.505.624,00	151	69.573,67
	BI-02	N.I.	460	
Subtotal⁽¹⁾	7	143.299.624,00	1.622	95.237,52
Ferramental	Fe-03	6.000.000,00	40	150.000,00
	Fe-04	800.000,00	7	114.285,71
	Fe-01	6.000.000,00	68	88.235,29
	Fe-05	3.500.000,00	45	77.777,78
	Fe-02	3.700.000,00	48	77.083,33
Subtotal⁽¹⁾	5	20.000.000,00	208	101.476,42
Processos industriais	PI-09	11.720.000,00	70	167.428,57
	PI-11	100.000.000,00	700	142.857,14
	PI-02	17.000.000,00	200	85.000,00
	PI-05	6.000.000,00	92	65.217,39
	PI-04	7.600.000,00	120	63.333,33
	PI-03	9.008.447,00	149	60.459,38
	PI-10	3.750.000,00	68	55.147,06
	PI-06	6.500.000,00	130	50.000,00
	PI-08	4.024.991,00	88	45.738,53
	PI-07	5.050.000,00	112	45.089,29
	PI-01	15.225.000,00	350	43.500,00
	PI-12	N.I.	36	
Subtotal⁽¹⁾	12	185.878.438,00	2.115	74.888,24

continua

continuação

Atividade Principal	Código da Empresa	Proxy de Produtividade		
		Faturamento Total	Número Total de Empregados	Faturamento por Empregado
Serviços técnicos e de engenharia	SE-01	18.000.000,00	68	264.705,88
	SE-02	13.483.569,00	56	240.778,02
	SE-03	21.041.955,95	169	124.508,62
	SE-04	888.123,00	16	55.507,69
	SE-05	N.I.	347	
	SE-06	N.I.	25	
Subtotal⁽¹⁾	6	53.413.647,95	681	171.375,05
Total⁽¹⁾	30	402.591.709,95	4.626	99.541,47

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Notas: n = 30 empresas.

N.I. = Não Informado.

⁽¹⁾ Para as colunas de Código da Empresa, Faturamento Total e Número Total de Empregados a linha de Subtotal refere-se à soma agregada da atividade. Para a coluna de Faturamento por Empregado, o valor refere-se a média das produtividades por empresa.

A primeira constatação é que os fornecedores de bens compõem um conjunto bastante heterogêneo no Brasil. Identificamos claramente dois grupos nessa amostra: de baixo e de alto valor agregado, respectivamente. O fornecimento à CAB das empresas do primeiro tipo, as quais representam mais da metade da amostra de bens industriais (total de quatro empresas), sustenta-se a partir de produtos que agregam baixo valor; diríamos até que esse fornecimento não caracteriza diferencial competitivo no mercado aeronáutico, nem mesmo representa valor estratégico nesse setor. Essas empresas fornecem essencialmente peças de reposição e acabamento interno (móveis, poltronas, assoalho e pisos para aeronaves etc.), placas de circuitos impressos (especificamente para as aeronaves com projetos mais antigos, o que não se aplica à família Embraer 170/190), etiquetas auto-adesivas, peças em material composto, peças para a ponta da asa do avião agrícola Ipanema (Neiva) etc. Os baixos valores do faturamento das empresas de bens mostram que esse tipo de fornecimento é desprovido de conteúdo tecnológico relevante.

Entre as três empresas que compõem o grupo dos fornecedores de bens com alto valor agregado, apenas uma pode ser considerada fornecedora para a CAB. Trata-se da Inbra Aerospace, responsável pelo fornecimento de portas blindadas para a família do Embraer



170/190. Embora bem-sucedida nessa atividade, por conta da baixa escala de produção, esse fornecimento somente se sustenta porque a empresa consegue complementar sua receita com atividades “periféricas”, nesse caso, o fornecimento de material composto para a CAB, atividade que responde por cerca de 65% de seu faturamento proveniente do negócio aeronáutico. Outra empresa de bens, a Digicon, tem todo o seu faturamento no negócio aeronáutico advindo da exportação (ver Seção 2.3.2). Mesmo alcançando êxito em termos tecnológicos e do produto desenvolvido, essa empresa tem sofrido os efeitos das variações e da queda do dólar frente à valorização do real, fator que tem posto em xeque a continuidade da exportação, em baixa escala, desses componentes. Os casos da Digicon e da Inbra AeroSpace configuram exemplos distintos da dificuldade econômica para desenvolver e fornecer bens mais complexos à CAB. No primeiro caso, a empresa tem enfrentado restrições relacionadas ao câmbio; no segundo, os obstáculos estão no mercado interno (baixa escala).

Por fim, há o caso da Aeromot que, embora no passado tenha sido fornecedora da CAB, hoje tem seu negócio principal baseado em atividades de manutenção aeronáutica e na produção e exportação de motoplanadores, ocupando um nicho específico de mercado.

Essa análise nos leva a concluir que praticamente não há no Brasil empresas de bens que forneçam à CAB componentes com relevante conteúdo tecnológico ou diferencial estratégico.

Quanto aos fornecedores de processos industriais, as variações no faturamento mantêm correlação com o tipo de processo e máquinas utilizadas: das 12 empresas da amostra, dez prestam serviços de usinagem de peças à CAB, algumas combinando atividades de usinagem e montagem; as outras duas atuam na área de tratamento superficial. No conjunto, dois grupos se destacam. Um apresenta faturamento por empregado superior a R\$ 140 mil; no segundo, as faixas mantêm-se em patamares inferiores a R\$ 85 mil. Duas empresas com características distintas integram o grupo de maior faturamento por emprego: uma de tratamento superficial, que tem reduzido significativamente o fornecimento aeronáutico e atualmente depende, quase exclusivamente, dos serviços prestados para



o setor automotivo; e uma que, embora ofereça serviços de usinagem como a maioria, destoa-se do conjunto por apresentar um vasto parque de máquinas modernas e atuais e, conseqüentemente, obter maior produtividade. No segundo grupo, estão empresas que, na maioria, combinam atividades de usinagem e montagem de subconjuntos. As diferenciações entre elas ocorrem em relação ao parque de máquinas (composto de máquinas convencionais ou mais sofisticadas), ao número de funcionários e do volume de homem-hora e máquina-hora vendidos à CAB.

Os fornecedores de ferramental também registram variação na relação faturamento por empregado, mas em menor escala. Essa diferença pode ser atribuída às suas competências e às atividades oferecidas ao setor. As empresas que apresentam receita anual mais elevada são aquelas que integram competências em dois tipos de atividade: projeto e montagem de dispositivos (gabaritos de montagem) e fabricação de ferramental. As seções 2.3.2 e 2.3.4 aprofundam essa análise.

Por fim, o faturamento das empresas de serviços de engenharia é o resultado do fornecimento de soluções tecnológicas e projetos, o que tem relação com os investimentos em recursos humanos qualificados e em estações de trabalho com *softwares* especializados. Esse grupo merece atenção especial uma vez que as empresas que o integram estão entre as que mais agregam valor por empregado. Conforme será aprofundado nas próximas seções, os prestadores de serviços de engenharia têm apresentado maior potencial de exportação e de diversificação do fornecimento para outras empresas da CAB, especificamente para os parceiros de risco instalados no Brasil. Aliás, parte relevante da receita declarada por três empresas, entre as quatro da amostra que declararam valores, está atrelada a outros clientes da CAB.

Vale acrescentar que os fornecedores nacionais que compõem a nossa amostra são em geral empresas polivalentes. Embora, ao longo deste relatório, estejamos nos referindo à atividade principal relacionada ao negócio aeronáutico, nosso contato com as empresas revelou que há muita sobreposição de atividades. Conforme mostra a Tabela 2.12, como 30 empresas foram entrevistadas, somos levados inicialmente a pensar que haveria 30 tipos de atividades.



Entretanto, foram identificadas 47 atividades. A maior sobreposição ocorre entre os fornecedores de Ferramental e Processos, visto que várias empresas de manufatura e usinagem de peças executam ou têm competência para executar o projeto, e vice-versa.

Em termos analíticos, foi necessário eleger uma atividade principal, a fim de melhor interpretar a trajetória da empresa e sua inserção no mercado da CAB. O critério adotado para definir essa atividade baseou-se, em primeiro lugar, no perfil da empresa. Quando mais de uma atividade é realizada, nossa estratégia para classificá-la foi dar preferência à atividade que a própria empresa declara ser a mais importante e estratégica. Via de regra, essa atividade é aquela que auferir maior faturamento. Exceção para o caso da empresa Inbra Aerospace, classificada nesse estudo como fornecedora de bens, embora também seja uma fornecedora de processo industrial (fabricação de material composto). E, ainda que o fornecimento de material composto tenha uma contribuição até mais expressiva na sua receita, foi a produção de bens (blindados) que justificou a inserção do Grupo Inbra no negócio aeronáutico e que é reconhecida como sua atividade-fim nesse segmento.

TABELA 2.12

Atividades da Empresa como Fornecedora da CAB – Dezembro de 2004

Categorias (Múltipla escolha)	Número de Empresas da Amostra, segundo Atividade Principal	Número de Empresas da Amostra que Possuem Atividade na Categoria
Bens industriais	7	10
Ferramental	6	11
Processos industriais	12	19
Serviços técnicos e de engenharia	5	7
	30	47 atividades

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas

Por fim, considerando que o faturamento dos fornecedores nacionais, em geral, é baixo, a ponto de classificá-los na categoria de pequena e (pequena)-média empresa, há de se concluir que essas



empresas convivem com sérias limitações ao aumento da sua competitividade e à expansão no mercado. De fato, quando questionadas sobre sua capacidade de investimento, notamos que a maioria das empresas depende essencialmente de recursos próprios. Essa constatação indica que o autofinanciamento tem sido o principal meio escolhido pelas empresas para sustentar seus investimentos. E uma empresa que se autofinancia tem seu crescimento limitado, conforme detalha a Seção 2.3.5.

2.3.2 Caracterização Tecnológica e Capacidade Inovadora

As atividades tecnológicas têm importância singular no processo de geração de inovações das empresas e no desenvolvimento econômico de modo geral. Essa constatação é ainda mais verdadeira quando relacionada ao caso da indústria aeronáutica, classificada pela OCDE como uma indústria de alta tecnologia em virtude de sua intensidade tecnológica e de capital, produto final altamente complexo e com alto valor agregado.²² Além disso, o setor, em tese, está relacionado a empregos altamente qualificados, especializados e, por conseqüência, mais bem remunerados.

No caso brasileiro, o termo “indústria aeronáutica” está associado à alta tecnologia, sendo por vezes empregado como sinônimo de Embraer. Compreensível por um lado, já que a Embraer, além de ser líder e única integradora de sucesso e projeção internacional dessa cadeia no Brasil, consolidou-se como um dos principais fabricantes de aeronaves do mundo. Por outro lado, e do ponto de vista tecnológico (menos estratégico ou econômico), essa associação reflete o limitado impacto que os fornecedores nacionais, na sua maioria pequenas e (pequenas)-médias empresas, exercem na dinâmica inovativa do setor aeronáutico.

22 As demais indústrias de alta tecnologia, assim classificadas segundo sua intensidade tecnológica, são: farmacêutica, tecnologias da informação e eletroeletrônica [OCDE (1997)]. A Embraer é a única empresa de capital nacional, líder em seu setor, que se insere na tipologia da OCDE de empresa de alta tecnologia; as demais empresas de alta tecnologia instaladas no Brasil são multinacionais de capital estrangeiro.



A Tabela 2.13, que compara a quantidade de engenheiros por atividade da empresa, é uma primeira iniciativa para aumentar a compreensão acerca das capacidades técnicas dessas empresas de capital nacional e seu potencial inovador na cadeia aeronáutica. Vale chamar a atenção, antes de entrar nessa análise, para o papel estratégico que os engenheiros têm desempenhado quando se trata de inovação tecnológica, de tal modo que o número de engenheiros vem sendo utilizado como uma *proxy* pela literatura sobre inovação para mensurar o potencial de realização de atividades tecnológicas pelas empresas.²³ No caso das montadoras de automóveis instaladas no Brasil, por exemplo, os engenheiros têm sido os principais agentes de mudança tecnológica e de novos produtos desenvolvidos localmente por essas multinacionais [Consoni (2004)].

TABELA 2.13

Número de Engenheiros e sua Participação no Emprego, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Número de:	Bens		Processos	Serviços de
	Industriais**	Ferramentaria	Industriais***	Engenharia
Empresas	6	5	11	6
Engenheiros:				
Totais	24	6	21	121
Média por empresa	4	1	2	20
Empregados totais	740	208	1.415	681
Eng./Empregados totais (%)*	3,24	2,88	1,48	17,76

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

* Indicador calculado pela divisão do número de engenheiros pelo número total de empregados, em vez do cálculo da média das porcentagens por empresa. A opção por esse procedimento foi a forma que encontramos para evitar distorções na amostra, especificamente nos casos de empresa com poucos funcionários (Exemplo: Empresa BI-05, com um engenheiro e sete empregados = 14,29%).

** Sem a empresa BI-03 que, sozinha, emprega 60 engenheiros e tem apenas 3% do faturamento associado ao negócio aeronáutico.

*** Sem a empresa PI-11 que, sozinha, emprega 24 engenheiros e tem apenas 0,02% do faturamento atrelado à CAB.

Nota: n = 30 empresas

Se fossem mantidas, as empresas BI-03 e PI-11 distorceriam os resultados.

²³ Há várias formas de se mensurar o perfil inovador das empresas. As pesquisas com ênfase em inovação, por exemplo, têm utilizado indicadores tais como registros de patentes, volume de investimentos em P&D e número de pessoal empregado em atividades tecnológicas. Uma referência dessas pesquisas de inovação, para o caso brasileiro, é: Paep/Seade e a Pintec/IBGE.



Deixando de lado as seis empresas de engenharia (SE) que compõem a amostra, um aspecto que chama a atenção na Tabela 2.13 é o emprego reduzido de engenheiros entre os fornecedores que integram a CAB. Esse número surpreende pela baixa proporção: 22 dos principais fornecedores nacionais de bens, processos e ferramental empregam 51 engenheiros.²⁴ Essa somatória inclui também o proprietário que, em várias das empresas que entrevistamos, é formado em engenharia, ainda que, no dia-a-dia da empresa, acumule também a função do administrador.

No entanto, em oposição ao reduzido número de engenheiros, o que notamos foi uma grande predominância de técnicos executando atividades de programação, projeto de ferramental, fabricação de material composto, entre outras. Essa ocupação dos técnicos não foi por nós mensurada de forma sistemática em todos os questionários, mas pudemos constatar a partir das nossas observações empíricas, das visitas às empresas e durante a própria entrevista, que esse profissional é a grande base de sustentação técnica de parte das empresas de processos e ferramental. A origem desse pessoal é quase sempre o Senai.

Poderia ser diferente e, em vez de técnicos, haver maior contratação de engenheiros nessas empresas? Certamente não, pois são empresas cuja atividade produtiva prescinde desse profissional em número elevado, vez que requer mais as habilidades operacionais dos “artífices” do que as capacidades conceituais de que dispõem os engenheiros. Há um número elevado de empresas de processo industrial e montagem; apenas algumas empresas de ferramental declaram realizar atividades de projeto; e os fornecedores de bens, conforme já discutimos, não realizam atividades com diferencial tecnológico. Nenhuma das pesquisadas manifestou interesse ou preocupação em ampliar o quadro de engenheiros das suas empresas. Ao contrário, quando mencionada essa questão, a atenção estava mais voltada para as questões técnicas: máquinas e equipamentos e mão-de-obra especializada na sua operação. O engenheiro, quando

²⁴ Considerando que as empresas BI-03 e PI-11 foram excluídas da amostra uma vez que fornecem pouco à CAB. Se mantidas na amostra, seus números iriam distorcer os resultados finais.



presente, ocupava normalmente a função de gerente da linha de produção, responsável pela qualidade do processo ou pelas atividades comerciais (ressalvadas as exceções).

Por outro lado, vale ressaltar as condições atuais dessas empresas. Conforme exploramos na Seção 2.3.1, trata-se de empresas pequenas, em que a relação faturamento por empregado é baixa, condições que por si só impõem expressivas restrições orçamentárias.

No caso das prestadoras de serviços de engenharia, como era de esperar, a proporção é alta: 121 engenheiros no total, uma relação de 17,8 engenheiros por empresa. Mesmo nessas empresas, o grau de escolaridade mais baixo corresponde ao ensino de nível médio, categoria essa que abrange o pessoal com formação técnica.

A próxima questão a ser colocada é: o que fazem esses engenheiros e técnicos? Em que consistem as atividades tecnológicas conduzidas por essa amostra de empresas? Qual o comportamento inovativo que podemos abstrair dos dados pesquisados? É possível concluir que há competência tecnológica entre os fornecedores nacionais que atendem à CAB? A resposta a essas questões passa pelo detalhamento das atividades produtivas dessas empresas e por sua inserção estratégica no mercado. E, dada a grande diferença entre as empresas de engenharia das demais pesquisadas, a condução dessa discussão será feita de forma individualizada. Primeiro, apresentamos o caso dos fornecedores de bens, processos industriais e ferramental (Seção 2.3.2.1); em seguida, analisamos as prestadoras de serviços de engenharia (Seção 2.3.2.2).

2.3.2.1 Competências Tecnológicas dos Fornecedores de Bens, Processos e Ferramental

Em relação aos fornecedores de processos industriais, os quais, na sua maioria, fornecem peças usinadas, estampadas e de material composto, vale considerarmos a analogia feita por Lima et al. (2005), de que a relação entre a Embraer e essas empresas apresenta características peculiares que se assemelham a empregados terceirizados. Isso acontece porque não há fornecimento completo por parte des-



sas empresas; eles recebem da Embraer todo o material necessário a ser processado, assim como os desenhos, especificações do projeto e o ferramental pronto e apenas alocam mão-de-obra e máquinas para sua execução.

Configura-se assim uma relação de subcontrato (daí a adequação do termo subcontratados), pois a Embraer se encarrega da importação da matéria-prima,²⁵ estabelece as diretrizes técnicas do projeto e repassa uma “ordem de pedido” ou “ordem de serviço” aos seus fornecedores locais. O pagamento final será feito de acordo com o número de homens-hora ou máquina-hora alocado pelas empresas. Em paralelo, há o acompanhamento contínuo da Embraer durante todas etapas de execução, especificamente em assuntos correlatos à qualidade e conformidade com o projeto original. No caso da usinagem e estamparia, as peças semi-acabadas são, em geral, recolhidas nas empresas pela própria Embraer, que se encarrega da execução das etapas finais do acabamento, ou seja, do tratamento de superfície e da montagem dos conjuntos e subconjuntos de peças. Normalmente, essas atividades acabam sendo delegadas, pela Embraer, para outra empresa subcontratada, que se responsabilizará pela execução da atividade.

Vale enfatizar que, se até esse momento, as atividades realizadas e oferecidas pelos fornecedores nacionais de processos industriais que integram a CAB prescindem de um nível de capacidade técnica mais complexo, de um número maior de engenheiros e de conhecimentos tecnológicos mais sofisticados, a continuidade dessa postura provavelmente não garantirá a sobrevivência dessas empresas como integrantes e fornecedores da cadeia aeronáutica, no futuro próximo. Dois fatores sustentam essa suposição: primeiro, as mudanças detectadas no posicionamento estratégico da líder dessa cadeia, a Embraer. Segundo, a presença cada vez maior dos parceiros de risco no território brasileiro.

25 Nesses casos, todos os materiais utilizados, seja na usinagem, seja na manufatura dos materiais compostos, são importados, uma vez que não há fornecedor de produto similar no mercado local. E, embora a produção de aeronaves no Brasil seja significativa e revele tendência de crescimento, não pode ainda ser considerada como configurando uma escala elevada de produção. Essa constatação tem sido utilizada para justificar a ausência de fornecedores locais de matéria-prima específica ao negócio aeronáutico.



Quanto ao primeiro fator, a tendência vislumbrada para o futuro desse tipo de fornecimento à CAB, comentada por vários dos nossos entrevistados, sugere que a continuidade do relacionamento com a Embraer implicará a entrega do “fornecimento completo de subconjuntos” (*end item*), ou seja, de processos mais complexos e com maior valor agregado. Essa mudança de postura por parte da Embraer faz parte do novo posicionamento estratégico e de inserção internacional que tem sido buscado pela empresa, de capacitar-se cada vez mais em atividades que são estratégicas, acrescentando valor ao seu *core business*, ou seja, montagem de aeronaves.

Tal estratégia foi particularmente enfatizada no processo de escolha de fornecedores, durante o início do desenvolvimento da nova família de jatos executivos, o Light Jet (LJ) e o Very Light Jet (VLJ),²⁶ em que os fornecedores deviam oferecer soluções mais completas à Embraer.²⁷ Portanto, seguindo essa orientação, a externalização de atividades que não são fundamentais para seu negócio principal será uma consequência natural.²⁸ Nessa perspectiva, várias atividades que, no passado, eram desenvolvidas no interior da Embraer, agora ou estão sendo transferidas para os fornecedores locais, ou há planos já adiantados em fazê-lo. A Embraer tem declarado essa intenção a seus fornecedores nacionais (sobretudo aos subcontratados) de maior importância no Brasil, a fim de que eles possam ir se preparando para assumir e incorporar tais responsabilidades.

Já os fornecedores nacionais ficarão encarregados da importação da matéria-prima e do seu processamento posterior, por completo, o que inclui: usinagem, tratamento superficial (térmico e químico) e montagem de pequenos e médios conjuntos e subconjuntos de

26 O segmento *Light* é composto de jatos que usualmente transportam até oito ou nove pessoas; a categoria *Very Light*, bem mais recente, é composta de aeronaves que transportam entre quatro e seis pessoas ou até dez mil libras (4.536 kg). A previsão da Embraer de conclusão desses projetos de aeronaves é o ano 2008, para o *Very Light Jet*, e 2009, para o *Light Jet* (disponível em <http://www.defesanet.com.br>).

27 Entretanto, como os ofertantes, mormente aqueles focados em aeroestruturas, não apresentaram propostas a preços competitivos, segundo a Embraer, a integradora acabou por optar pelo desenvolvimento integral, por conta própria, do projeto estrutural do novo programa, hoje denominado Phenom 100 e 300.

28 A Eleb, fornecedora da Embraer, também pensa em fazer o mesmo em relação ao tratamento superficial, movida por essa lógica que supõe focar as atividades no *core business* da empresa, ou seja, no projeto, montagem e manutenção do trem de pouso.



peças, além da entrega do produto final. Essa tendência, ao mesmo tempo em que tem sido encarada como uma oportunidade de mercado para os fornecedores nacionais de processo, também desperta preocupação, pois requer internalizar várias competências que eles não dominam, a contratação, o treinamento ou desenvolvimento de funcionários especializados em montagens, além da ampliação das instalações das empresas a fim de abrigar essas novas atividades.²⁹ Além disso, a continuidade dessa tendência fatalmente acarretará maior distanciamento da Embraer em relação aos seus fornecedores locais; em outros termos, essa defasagem pode vir a ser bastante positiva, significando mais independência dessas empresas e o desafio adicional de se capacitarem para essa nova atribuição.

Quanto ao segundo comentário: a instalação de alguns parceiros de risco no Brasil, embora ainda com atividades produtivas e tecnológicas reduzidas, está levando gradualmente à contratação de fornecedores nacionais para aquisição de atividades de processos industriais no país. Inclui-se, nesse ponto, a perspectiva de ampliar e diversificar a base de fornecimento para esses parceiros que vêm se instalando no Brasil. E o atendimento a esses novos clientes, que são multinacionais e ao mesmo tempo *players* globais, de certa forma habilita e qualifica os fornecedores brasileiros a exportarem.

Várias dificuldades interpõem-se para a continuidade e ampliação desse fornecimento. Uma delas é que esses parceiros de risco, futuros clientes em potencial dos fornecedores nacionais, demandam o “fornecimento completo de subconjuntos”. Ou seja, diferentemente do que ocorre com a Embraer, não interessa a esses parceiros estabelecer relações com os fornecedores locais nos termos da subcontratação, sustentada na aquisição de homens-hora ou homens-máquina. Da mesma forma, as chances de alcançar o mercado externo, por meio das exportações, passam antes por agregar competências que possibilitem às empresas nacionais de processo disponibilizarem o fornecimento completo de subconjuntos.

²⁹ Conforme discutiremos na Seção 2.3.4, sobre Posicionamento de Mercado e Estratégias de Negócio na CAB, a ampliação das instalações das empresas é, via de regra, um dos grandes limitadores à expansão da capacidade de atendimento ao setor aeronáutico.



E, nesse aspecto, nos deparamos com alguns gargalos tecnológicos entre os fornecedores locais:³⁰ não há competência técnica para o fornecimento completo, o que implica integrar atividades que incluem planejamento financeiro e de estoques; identificação, negociação, compra e importação de matéria-prima; administração das atividades operacionais, o que abrange: a montagem de peças, componentes e subconjuntos; responsabilidades quanto à execução do tratamento superficial (térmico e/ou químico), e até pela logística da entrega do produto acabado.

Além desses gargalos tecnológicos, a importação da matéria-prima apresenta um outro problema a ser equacionado, que tem a ver com o custo e a escala da importação. Os fornecedores nacionais, individualmente, não possuem nem escala nem poder de compra para negociar essas importações. A viabilidade dessa atividade, considerando que a Embraer deixe de ser a (principal) articuladora desse processo, só ocorrerá a partir de uma ação integrada que represente os interesses de toda essa cadeia. O caso do consórcio HTA é uma iniciativa interessante nesse sentido, uma vez que as empresas, ao integrarem esse consórcio, passam a ter um poder de compra maior e acumulam competências diversas, o que as habilita a cumprir os requisitos do fornecimento completo de subconjunto (ver Boxe na seção 2.3.4, sobre o caso HTA).

Outro aspecto a ser destacado em relação aos fornecedores de processos industriais diz respeito à entrada de uma empresa multinacional no setor, a alemã ThyssenKrupp, que, em 2005, adquiriu 80% das ações da Autômata (ver detalhes no boxe correspondente). Essa inserção de capital externo reforça a idéia, presente em várias das nossas entrevistas, de que o Brasil apresenta grande potencial para *outsourcing* de processos industriais. O aspecto atrativo, nesse caso, são as competências acumuladas pelo setor nesse tipo de atividade, acrescido do custo da mão-de-obra local. Conta também a favor o fato de essas empresas acumularem anos de aprendizagem no trabalho conjunto com a Embraer,

30 Na seção dedicada a pensar o futuro da CAB, exploramos outros aspectos relacionados aos fornecedores nacionais, além do tecnológico aqui discutido, por exemplo, em relação aos problemas que surgem para a importação de matéria-prima, por fornecedores nacionais, *vis-à-vis* a escala necessária.



como fornecedores de serviços industriais; detêm, assim, *know-how* significativo nesse tipo de negócio.

THYSSENKRUPP AUTÔMATA

Exigências relacionadas a custo, qualidade, tecnologia, escala e, sobretudo, falta de capital para realizar investimentos na renovação e modernização do parque de máquinas foram as motivações que levaram a brasileira Autômata, empresa de processo de usinagem e integrante do Consórcio HTA, a se unir à ThyssenKrupp. Classificada entre as seis maiores multinacionais alemãs, a ThyssenKrupp entrou no negócio com potencial financeiro, viabilizando a aquisição de centros de usinagem. Desde a fusão, essa nova empresa, a ThyssenKrupp Autômata, já adquiriu oito máquinas CNC cinco eixos, que são as mais sofisticadas (e caras) no processo de usinagem. Segundo informou a empresa, por não haver similar no Brasil desse tipo de máquina nem linhas de financiamento local para esse tipo de importação (à época da entrevista), a aquisição desse tipo de máquina só foi possível por meio de importação e do aporte de capital financeiro da empresa estrangeira. Mas as estratégias da nova empresa superam o aspecto estritamente tecnológico, imprimindo uma nova dimensão ao negócio de processos de usinagem: a intenção é que essas novas máquinas executem a usinagem mais nobre e de maior valor agregado; as atividades de usinagem de peças menos complexas, que podem ser feitas em tornos CNC mais simples ou convencionais, devem ser quarteirizadas.

A questão do fornecimento completo de subconjuntos também se aplica aos fornecedores de ferramental. Mas, nesse caso, trata-se de integrar o projeto do ferramental à sua fabricação e montagem. Das cinco empresas entrevistadas, e que compõem a amostra de ferramental, três podem ser consideradas bem posicionadas nesse negócio: todas possuem competência em projeto e fabricação de ferramental, com habilidades para montar e gerir um gabarito de montagem. Essa competência, aliás, foi uma das razões mencionadas



para justificar o aumento do fornecimento à CAB e de diversificação de clientes, conforme descrito anteriormente. Nesse aspecto, vale notar que a Embraer não adquire projeto e fabricação de ferramental de uma única empresa, que configura o chamado fornecimento *turn key*. Ela compra o ferramental, mas entrega o projeto próprio. Apesar disso, do ponto de vista das competências da empresa e do seu posicionamento no mercado, ter capacidade para integrar ambas as atividades qualifica a empresa a atender outros clientes na cadeia aeronáutica, tais como os parceiros de risco. A Tracker, por exemplo, projeta e fabrica ferramental focalizando o negócio aeronáutico. E, embora receba da Embraer o projeto pronto e venda somente o ferramental, para outros parceiros de risco tais como Sobraer, Kawasaki, Latécoère e Sonaca, a Tracker tem fornecido a solução integrada, isto é, de projeto e de fabricação.

As outras duas empresas da amostra de ferramental ilustram casos complementares – ambas apresentaram deficiências nas competências tecnológicas e na forma de inserção que possuem como fornecedores de ferramental à Embraer. Uma delas possui *know-how* para projetar ferramental, mas não possui competências nem infra-estrutura para investir na sua fabricação. Dadas as limitações de receita da empresa e as dificuldades em obter financiamento para investir em uma planta industrial, essa empresa está delineando uma estratégia alternativa: está à procura de um parceiro da área industrial, que esteja em operação e que, portanto, já tenha investimentos em ativos fixos. Essa seria uma opção viável, e no curto prazo, para se manter como fornecedora da cadeia aeronáutica.

A situação da outra empresa é oposta. Ela possui tecnologia e máquinas para a fabricação de ferramental, porém não tem competência para projetos. E uma das razões para essa deficiência é a falta do *software* especializado que a Embraer requer; nesse caso, a empresa não utiliza o *software* Catia. Em consequência, o percentual de faturamento da empresa, que no ano 2000 foi de 90%, atribuído às vendas para a Embraer, em 2004 foi reduzido para 15% e, em 2005, 5% da receita anual. É importante considerar que as empresas de ferramental sofrem as oscilações dos picos dos projetos: no ano 2000, por exemplo, houve uma grande demanda de ferramentas para a família Embraer 170/190; entretanto, a falta de adequação



tecnológica aos requisitos impostos pela Embraer foi decisiva para a continuidade da prestação dos serviços delegados a essa empresa.

O caso dos fornecedores de bens configura uma situação particular no negócio aeronáutico. Conforme apresentamos na Seção 2.3.1, praticamente não há no Brasil fornecedores desse segmento que desenvolvam componentes com relevante conteúdo tecnológico e diferencial estratégico. O grupo das empresas que anteriormente classificamos como de baixo valor agregado (ver Seção 2.3.1) não apresenta competência técnica que as qualifique ao fornecimento de bens com maior valor agregado. Além disso, vislumbramos poucas perspectivas de mudanças nesse cenário.

Alguns exemplos podem ser dados para justificar essa situação. A Embraer solicitou a uma dessas empresas, no passado, que expandisse sua área de atuação desenvolvendo outro tipo de componente de maior valor agregado. O fornecedor recusou essa oferta, alegando que seriam necessários significativos investimentos internos para qualificação e adequação das instalações, e a única demandante seria a Embraer que não oferecia garantia de continuidade de compra desses componentes por um certo período. Outro exemplo vem de um ex-fornecedor da Embraer, que declarou não ter mais interesse de investir para atender à CAB pela falta de garantias de continuidade do fornecimento. Esses exemplos mostram que as decisões de investir para atender ao mercado aeronáutico encontram limitações que vão além do gargalo tecnológico, esbarrando em limites de financiamento local e em questões contratuais (mais detalhes nas Seções 2.3.4 e 2.3.5).

Considerando a perspectiva de consolidação no Brasil de empresas de componentes de alto valor agregado, a experiência vivida pela Digicon ilustra as dificuldades inerentes ao processo de aprendizagem necessário ao desenvolvimento de fornecedores de bens de maior conteúdo tecnológico. A Digicon desenvolveu e exporta para a Hamilton Sundstrand, parceira de risco da Embraer, mais de 140 variações de componentes para válvulas, produto de alto conteúdo tecnológico agregado e cujo processo produtivo levou anos para ser internalizado. O fato de a Digicon já ter sido procurada por pelo menos oito parceiros de risco interessados em firmar acordos de



fornecimento mostra que há uma grande demanda na aquisição de bens mais sofisticados no Brasil. Entretanto, nenhuma dessas negociações avançou. As baixas escalas de exportação, uma característica do negócio aeronáutico, e problemas com o câmbio têm levantado dúvidas acerca da continuidade desse fornecimento da Digicon para a Hamilton Sundstrand e mesmo posto em xeque as possibilidades de continuidade da Digicon nesse negócio (mais detalhes no boxe correspondente).

DIGICON S.A. – CONTROLE ELETRÔNICO PARA MECÂNICA

No ano 2000, a Digicon, empresa que atende ao setor eletrônico e eletromecânico, fechou um acordo com a Hamilton Sundstrand, parceira de risco da Embraer, de fornecimento de componentes para válvulas. A existência de um acordo formal, inicialmente de cinco anos e recentemente renovado por mais dois anos, para ser a fornecedora exclusiva desse tipo de peça, conjugado ao compromisso da Hamilton Sundstrand em oferecer suporte tecnológico durante todo o processo de desenvolvimento das competências necessárias, contribuiu para que a empresa nacional ingressasse no ramo aeronáutico. Essa experiência teve êxito, do ponto de vista tecnológico, pois contou com o aporte técnico do cliente no exterior em todas as etapas do projeto e produção; mas, contou a favor, sobretudo, o fato de a Digicon ser uma grande empresa nacional, aspecto que viabilizou os investimentos realizados durante todo o processo de aquisição e incorporação desse tipo de *know how*. Somente no negócio aeronáutico foram investidos cerca de US\$ 2 milhões. Nesse acordo, a Digicon entrega a peça completa: ela importa a matéria-prima (pelo regime aduaneiro de *drawback*), estoca o material e executa os processos de usinagem e tratamento superficial. Alguns desses processos a Digicon foi forçada a internalizar, dadas as dificuldades em encontrar fornecedores no mercado nacional. A maior dificuldade ocorreu com o tratamento térmico: a maioria das prestadoras desse serviço atende à



indústria automotiva, setor em que os requisitos de controle do processo, normas de qualidade e certificação de mão-de-obra são bem menores. Portanto, seria necessário não somente desenvolver o fornecedor no Brasil, mas ajustá-lo à estrutura de custo da Digicon, uma dupla exigência que não surtiu bons resultados. Além disso, a empresa enfrentou (e enfrenta) muitas dificuldades por ter subestimado os custos ligados à aprendizagem, ou seja, do processo de preparação para atender ao negócio aeronáutico. Esses problemas são de natureza distinta: falta de experiência para atuar como um fornecedor internacional no negócio aeronáutico; desconhecimento das especificidades desse fornecimento (tipo de material, de processo, de tolerâncias etc.); regras e burocracia do *drawback*; impactos das variações do câmbio; obstáculos para importação e manuseio de matéria-prima; atrasos ligados à alfândega (posto que os prazos de entrega são bem especificados nos contratos), entre outros.

Vários desafios precisam ser enfrentados para que os fornecedores nacionais possam alcançar um novo estágio no fornecimento à CAB, o que implica superar a “condição” de subcontratados, ou de fornecedores de baixo valor agregado, e passar a executar atividades (fornecer produtos ou serviços) com maior conteúdo tecnológico, estratégico e com diferencial no mercado. A Seção 2.3.5.1, que discute as políticas públicas para o setor aeronáutico, tem mais contribuições a dar nesse sentido. Nessa seção, e especificamente pensando na dimensão tecnológica do problema, há um aspecto que não deve ser negligenciado quando se trata de alcançar um novo posicionamento estratégico no fornecimento aeronáutico: considerar o aspecto da aprendizagem tecnológica, isto é, do tempo e dos requisitos necessários para preparar um fornecedor para atuar nessa área, no Brasil. Essa recomendação aplica-se a todos os fornecedores nacionais, sejam eles de bens, processos ou ferramentais.

Os fornecedores de processos industriais e ferramental em especial encontram-se mais bem posicionados em relação a esse cenário e contam com a vantagem adicional de acumular um longo período de fornecimento à Embraer, relação que tem lhes permitido consolidar



experiência e competência no atendimento a esse mercado específico. Além disso, parte significativa desses fornecedores acumula uma experiência adicional, que é o fato de terem sido funcionários da Embraer no passado. E, embora os contratos de fornecimento para a Embraer tenham sido, em muitas circunstâncias, pautados na relação de subcontratação, o mercado (a Embraer, principalmente, mas os parceiros de risco também) já está sinalizando mudanças nesse tipo de relação, que requer o fornecimento completo de subconjuntos, no caso dos fornecedores de processo, e competência para projeto e fabricação, no caso dos fornecedores de ferramental.

Há vários desafios nesse caminho, e a defasagem do parque industrial, com a predominância de máquinas e equipamentos obsoletos, é um deles. As empresas têm enfrentado muitas dificuldades para se fortalecer tecnologicamente e obter acesso a recursos que permitam realizar investimentos em equipamentos mais sofisticados, tais como os centros de usinagem CNC, com cinco eixos, que agregam valor ao produto e conferem maior velocidade e flexibilidade à atividade. Há também questões administrativas e gerenciais importantes a serem equacionadas, já que muitas empresas carecem de uma gestão profissionalizada dos negócios (talvez ainda muito influenciadas pela gestão familiar que deu origem ao negócio). Não obstante, pudemos perceber que várias das empresas pesquisadas estão atentas e se preparando para essa nova fase do fornecimento à CAB.

2.3.2.2 Competências Tecnológicas das Empresas de Engenharia

Decidiu-se tratar separadamente as empresas de serviços técnicos e de engenharia por apresentaram, em sua grande parte, resultados diferenciados quanto às informações levantadas e verificadas em três outros tipos de empresas (bens, processos industriais e ferramental). Sinteticamente, podemos dizer que essas empresas são caracterizadas por maior intensidade tecnológica de conhecimento e que, por isso, entre outros fatores, o que mais chama a atenção é a demanda em suas estruturas organizacionais por recursos humanos mais qualificados do ponto de vista de sua formação acadêmica.

Essas empresas, geralmente são chamadas de empresas de base tecnológica pela literatura [Carvalho et al. (2001); Fernandes,



Côrtes & Oishi (2000); Pinho, Côrtes & Fernandes (2002)]. Apesar de o conceito não ser único e os critérios de seleção serem os mais variados, em geral, elas possuem pelo menos três características distintas das demais: i) alto investimento em P&D interno; ii) alto percentual de engenheiros; e, iii) comercializam produtos ou serviços considerados inovadores. A seguir procuramos elucidar alguns dados a respeito dos itens ii e iii, uma vez que não foram levantados dados sobre investimento em P&D nesta pesquisa. A Tabela 2.14 apresenta alguns indicadores (muitos deles já discutidos em outras seções), cuja finalidade é resumir algumas características relativas às competências e capacitações dessas empresas.

Todos esses indicadores, em maior ou menor grau, estão relacionados à natureza dos serviços técnicos e de engenharia. O leque de atividades relacionadas às empresas classificadas nessa categoria de atividade é amplo. As seis empresas aqui analisadas prestam serviços distintos para a CAB, entre os quais os mais comuns são: engenharia de projeto e detalhamento em geral; sistemas e controles de processo, gestão e uso de equipamentos; arquitetura e integração de sistemas mecânicos, eletrônicos, serviços de qualidade e instrumentação. O Quadro 2.3 detalha as atividades (que se traduzem em suas competências) para o setor aeronáutico.

A avaliação da qualificação mão-de-obra (indicadores 1, 2 e 3 da Tabela 2.14) foi realizada com base em indicadores da formação acadêmica, que se constituem em um dos indicadores de entrada (insumo ou esforços) do processo de inovação. Apesar de não constituírem um objetivo em si mesmo, os esforços tecnológicos são importantes instrumentos para a expansão da empresa e para o fortalecimento de seu desempenho competitivo. Para as empresas de engenharia aqui pesquisadas, a qualificação da mão-de-obra empregada é um importante indicador do esforço empreendido pela empresa para inovar.



TABELA 2.14

Indicadores Seleccionados de Capacitação, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Descrição do Indicador	Serviços Técnicos e de Engenharia (n=6)	Bens Industriais, Processos Industriais e Ferramental (n=24)
1. Número de engenheiros/ empregados totais (%)	17,76	2,16
2. Número de empregados com nível superior (graduação e pós)/ empregados totais (%) ¹	31,0%	- o - *
3. Número de pós-graduados/ empregados totais (%) ¹	7,5%	- o - *
4. Faturamento no negócio aeronáutico/faturamento total da amostra (R\$ e %)(2)	43.566.739 31%	96.698.772 69%
5. Faturamento total/empregados totais (R\$)	171.375	90.534
6. Número de empresas exportadoras/número total de empresas segundo atividade principal (%)	66,7% (4 das 6 empresas)	16,7% (4 das 24 empresas)
7. Parceiros de risco e empresas aeronáuticas como clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Atis Aviation • Fuasa – grupo Gamesa • Gamesa • Hamilton Sundstrand • Kawasaki • Laécoère • Pratt & Whitney do Brasil • Sonaca • Turbomeca – grupo Safran 	<ul style="list-style-type: none"> • C&D • Hamilton Sundstrand • Gamesa

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

¹ Média das porcentagens de cada empresa. Cinco das seis empresas informaram esse dado.

* Questão dirigida unicamente às empresas de serviços técnicos e de engenharia.



QUADRO 2.3

Descrição das Principais Atividades e Competências das Empresas de Serviços Técnicos e de Engenharia no Negócio Aeronáutico

Código da Empresa	Descrição das Atividades e Competências
SE-01	Produtos e serviços para a área aeroespacial civil e de defesa no apoio à produção (montagem, pintura e inspeção), manutenção (inspeções, revisões, reparos), engenharia e projeto (de produtos e ferramental, desenvolvimento de protótipos, fabricação de peças e conjuntos mecânicos).
SE-02	Desenvolvimento de aeroestruturas – da concepção e cálculos estruturais ao projeto preliminar e detalhado, passando pelo suporte à fabricação, montagem, ensaios e certificações de partes e segmentos projetados. Presta, também, serviços de gerenciamento de projetos <i>turn key</i> (incluindo o gerenciamento de subcontratadas) além de todas as atividades acima listadas.
SE-03	Atua nos setores de aeronáutica, defesa e espaço, com projetos de sistemas completos. No setor de defesa, possui projetos de fabricação de mísseis, radares, equipamentos para satélites (e seus equipamentos de teste e apoio à operação). No setor aeronáutico, desenvolveu (projeto e fabricação) o sistema de pára-quadras de cauda de aeronaves (<i>tailchute recovery system</i>) para a família Embraer 170/190.
SE-04	Serviços de ensaios não-destrutivos (END) – raios X, ultra-som, correntes parasitas, líquido penetrante fluorescente, partícula magnética fluorescente – em peças, conjuntos, motores e estruturas de aeronaves de asa fixa e rotativa, em seus laboratórios e nos hangares de manutenção. Está ampliando a atuação para as áreas de tratamento de superfícies, pintura, metalografia e tratamento térmico.
SE-05	Atua no desenvolvimento de projetos integrados de engenharia e manufatura para as indústrias automobilística e aeronáutica, envolvendo projetos de ferramentas para peças de metal e de plástico, ensaios estruturais e de gabaritos de montagem.
SE-06	Englobam atividades em todas as etapas de desenvolvimento, desde a concepção até a certificação dos sistemas no setor aeroespacial. No segmento aeronáutico, suas áreas de atuação compreendem serviços de cálculo estrutural estático, análise de impacto de aves (Embraer 170), SAR – Structural Analyses Report e MRB – Material Revision Board, análise de tolerância a dano (propagação de trincas) e análise de fadiga.

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 6 empresas.

Considerando-se o total de pessoas ocupadas nas empresas respondentes, com nível superior (graduação, especialização, mestrado e doutorado), verifica-se que a quantidade de pessoas qualificadas é alta, já que 31% da força de trabalho possui formação universitária, e desse percentual, aproximadamente 18% são engenheiros. É



muito significativa, em comparação com os padrões brasileiros, a ocupação de pessoal com mestrado e/ou doutorado nas empresas de engenharia da CAB (7,5%), o que confirma a alta qualificação profissional requerida e acumulada nessa atividade.

Vale ressaltar que o número de doutores e mestres empregados nessas empresas quase não encontra paralelo na atividade privada industrial ou de serviços no Brasil, com exceção de algumas indústrias, entre elas, por exemplo, a de software. A recente pesquisa intitulada “Perfil das Empresas Brasileiras Exportadoras de Software” [DPCT & Softex (2005)] revelou que a taxa de pessoal com nível superior era de 62%, enquanto a de pessoal com cursos de pós-graduação (mestres e doutores) era de 3,5%.

Os indicadores 4 e 5 da Tabela 2.14, relacionados à produtividade, mostram, respectivamente o peso do faturamento das empresas de serviços técnicos e de engenharia no faturamento total das empresas da amostra e a produtividade do capital por empregado para essas empresas e as três outras.

Muito embora, como já comentado, o faturamento global das empresas pesquisadas seja considerado baixo, vale ressaltar que as prestadoras de serviços técnicos e de engenharia estão entre as que apresentam maior faturamento anual. Das quatro empresas que forneceram dados sobre seu faturamento, três auferiram faturamento anual em 2004 acima de R\$ 10 milhões. Isso leva à seguinte proporcionalidade: as seis empresas de serviços técnicos e de engenharia (20% da amostra) são responsáveis por 31% do faturamento da amostra (30 empresas), ou seja, no cômputo geral, elas agregam mais valor como fornecedoras da CAB.

A considerável diferença no faturamento por empregado entre as empresas de serviços técnicos e de engenharia (aproximadamente R\$ 171 mil por empregado) e as outras três (aproximadamente R\$ 91 mil por empregado) é mais um indicativo de que o fornecimento de soluções tecnológicas e de projetos, em vez de bens e processos industriais, é mais produtivo e tem relação com os investimentos em recursos humanos qualificados e em estações de trabalho com *softwares* especializados. Somente a empresa SE-04 é uma exceção a essa média.



Acredita-se que, nesse caso, a empresa preste serviços como ensaios e testes, de natureza mais técnica e menos ligada à engenharia.

A análise das entrevistas com os proprietários-gerentes dessas empresas, das visitas às instalações e da aplicação dos questionários, leva, portanto, à conclusão de que esse desempenho “superior”, se assim pode-se denominá-lo, em comparação com as demais fornecedoras da CAB pode ser explicado, em grande parte, pela própria natureza das atividades de engenharia já descritas, que agregam alto valor tecnológico e, por conseguinte, de mão-de-obra especializada de engenheiros e pessoal com nível superior.

O levantamento do número de empresas exportadoras da amostra segundo a atividade principal e a relação de outras empresas clientes ligadas ao negócio aeronáutico (respectivamente, indicadores 6 e 7 da Tabela 2.14) também revelaram um dado importante: as prestadoras de serviços técnicos e de engenharia têm sido as empresas que apresentaram maior potencial de exportação e de diversificação do fornecimento para outras empresas da CAB, principalmente para os parceiros de risco instalados no Brasil. Aliás, parte da receita declarada por três empresas, entre as quatro que declararam valores, está atrelada a outros clientes da CAB. Das oito empresas exportadoras, quatro delas são de serviços técnicos e de engenharia.

Além dessas características ora mencionadas, duas outras chamam a atenção. Primeiro, as competências acumuladas por essas empresas mostram uma trajetória de rápida acumulação de conhecimento. As seis empresas possuem entre dez e 18 anos de existência, correspondendo a 23% da amostra; 30% da amostra é mais nova e 47%, mais velha. Segundo, parte do aprendizado, sem dúvida, está ligada à experiência que seus proprietários-gerentes possuíam ao abrir suas empresas. Quase todos os entrevistados das seis empresas são ex-funcionários da Embraer e possuem experiência profissional superior a dez anos. O Quadro 2.4 traz um resumo dessas informações.

Isso pode, à primeira vista, não parecer relevante, porém, dois fatos mostram o contrário. O primeiro é que a extensa literatura sobre empresas de base tecnológica [Bollinger et al. (1983); Fernandes et al. (2000); Ferro & Torkomian (1998); Pinho et al. (2002)] indica que uma das principais fragilidades dessas empresas é a ênfase exagerada no produto, relegando a segundo plano o conhecimento do mercado e das técnicas



de gestão. O diferencial positivo é exatamente o “foco no mercado” e a “capacidade gerencial” de seus proprietários, conquistado pela experiência de trabalho e de vida. O segundo é que alguns representantes de parceiros de risco da Embraer demonstraram interesse na formação de parcerias para cooperação tecnológica com a finalidade de iniciar projetos de produtos inovadores. Contudo, muito deles declararam que a busca (escaneamento) por tais empresas no mercado era malsucedida. Para alguns desses parceiros de risco, tomamos a liberdade de indicar algumas empresas de base tecnológica cujas competências e negócios coincidiam com os esperados, porém essas indicações esbarravam na seguinte questão: “Ah, mas eu quero empresas maduras, com história, com produtos e clientes de verdade, e não empresas incubadas, que nunca venderam e administraram um negócio com sucesso.” O que se extrai disso é que essas seis empresas possuem uma forte vantagem competitiva que muitos de seus possíveis concorrentes levarão tempo para alcançar: experiência e reputação no negócio em que atuam.

QUADRO 2.4

Descrição da Experiência Profissional dos Proprietários-Gerentes das Empresas de Serviços Técnicos e de Engenharia

Código da Empresa	Descrição das Experiências
SE-01	O entrevistado exerceu a função de técnico em mecânica, métodos e processos de fabricação na Embraer por 15 anos e mecânico-geral na Engesa por seis anos. Está há dez anos na empresa.
SE-02	O entrevistado exerceu a função de assessor da gerência do Programa AMX na Embraer por quatro anos. Depois trabalhou cinco anos na Avibrás, como gerente de sistemas, e cinco anos na Siteltra Telecomunicações, como chefe de implantação de sistemas de telecomunicações. Está na empresa desde sua fundação.
SE-03	O entrevistado trabalhou numa subsidiária da Embraer chamada Órbita Sistemas Aeroespaciais, como engenheiro de sistemas, de 1986 a 1989.
SE-04	O entrevistado trabalhou no CTA entre 1974 e 1979, desenvolvendo pesquisas na área de titânio. Entre 1980 e 1982, cursou mestrado em geoquímica analítica e, ao concluir esse curso, ingressou na Embraer, na área de pesquisa e desenvolvimento e novos ensaios, permanecendo nessa empresa até março de 1989.
SE-05	N.I.
SE-06	Todos os proprietários eram ex-funcionários do Inpe, e o entrevistado trabalhou na Esca.

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 6 empresas.



2.3.3 Certificação

A análise dos dados apresentados na Tabela 2.15 revela que os fornecedores da CAB estão cada vez mais preocupados com a questão das certificações de qualidade. Vale esclarecer que, para essas empresas do ramo aeronáutico, possuir certificações tem se revelado uma necessidade, fato que se reflete no aumento significativo das certificações ISO 9.000/2.000 e NBR 15.100.³¹ A ISO 9.000 é a norma mais comum: cerca de 83% das empresas da amostra revelaram possuir essa certificação. A norma AS 9.110/ NBR 15.100 também foi mencionada por 50% da amostra; outra leitura desse dado revela a intenção dos fornecedores de permanecerem no setor; nesse caso, a certificação NBR/AS específica para o setor tem sido cada vez mais exigida pelos compradores.

No entanto, os dados mais surpreendentes são aqueles relativos aos fornecedores de processo industrial. As 12 integrantes, ou 100% da amostra, declararam possuir a ISO 9.000; 83% possuem a AS 9.110/ NBR 15.100.

A alta incidência dessas certificações nada mais é do que uma resposta dos fornecedores a uma exigência da Embraer para que essas empresas continuem a figurar como seus fornecedores. Até 2004, exigia-se somente a ISO 9001. A partir de então, a Embraer passou a considerar as normas AS 9.100 ou a NBR 15.000 na classificação dos seus fornecedores quanto ao índice de qualidade.

31 ISO é a sigla da entidade International Association for Standardization, com sede em Genebra, Suíça, e que tem por objetivo a elaboração de padrões, ou normas, internacionais, cujo objetivo é facilitar as relações comerciais entre os diferentes países. O Brasil é representado na ISO pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). ISO 9.000 é o nome genérico da série de normas da família 9.000 que estabelece as diretrizes para implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade; ela foi publicada pela primeira vez em 1987, sofrendo duas revisões: uma em 1994 e outra em 2000. AS 9.100/NBR 15.100 são normas de Sistema de Gestão da Qualidade voltada para o setor aeroespacial, tendo por referência a ISO 9001. A AS 9.100 foi publicada pela SAE International Group, e a NBR 15.100 é a norma brasileira correspondente publicada pela ABNT (www.sae.org).



TABELA 2.15

Porcentagem de Empresas com Certificações, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Certificação	Bens Industriais	Ferramental	Processos Industriais	Serviços Técnicos e de Engenharia	Total
ISO série 9.000	71% (5)	80% (4)	100% (12)	67% (4)	83% (25)
NBR 15.100/AS 9.100	43% (3)	0% (0)	83% (10)	33% (2)	50% (15)
ISO 14.000	0% (0)	0% (0)	8% (1)	0% (0)	3% (1)
Total de Empresas na Categoria	7	5	12	6	30

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Notas: n = 30 empresas.

Os números entre parênteses são as empresas, por categoria, que indicaram possuir a certificação.

Há pelo menos duas razões que levam a Embraer a exigir tal certificação de qualidade. Uma delas é obter maior garantia de que os itens fornecidos pelas empresas nacionais atenderão aos seus critérios de desempenho, minimizando a necessidade de inspeção antes de sua aplicação final nas aeronaves, por parte da integradora. Esse aspecto adquire maior importância se considerarmos a tendência de fornecimento completo que se desenha para os fornecedores nacionais. Indiretamente, a Embraer acaba contribuindo para a maior profissionalização dessas empresas, forçando-as a se capacitarem, ao menos no que se refere à gestão da produção. A outra razão é que, com essa exigência, a Embraer procura se desvincular da relação cativa mantida com a maior parte dos fornecedores nacionais (conforme exposto nas Seções 2 e 2.3.4), proporcionando-lhes maior autonomia e atribuindo-lhes mais responsabilidades na atividade de fornecimento. Isso reduz a necessidade de fiscalização periódica e direta realizada pelos próprios funcionários da Embraer nessas empresas (auditorias de segunda parte), acompanhando todas as etapas do processo de produção até a entrega do produto e/ou do processo acabado.

Os fornecedores, quando questionados, relataram três motivos principais para a busca dessas certificações (ver Tabela 2.16), em ordem de importância: 1) 83% declararam ser uma resposta às exi-



gências dos clientes (normalmente da Embraer, mas nem sempre). Surpreende a resposta dos fornecedores de serviços de engenharia: 100% declararam que a exigência do cliente tem sido o principal motivador. Entre os fornecedores de processos industriais, a incidência dessa resposta foi de 92%; 2) interesse próprio – ter a certificação cada vez mais tem sido um cartão de visita dessas empresas perante seus clientes; 3) 23% apontaram a expectativa da empresa e as possibilidades de eventual ingresso no mercado externo (exportações).

TABELA 2.16

Motivos para a Busca de Certificações, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Certificação	Bens Industriais	Ferramental	Processos Industriais	Serviços de Engenharia	Total
Exigência cliente/ setor	71% (5)	60% (3)	92% (11)	100% (6)	83% (25)
Interesse próprio	29% (2)	20% (4)	25% (3)	33% (2)	37% (11)
Pensando em exportar	29% (2)	20% (1)	25% (3)	17% (1)	23% (7)
Total de empresas na categoria	7	5	12	6	30

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Notas: n = 30 empresas.

Os números entre parênteses são as empresas por categoria que indicaram o motivo. Pergunta de múltipla escolha.

Outro dado que deve ser destacado encontra-se na Tabela 2.17. Entre as empresas que estão se preparando para obter as certificações, no total de nove, das quais quatro buscam sua primeira certificação e cinco estão se preparando para novas certificações, além daquelas que já possuem. Essa informação revela que, de fato, os fornecedores nacionais estão empreendendo esforços para se capacitarem e, sobretudo, se adequarem aos requisitos de qualidade impostos.



TABELA 2.17

Número de Empresas se Preparando para Certificações – Dezembro de 2004

Certificação	Total
NBR 15100	5
ISO 9000	3
ISO 14000	1
Outras certificações	3

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 9 empresas.

2.3.4 Análise do Posicionamento de Mercado e das Estratégias de Negócio dos Fornecedores Nacionais – A Governança Cativa Exercida pela Embraer

Nesta seção, será analisado com mais detalhes o posicionamento no mercado das empresas brasileiras que compõem a CAB. Como vimos anteriormente, essas empresas são em geral de pequeno porte e de capital nacional. As análises desta seção baseiam-se tanto nos dados quantitativos colhidos por meio dos questionários aplicados, quanto em dados qualitativos, fruto das observações realizadas pelos pesquisadores em suas visitas às empresas. Deve-se notar que apesar do emprego de questionários estruturados, as entrevistas foram conduzidas dando liberdade aos entrevistados de expressarem suas opiniões e comentários, o que possibilitou a coleta de diversos dados qualitativos, obtendo-se informações que complementam os questionários.³²

Na seção anterior, o retrato das fragilidades internas das empresas participantes foi detalhadamente analisado, especialmente sob a perspectiva de suas capacidades técnicas. Nesta seção, o foco volta-se para os aspectos mercadológicos que caracterizam seus negócios, as abordagens estratégicas que utilizam, deliberadamente ou não, e aspectos relacionados à governança nessa parte da cadeia produtiva. Devemos lembrar que a construção desse quadro é fundamentada, em grande parte, nos dados coletados a partir da perspectiva das próprias empresas.

³² O emprego conjunto de diferentes abordagens de pesquisa é conhecido como triangulação.

2.3.4.1 Caracterização das Relações Comerciais

A análise dos dados indica que as empresas da cadeia, como já comentado anteriormente, apresentam forte dependência do negócio aeronáutico, conforme a Tabela 2.18. Ressalta-se que entre os 15 fornecedores com altíssima dependência, sete (50%) declaram vender 100% de sua produção para o negócio aeronáutico.

TABELA 2.18

Dependência Comercial das Empresas no Negócio Aeronáutico* – Dezembro de 2004

Faixas de Dependência	Número de Empresas	% sobre Total
Baixa (até 25%)	6	20
Média (de 25% a 50%)	3	10
Alta (de 50% a 80%)	6	20
Altíssima (acima de 80%)	15	50
Total	30	100

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

*Faturamento da empresa no negócio aeronáutico dividido pelo seu faturamento total.

Esse quadro sofre uma aparente modificação quando se analisam as relações comerciais com a Embraer (Tabela 2.19): diminuem as empresas com alta e altíssima dependências, e aumentam aquelas de baixa e média dependências. Dois fatos, porém, devem ser lembrados: (a) alguns dos principais clientes na cadeia aeronáutica são, de fato, controlados pela Embraer, caso da Neiva ou de empresas associadas, como a Eleb; e (b) das dez empresas que declaram baixa dependência, duas, apesar de não terem negócios diretos com a Embraer, vendem 100% de sua produção para seus fornecedores (assim, deveriam de fato constar entre os fornecedores com altíssima dependência). Além disso, uma delas, apesar de já ter fornecido para a Embraer no passado, atualmente concentra seus negócios no ramo espacial, sem planos imediatos de retorno ao negócio aeronáutico, e não deveria, *stricto sensu*, constar nessa relação.



TABELA 2.19

Dependência Comercial das Empresas em Relação à Embraer* – Dezembro de 2004

Faixas de Dependência	Número de Empresas	% sobre Total
Baixa (até 25%)	13	43
Média (de 25% a 50%)	4	13
Alta (de 50% a 80%)	5	17
Altíssima (acima de 80%)	8	27
Total	30	100%

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

*Faturamento da empresa no negócio aeronáutico dividido pelo seu faturamento total.

A análise da dependência do negócio aeronáutico por tipo de empresa é mostrada na Tabela 2.20. Apesar do reduzido número de empresas por tipo não permitir análises comparativas mais elaboradas, é interessante observar que, com relação à proporção encontrada na amostra geral, um grupo que apresenta desvio significativo é o de bens industriais, fato que pode ser facilmente creditado à presença das empresas de *hardware* (placas e circuitos eletrônicos), que fornecem para a CAB, mas que estão longe de depender dela para seus negócios.

Outro aspecto a ser destacado é a alta dependência das empresas de ferramental e projetos, o que, mais do que nos outros tipos, se traduz em vulnerabilidade. A demanda da Embraer por projetos concentra-se fortemente em certas fases do ciclo de vida de uma aeronave. A de ferramental, embora menos concentrada, também varia de acordo com a época. Portanto, a alta dependência desses fornecedores em relação à Embraer significa forte oscilação de receitas. Um exemplo claro dessa vulnerabilidade é a empresa FE-05 que, no ano 2000, teve 90% do seu faturamento atrelado às compras da Embraer e que registrou somente 15% de sua receita proveniente do negócio aeronáutico em 2004. Para essas empresas, a diversificação, dentro e fora do negócio aeronáutico, fornecendo para outras empresas, e para outros setores, parece essencial.



TABELA 2.20

Dependência Comercial em Relação à Embraer,* segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Faixas de Dependência	Bens Industriais		Ferramental		Processos Industriais		Engenharia	
	Número de Empresas	% sobre Total	Número de Empresas	% sobre Total	Número de Empresas	% sobre Total	Número de Empresas	% sobre Total
Baixa (até 25%)	5	72	1	20	2	17	5	83
Média (de 25% a 50%)	0	0	1	20	3	25	0	0
Alta (de 50% a 80%)	1	14	3	60	1	8	0	0
Altíssima (acima de 80%)	1	14	0	0	6	50	1	17
Total	7		5		12		6	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

*Faturamento da empresa no negócio aeronáutico dividido pelo seu faturamento total.

A análise do histórico das empresas permite dividi-las em três tipos: 1 – criadas com o objetivo principal de fornecer produtos e serviços para a Embraer, em geral *spin-offs* (“nascidas para voar”); 2 – criadas para fornecer produtos e serviços para diversas empresas, entre elas a Embraer (“polivalentes”); e 3 – que atuavam em setores distintos do aeronáutico e que procuraram ou foram procuradas pela Embraer para iniciar o fornecimento (“aero por opção”). A Tabela 2.21 apresenta a quantidade de empresas por tipo e histórico. Pode-se observar que a predominância é daquelas criadas com foco no negócio aeronáutico (as nascidas para voar) e daquelas que foram atraídas posteriormente (as aero por opção). Na seqüência, a Tabela 2.22 testa a hipótese de dependência dessas empresas em relação ao negócio aeronáutico, segundo o seu histórico, ou seja, de acordo com os três tipos definidos.



TABELA 2.21

Tipologia, segundo a Atividade Principal e o Histórico da Empresa – Dezembro de 2004

	Tipo 1 Nascidas para Voar	Tipo 2 Polivalentes	Tipo 3 Aero por Opção
Bens industriais	5	1	1
Engenharia	4	1	1
Processos industriais	3	1	8
Ferramental	1	1	3
Total	13	4	13

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

TABELA 2.22

Dependência Comercial em Relação à Embraer*, segundo a Tipologia Criada – Dezembro de 2004

Faixas de Dependência	Tipo 1 Nascidas para Voar	Tipo 2 Polivalentes	Tipo 3 Aero por Opção
Baixa (até 25%)	1	1	4
Média (de 25 a 50%)	0	1	2
Alta (de 50% a 80%)	3	1	3
Altíssima (acima de 80%)	9	1	4
Total	13	4	13

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

*Porcentagem do faturamento da empresa no negócio aeronáutico dividido pelo seu faturamento total.

Como seria de esperar, empresas do tipo 1, as “nascidas para voar”, apresentam grande dependência no negócio aeronáutico, com exceção de uma, já mencionada, que hoje focaliza seus negócios no segmento espacial. As empresas do tipo 2, as “polivalentes”, apresentam-se dispersas ao longo das quatro categorias de dependência. Cabe notar, nessa categoria, a presença da empresa de circuitos eletrônicos, que apesar de ter sido criada contando com a Embraer como cliente, pouco depende atualmente dela em seus negócios. Já as do tipo 3 concentram-se nos extremos, porém com maior predominância para alta e altíssima dependências.



Dessa forma, do ponto de vista comercial, os dados confirmam estudos anteriores referentes à CAB [Bernardes & Oliveira (2003)]: a dependência comercial dos pequenos fornecedores em relação à Embraer é forte, seja diretamente, seja por meio de uma de suas controladas ou coligadas. Esse fato, associado à grande disparidade de porte, caracteriza a forte assimetria da cadeia.

2.3.4.2 Empresas e Mercado Externo

Se o mercado interno é restrito, a alternativa para as empresas seria procurar negócios no exterior, inserindo-se nas cadeias de produção dos demais produtores internacionais. No entanto, somente oito empresas (27% da amostra) declararam realizar negócios no mercado externo (Tabela 2.23).

TABELA 2.23

Exportações e sua Participação no Faturamento, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Código da Empresa	Faturamento Total para o Negócio Aeronáutico (%)	Valor das Exportações em 2004 (US\$)	Exportações sobre Faturamento Total (%)
BI-01	100	818.381,00	22,8
BI-03	3	1.000.000,00	2,4
SE-01	90	5.158.765,00	84,0
SE-02	100	743.046,00	16,1
SE-03	62	1.000.000,00	13,8
SE-06	50	N.I.	N.I.
PI-02	60	60.000,00	1,0
PI-01	98	5.000,00	0,2
Total		8.785.192,00	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 8 empresas.

Dois destaques: um é a Serco (84% do faturamento para o setor aeronáutico proveniente de exportação), uma cooperativa de ex-funcionários da Embraer, fundada após os cortes de pessoal durante as crises na primeira metade da década de 1990. A maior parte de seus



negócios é empreendida no mercado externo, inicialmente com a Gamesa, pois a Serco, tirando proveito da pouca experiência dessa empresa no negócio aeronáutico, conseguiu colocar cooperados a serviço desta. A partir de então, fechou negócios com empresas como Latécoère, Turbomeca e Sonaca. Outro destaque é a Aeromot (22,8% do faturamento proveniente de exportações), que, embora já tenha fornecido para a Embraer, atualmente não tem negócios com ela. Sua exportação é de produtos próprios (motoplanadores), o que demonstra sua qualificação técnica e comercial.

Nota-se que quatro entre as oito empresas são de engenharia, vendendo projeto e engenharia de componentes, o que reforça o comentado anteriormente: do ponto de vista da qualificação de pessoal e do conhecimento tecnológico, as empresas são competitivas e têm conseguido inserção no mercado internacional. No que tange aos fornecedores de processos industriais, constantes da relação, notamos duas situações distintas. No caso da Lanmar, a exportação não é para o setor aeronáutico. Para a Graúna, cujos negócios são para esse setor, embora o volume em 2004 tenha sido inexpressivo, informações posteriores à pesquisa revelam que houve aumento significativo após aquele ano, em função dos contratos de *offset* da HTA (sobre a HTA, ver boxe correspondente).

Apesar disso, consideramos que a exportação de processos industriais seja muito difícil no setor aeronáutico. Além de problemas relativos ao porte das empresas, e as fragilidades administrativas, financeiras e comerciais decorrentes, existem ainda os custos logísticos envolvidos e respectivos volumes de produção. A exportação de processos industriais em outros setores, como as *maquillas* do setor têxtil, envolve em geral grandes volumes, de forma que os custos logísticos são compensados pelos custos mais baixos de processo nos países emergentes. Para as empresas de processo, a entrada no mercado internacional significaria evoluir para o fornecimento completo de peças e conjuntos, ao qual seu porte reduzido impõe severas barreiras. O caso da HTA (ver boxe correspondente) é representativo desta situação: o consórcio foi concebido para contornar a questão do porte da empresa e reunir as competências necessárias para o fornecimento completo.



HTA – HIGH TECHNOLOGY AERONAUTICS

Da iniciativa conjunta entre o município de São José dos Campos, a Embraer e a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), além de apoio da Agência de Promoção de Exportações (Apex), foram iniciados contatos para a formação de um consórcio de empresas para a produção de componentes e serviços para o negócio aeronáutico. Como resultado dessas negociações, surgiu, no ano 2000, o Consórcio HTA – High Technology Aeronautics. Em 2006, esse consórcio contava com 11 empresas: Aeroserv; Alltec; Compoende; Graúna; LEG; Metinjo; Mirage; Astra; Status; Tecplás; e Autômata ThyssenKrupp. Entretanto, esse número não é fixo, prova disso é que a composição do consórcio tem se mostrado bastante dinâmica desde a sua criação, com saídas, entradas e fusões de participantes. Por exemplo, três empresas se fundiram (Graúna, SPU e Bronzeana); a empresa Autômata se uniu à multinacional alemã ThyssenKrupp; uma nova empresa, a Astra, entrou no consórcio em 2005; e a Aeroserv praticamente encerrou suas atividades em 2005, em função de sérias dificuldades financeiras; o fato de a empresa ainda manter sua participação na HTA tem sido uma alternativa para retomar suas atividades em 2006. O faturamento da HTA tem sido crescente, saltando de US\$ 8 milhões (R\$ 24,2 milhões), em 2003, para US\$ 21,1 milhões em 2005. O número de funcionários também aumentou, de 600 empregados, em 2003, para 1.100, em 2005, de acordo com dados do próprio consórcio. Valendo-se das competências de seus consorciados, a HTA oferece os seguintes serviços: engenharia e projetos aeronáuticos; usinagem convencional e CNC (três, quatro e cinco eixos); peças e conjuntos em materiais compostos; montagem de componentes, estruturas e chapas; testes e ensaios não destrutivos; tratamento de superfície. O apoio continuado da Apex tem permitido que a HTA participe de grandes feiras de negócios aeronáuticos no exterior e assim conquiste novos mercados. Em junho de 2005, como parte do programa de *offset* acordado com a Aeronáutica, a HTA assinou contrato de US\$ 30 milhões com o consórcio



européu EADS-Casa para a produção de peças para seus aviões. Outros negócios fechados pela HTA chegam a US\$ 1,6 milhão e envolvem contrato de fornecimento de componentes de turbina para a Pratt & Whitney e outros dois de estruturas aeronáuticas para as francesas Intertechnike e Technoplus. O modelo HTA vem sendo apontado como uma das alternativas para o adensamento da cadeia aeronáutica brasileira.

Quanto às empresas da amostra que não exportam, dez manifestaram interesse na atividade (de um total de 28 respostas válidas, portanto 36%). Dessas, quatro indicaram esforços no curto prazo para atingir o mercado externo; uma indicou tais planos somente no longo prazo, enquanto as outras não informaram horizonte de tempo. Quando perguntadas sobre os motivos de não exportarem, foram obtidas 19 respostas entre as 22 empresas não exportadoras. Somente duas empresas indicaram algum tipo de desinteresse aparente. Em todas as outras, as dificuldades apresentadas são de caráter técnico, comercial e financeiro (ver Tabela 2.24).

TABELA 2.24

Dificuldades para Exportação Relatadas pelas Empresas – Dezembro de 2004

	Dificuldades Quanto a:	Número de Respostas*
Produto ou processo produtivo	Não tem produto competitivo	1
	Tipo de serviço não é adequado para exportação	2
	Custo não competitivo	1
Aspectos administrativos	Dificuldades no trâmite legal	2
	Dificuldades na importação de matéria-prima	2
Aspectos econômico-financeiros	Falta de capital de giro	2
	Necessidade de ampliação do espaço físico	1
	Falta de porte	1
Aspectos comerciais	Desconhecimento dos canais e formas de comercialização	3

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 22 empresas.

*Algumas empresas apresentaram mais de um motivo.



Cabe comentar algumas respostas. Das empresas que responderam ter dificuldades quanto ao produto ou processo produtivo, uma atua no ramo de placas eletrônicas, sofrendo forte concorrência de preços da Ásia. Outras duas são prestadoras de serviços de engenharia, empresas que até o momento encaram a venda de serviços somente vinculados a um produto, isto é, elas não consideram que seus serviços possam ser exportados diretamente (resposta “tipo de serviço não é adequado para exportação”), o que parece se tratar de uma falsa limitação. É interessante notar, também, que do total de empresas não exportadoras, quatro declararam ter sido procuradas por empresas estrangeiras. Se isso, por um lado, denuncia passividade, por outro, reforça a idéia de que existe algum grau de competência local para atingir o mercado externo. Tais contatos, porém, não tiveram continuidade, o que pode ser creditado em boa parte ao pequeno porte e à fragilidade dos fornecedores locais.

A desagregação das dificuldades por tipo de empresa (Tabela 2.25) revela aspectos adicionais. As empresas de processos, ao indicarem dificuldades na compra de matéria-prima (no caso importada), demonstram entender que para elas o caminho para o exterior passa pela ampliação do escopo de fornecimento, indo de processos para o fornecimento completo de peças e subconjuntos. Das cinco empresas de ferramental, embora haja queixas de falta de porte (o que pode ser traduzido por capital e escala), necessidade de espaço físico e pouca familiaridade com o processo de exportação, não há argumento de falta de capacidade tecnológica.³³ Pode-se apreender, portanto, tanto evidência interna quanto externa da competitividade dessas empresas: do ponto de vista tecnológico, elas julgam-se competentes e assim foram consideradas por potenciais clientes. Suas barreiras, como já comentado, são administrativas, financeiras e comerciais.

³³ Das quatro empresas que já foram procuradas por potenciais clientes estrangeiros, três são de engenharia.



TABELA 2.25

Dificuldades das Empresas quanto à Exportação, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Atividade	Exporta	Não Exporta	Dificuldades Relatadas
Bens industriais	2	5	<ul style="list-style-type: none"> • Não tem produto competitivo • Falta de capital de giro • Custo não competitivo • Dificuldades no trâmite legal
Engenharia	4	2	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de serviço não é adequado para exportação
Processos industriais	2	10	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades no trâmite legal • Desconhecimento dos canais e das formas de comercialização • Dificuldades na importação de matéria-prima
Ferramental	0	5	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de ampliação do espaço físico • Falta de porte • Desconhecimento dos canais e formas de comercialização
Total	8	22	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

Em resumo, o caso defendido aqui é o de que as empresas são tecnologicamente competentes para buscar inserção no mercado internacional, ao menos até onde suas fragilidades administrativas, financeiras e comerciais não as comprometam, competência essa que é resultante do desenvolvimento histórico na CAB e do contexto institucional, como descrito em diversos estudos [Bernardes e Oliveira (2003); Bernardes e Pinho (2002)]. As fragilidades nos aspectos administrativo, financeiro e comercial são fruto do porte, da administração familiar que impera em muitas dessas empresas e também do tipo de relação cativa estabelecida pela Embraer com seus fornecedores. É evidente que, em alguns casos, as deficiências são tão severas que chegam a comprometer a competência tecnológica.



2.3.4.3 Estratégias de negócio dos pequenos fornecedores

Esta seção baseia-se mais em uma análise qualitativa das informações coletadas durante as entrevistas, em adição às perguntas objetivas do questionário estruturado, permitindo que os entrevistados fizessem comentários e observações.³⁴ Foram identificadas duas estratégias opostas entre os fornecedores: 1) aumentar a inserção na cadeia produtiva da indústria aeronáutica, *versus* 2) diminuir a exposição a essa fonte de receitas. Para compreender a gênese e a predominância das duas estratégias, são detalhadas a seguir as perspectivas das empresas em relação a seu negócio.

Um primeiro fator destacado pelos entrevistados é a especificidade do fornecimento: vender para o negócio aeronáutico significa trabalhar com normas e requisitos específicos, em muitos casos bem mais exigentes do que em outros setores industriais. A observação dos negócios, instalações e atividades das empresas indica que, de modo geral, essas especificidades não se traduzem em especialização de ativos fixos, o que poderia resultar em perda de flexibilidade e se tornar uma vulnerabilidade. Existe, sim, a especialização de ativos intangíveis – conhecimentos, técnicas e procedimentos específicos para fornecer para uma indústria muito exigente. Essa especialização, porém, acaba por ser bem vista por essas empresas, pois se o grau de exigência significa, por um lado, aumento de controles e de documentação, por outro, melhora a imagem institucional: uma simples visita às suas páginas eletrônicas mostra a preocupação das empresas em enfatizar o fato de serem fornecedoras da cadeia aeronáutica. Como declarou um entrevistado, ser fornecedor do ramo aeronáutico evidencia competência tecnológica e alta qualidade.

O mercado é percebido sob diferentes perspectivas por essas empresas, às vezes conflitantes. Em primeiro lugar, a evidente restrição: existe um único grande cliente, exigente e que se recusa a firmar compromisso contratual com os pequenos fornecedores – a pesquisa confirmou o registrado na literatura: a Embraer não estabelece contratos com os pequenos fornecedores. Estes trabalham mediante ordens

³⁴ As entrevistas foram integralmente gravadas, permitindo dirimir dúvidas posteriores de interpretação.



de produção, sem, portanto, garantia de continuidade a longo prazo, ainda que haja demanda pelos clientes da Embraer dos aviões que levam os materiais e serviços fornecidos pelos subcontratados. A falta de contratos, além da insegurança, causa outros problemas às empresas, como dificuldades de acesso a crédito, pois não há o que apresentar aos agentes financeiros como evidência de pedidos futuros (porém, deve-se registrar que alguns fornecedores citaram que agentes financeiros aceitam as ordens de fabricação como aval para crédito). A Embraer vale-se de seu porte para ditar as regras do fornecimento, mas pode rever sua posição em alguns casos. A empresa Autômata, antes submetida às mesmas condições dos demais fornecedores, após sua aquisição pelo grupo alemão ThyssenKrupp, relata que tem conseguido melhores condições de negociação com a Embraer.

Outro aspecto observado nas respostas de alguns entrevistados é a percepção de que, apesar de o mercado ser muito restrito, ele é menos competitivo que outros, como o automobilístico, no qual o número de empresas fornecedoras é muito mais elevado. Apenas a título de ilustração, pois comparações carecem de sustentação, o Sindipeças tinha, em 2004, cerca de 670 associados para atender 12 montadoras de automóveis e caminhões, i.e., *grosso modo* 56 fornecedores por montadora, contra 31 fornecedoras associadas à AIAB³⁵ em 2005. Além disso, é fato que a Embraer prefere fornecedores localizados próximos a ela. Uma empresa de projetos, a Exata-Master, sediada em São Paulo, tem um escritório em São José dos Campos exclusivamente para atender à Embraer, embora responda somente por 7% do seu faturamento. Por outro lado, trata-se de um mercado em expansão: após a forte retração que se seguiu ao atentado terrorista de 11 de setembro, nos EUA, os negócios reagiram, principalmente a partir de 2004, segundo registramos nas entrevistas. A linha de produtos da Embraer tem mostrado boa aceitação, e o recente anúncio de que a Bombardier suspendeu o projeto de sua nova aeronave de 100-130 lugares (C Series), que competiria diretamente com a família Embraer 170/190, leva a crer que ela deve continuar sua trajetória de sucesso de vendas. Além disso, a Embraer prepara

35 O site da AIAB (www.aiab.org.br) relaciona 35 empresas associadas. Deste total, foram retiradas quatro empresas, que são produtoras de aeronaves e produtos finais: Aeromot Aeronaves e Motores SA, Avibrás Indústria Aeroespacial S.A, Avibrás Divisão Aérea Naval S.A, Helicópteros do Brasil – Helibrás.



uma família de aeronaves para competir no mercado de aeronaves executivas (os projetos LJ e VLJ, hoje chamados Phenom 100 e 300, respectivamente), ampliando sua linha de produtos.

A percepção dos fornecedores quanto ao mercado, portanto, é complexa: existem fatores positivos e negativos. O Quadro 2.5 a seguir resume as vantagens e desvantagens notadas pelos fornecedores.

QUADRO 2.5

Percepção dos Fornecedores quanto ao Mercado – Dezembro de 2004

Vantagens Percebidas	Desvantagens Percebidas
<ul style="list-style-type: none"> • Mercado em expansão • Mercado com algumas barreiras de entrada: familiaridade com o negócio, localização geográfica • Fornecimento para o negócio aeronáutico produz competências para fornecer para diversos outros setores • Fornecimento para o negócio aero gera imagem de fornecedor altamente qualificado 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado nacional muito restrito. Diminuir dependência da Embraer requer desenvolver clientes no exterior • Volumes pequenos e alta oscilação • A estrutura da CAB tem como característica a assimetria acentuada de poder • Comportamento oportunista da Embraer.

Fonte: BNDES/Unicamp – DPCT (2006).

A estratégia de cada fornecedor depende do peso relativo que cada um atribui a esses fatores. Dessa forma, como vimos, podem-se distinguir duas estratégias de negócio opostas: a focalização no negócio aeronáutico (para Embraer ou para o negócio em geral, procurando outros clientes), e a diversificação para outros setores.

A estratégia de focalização, adotada por aqueles que avaliam que as vantagens são preponderantes sobre as desvantagens, procura tirar proveito da capacitação e dos benefícios da imagem, além dos benefícios usuais do fornecimento. Um exemplo bem-sucedido de focalização com redução da dependência da Embraer é o da Tracker, que desenvolveu novos clientes dentro do segmento aeronáutico.

Já a estratégia de diversificação visa à proteção contra a assimetria da cadeia, as incertezas e oscilações nos volumes de forneci-



mento (a queda do mercado após o episódio de 11 de setembro foi acentuada, e alguns fornecedores ainda não se recuperaram dos prejuízos). Durante as entrevistas, várias empresas relataram o esforço empreendido para desenvolver clientes fora do setor aeronáutico. Por exemplo, várias empresas de processos prestam serviços para a cadeia automobilística, mesmo que em pequenos volumes. Como já comentado, para os fornecedores dos segmentos de ferramental e de projeto, a diversificação é uma necessidade por causa da oscilação dos negócios, a menos que eles passem a fornecer outros produtos e serviços para a CAB. De fato, como acontece com várias empresas de processo, a maioria também é fornecedora da indústria automobilística.

2.3.4.4 Características da Relação de Governança entre a Embraer e seus Fornecedores Nacionais

Na Seção 2, argumentou-se que houve modificações importantes na estrutura da cadeia de valor da Embraer nos últimos anos, resultado da mudança de postura da integradora, como empresa-líder da cadeia. Verificou-se uma profunda mudança na organização dessa cadeia e de seus principais fornecedores, que alterou o tipo de governança predominante, em especial a relação da Embraer com seus fornecedores internacionais, representando, para vários deles (especificamente para os parceiros de risco), uma oportunidade de agregação de maior valor às suas atividades, uma vez que passaram a ser fornecedores de soluções completas e integradas, como se viu na Seção 2.3. Na medida em que vários dos parceiros de risco firmaram-se como integradores de sistemas, a interação com a Embraer assumiu características do tipo relacional, implicando maior intercâmbio de informações e conhecimento nas relações de fornecimento, com compartilhamento de responsabilidades.

Mas, se ocorreram mudanças substantivas em termos das estratégias tecnológicas e produtivas da Embraer e dos parceiros de risco, o que dizer da relação de governança que a empresa estabelece com seus fornecedores nacionais? Quais os reflexos dessa mudança para a CAB? A mudança para uma governança relacional aplica-se aos fornecedores brasileiros? Pelos comentários colhidos nas entrevistas, a



percepção é de que a Embraer, hoje, apresenta um comportamento dual quanto aos seus fornecedores nacionais de bens, ferramental e processos industriais: se, por um lado, ela procura abandonar a configuração de cadeia cativa, adotando um discurso de incentivo à autonomia e à independência, mesmo dos pequenos fornecedores, por outro lado, a configuração de dependência de uma cadeia cativa é ainda observada. Ou seja, situações essas em que a Embraer precisa investir na capacitação e no monitoramento do fornecedor, caracterizando uma dependência transacional elevada. E essa relação pode ser observada principalmente em fornecimentos específicos, identificados pela Embraer como “gargalos”, em que há poucos fornecedores (por exemplo, no tratamento superficial).

Assim, é possível registrar queixas de fornecedores quanto ao tratamento recebido da Embraer, ao grau de exigências, à falta de contrato de fornecimento e às poucas contrapartidas oferecidas, como também constatar a existência de outros que estão satisfeitos com a relação com a empresa, que enaltecem as visitas técnicas constantes e o apoio que recebem nas atividades produtivas.

Os prestadores de serviços de engenharia, por sua vez, revelam uma interação com a Embraer que mais se aproxima do tipo relacional, decorrente da participação mais significativa que essas empresas têm tido no co-desenvolvimento das aeronaves e na maior intensidade das trocas envolvendo conhecimento técnico. Esse tipo de relação, por sinal, é uma das razões que têm fortalecido a interação com os parceiros de risco, os quais já sinalizaram que as atividades de engenharia são uma das melhores possibilidades de nacionalização no âmbito da CAB.

2.3.5 Utilização de Programas de Crédito do BNDES e Avaliação das Políticas de Fomento

O êxito alcançado pela Embraer no segmento aeronáutico mundial nos últimos anos, sobretudo a partir do bom resultado comercial das aeronaves ERJ 145, abre uma grande oportunidade para viabilizar o crescimento sustentado das empresas locais a montante dessa integradora de aviões. Essa bem-sucedida performance comercial decor-



re, em grande medida, do apoio prestado pelo sistema público de financiamento de exportações (BNDES-*exim* juntamente com recursos do Proex³⁶). Nos últimos anos, a Embraer tem manifestado maior interesse no desenvolvimento da base de fornecedores nacionais, com a criação de uma gerência específica para elaborar e implementar um plano para viabilizar tal desenvolvimento. Isso parece sugerir que, pelo menos nas intenções, a Embraer demonstra ter incorporado as exigências do BNDES em prol do adensamento de sua cadeia de valor no país.

A pesquisa realizada com seus fornecedores locais revelou, contudo, uma série de fragilidades dessas empresas, o que pode dificultar o alcance desses objetivos. Grande parte das empresas estudadas (24 empresas), entre aquelas que informaram o valor do faturamento anual no ano de 2004, enquadra-se no grupo das micro, pequenas e médias empresas (MPMEs), de acordo com a definição proposta pelo BNDES, com faturamento anual inferior ou igual a R\$ 60 milhões.³⁷ Essas empresas apresentam sérias limitações em termos de fôlego financeiro para a realização de investimentos. Assim, as MPMEs da CAB não conseguem agregar mais valor a seus produtos, acarretando uma débil inserção na CAB e restringindo suas possibilidades de ingresso em mercados externos.

Uma ação mais incisiva do setor público brasileiro, com um leque mais diversificado de políticas públicas que atuem sobre as questões tributárias, de financiamento ao investimento de longo prazo e ao capital de giro, de financiamento às exportações, entre outras, poderia ser de grande valia para reverter esse cenário. Portanto, um dos objetivos do presente estudo foi apurar a postura e as demandas dos fornecedores nacionais que integram a CAB em relação às

36 Criado em 1991, o Proex opera com recursos provenientes do Tesouro Nacional alocados à programação especial das operações oficiais de crédito. Esse programa tem por objetivo financiar exportações de bens e serviços nacionais, em condições equivalentes ao mercado internacional [Bernardes e Pinho (2002)].

37 A amostra é composta de 30 empresas. Desse total, 24 empresas fazem parte do grupo de MPMEs, duas se enquadram no grupo das grandes e quatro se negaram a informar suas receitas no ano de 2004. Contudo, como já frisado neste trabalho, outras informações coletadas (como o número de funcionários, o produto fornecido à CAB e a magnitude da unidade fabril) com representantes das empresas que se negaram a informar o faturamento no ano de 2004 nos levam a crer que elas também integram o grupo das MPMEs.



políticas públicas do país. Acredita-se que o estudo das carências e demandas da cadeia de fornecedores da Embraer tornará possível enxergar: (a) quais mecanismos de políticas públicas estão sendo eficientes, ou no mínimo eficazes; (b) quais devem ser ajustados; e, (c) quais poderiam ser criados para viabilizar o crescimento sustentado dos fornecedores locais da Embraer.

2.3.5.1 Políticas Públicas de Financiamento ao Investimento e Capital de Giro e os Fornecedores da CAB

A presente pesquisa revela que parte significativa das empresas estudadas (24) possui projetos de investimento para a ampliação da capacidade instalada e/ou aquisição de máquinas e equipamentos.

TABELA 2.26

Previsão da Necessidade de Investimento para Ampliação da Capacidade de Fornecimento para a CAB no Período 2006-2008, segundo Destinação dos Recursos

Recursos Destinados a:	Total (R\$ milhões)	%
Desenvolvimento de projeto	22.900,00	16,4
Equipamentos para projetos	2.500,00	1,8
Equipamentos para testes e ensaios	1.479,60	1,1
Máquinas para a produção	67.155,83	48,2
Novas instalações prediais	45.420,00	32,6
Total geral	139.455,43	100,0

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 24 empresas.

O exame da Tabela 2.26 evidencia a intenção, por parte das integrantes da CAB, de realizar investimentos entre os anos de 2006 e 2008. As principais motivações dessas empresas, em relação aos seus investimentos, são no sentido de diversificar (17 empresas) e expandir (seis empresas) suas atividades no âmbito da cadeia ora estudada e, além disso, melhorar (duas empresas) sua inserção na CAB. Os principais focos dos projetos de investimentos estão dirigidos à eliminação de gargalos em termos de máquinas para a produção (R\$ 67.155 milhões – 48,2%) e expansão de unidades fabris (R\$ 45.420 milhões – 32,6%).



A demanda por investimentos em relação ao porte dos fornecedores da CAB, portanto, não é baixa. Cerca de R\$ 140 milhões é a quantia que se pretende investir, uma média de R\$ 44,6 milhões por ano. Contudo, não obstante a intenção da maioria de realizar investimentos nos próximos anos, há um grande embaraço à concretização desses projetos que é a dificuldade apresentada por essas empresas em acessar recursos externos de financiamento. Os resultados da pesquisa de campo apontam que, de todas as barreiras às trajetórias de acumulação de capital e tecnologia e à inserção desses fornecedores nos mercados externos, a principal delas refere-se à falta de acesso a linhas de financiamento para a expansão da capacidade instalada, da base tecnológica, do capital de giro e das exportações.

TABELA 2.27

Grau de Utilização de Recursos Próprios para Investimento, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Faixas de Dependência	Bens Industriais	Ferramental	Processos Industriais	Serviços Técnicos e de Engenharia	Total	% Acumulada
0%			3	1	4	13,3
De 1 a 30%	1		5		6	33,3
De 30 a 60%				1	1	36,7
De 60 a 90%		3	2		5	53,3
Acima de 90%	6	2	2	4	14	100,0
Total	7	5	12	6	30	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

Com base na Tabela 2.27, depreende-se que a fonte dos recursos destinados ao financiamento de investimentos está, em grande parte, nas próprias empresas, pois em 14 das 30 empresas (quase a metade da amostra), entre 90 e 100% dos recursos utilizados para a realização de suas inversões são próprios. Logo o autofinanciamento é um fenômeno bastante comum entre os fornecedores da CAB, o que demonstra sua dificuldade de acesso às linhas de crédito, incluindo as do BNDES.



De acordo com a pesquisa de campo, 70% das empresas estudadas (21) não contam com nenhum financiamento do BNDES. O fato de não terem capacidade para tomar empréstimos (especialmente de médio e longo prazos) representa séria limitação ao crescimento e à diversificação da atuação na CAB, prejudicando o lançamento de produtos ou serviços, e afetando, por conseguinte, a expansão de seus negócios.

Como já foi abordado, a maior parte das empresas da amostra enquadra-se no grupo das MPMEs brasileiras. Sendo essa amostra bastante representativa, na medida em que abarca todos os produtos e serviços fornecidos para o negócio aeronáutico do país – bens, processos, ferramental e engenharia –, deduz-se que o porte das empresas é um evidente limitador de seu crescimento. O pequeno patrimônio que possuem, *vis-à-vis* a garantia exigida pelo BNDES dos tomadores de recursos de suas linhas de financiamento,³⁸ acaba restringindo as possibilidades de obtenção de crédito por parte dessas empresas.

Constatou-se também que a burocracia que envolve a tomada de crédito nas agências governamentais desestimula a captação das linhas de financiamento de tais agências. Pelo fato de a amostra ser composta majoritariamente de empresas de pequeno porte, sem *know-how* para transpor essa burocracia, as linhas de financiamento das agências de fomento brasileiras são escassamente acessadas por essas empresas. Além disso, algumas dessas empresas não possuem Certidão Negativa de Débitos (CND), ou seja, estão inadimplentes perante o setor público, impedindo-as de pleitear recursos públicos.

As outras fontes para investimentos – bancos comerciais, fornecedores (fabricantes de equipamentos) e clientes – contribuem com apenas 13% do total de recursos utilizados pelas fornecedoras da CAB em suas inversões, tendo, por conseguinte, uma participação limitada nos investimentos efetuados por essas empresas. Os juros proibitivos praticados pelos bancos comerciais do país representam outra séria restrição à obtenção, pelas empresas analisadas, de financiamento para investimento. Portanto, além de terem dificuldade de

³⁸ No caso do Finem, por exemplo, o valor da garantia real deve corresponder a, no mínimo, 130% do valor do crédito concedido (disponível em <www.bndes.gov.br>).



acesso às linhas de financiamento das agências governamentais, essas empresas deparam-se com um sistema de financiamento privado altamente desvantajoso, impelindo-as a utilizar apenas recursos próprios.

Outro aspecto merece ser considerado quanto à atuação dos bancos comerciais, qual seja, o papel de intermediadores entre o BNDES e as empresas de menor porte, para o repasse de recursos. No âmbito da FINAME – a agência do BNDES de financiamento ao setor produtivo para aquisição de máquinas e equipamentos –, está estabelecido que os operadores desses recursos são as instituições financeiras credenciadas. Com essa medida, o BNDES visava aumentar a capilaridade dessa linha de financiamento. Entretanto, deve-se salientar que nem sempre os bancos comerciais se interessam pela intermediação desse produto. Apesar de não possuírem linhas de crédito concorrentes, é mais atraente para essas instituições financeiras dedicarem-se às vendas de seu próprio portfólio de produtos financeiros.

A análise da Tabela 2.28 permite-nos perceber que a situação é ainda mais grave no caso do financiamento do capital de giro.

TABELA 2.28

Grau de Utilização de Recursos Próprios para Capital de Giro, segundo a Atividade Principal – Dezembro de 2004

Faixas de Dependência	Bens Industriais	Ferramental	Processos Industriais	Serviços Técnicos e de Engenharia	Total	% Acumulada
0%			2	1	3	10,0
De 1 a 30%	2		1		3	20,0
De 30 a 60%		1	1		2	26,7
De 60 a 90%		1	1	1	3	36,7
Acima de 90%	5	3	7	4	19	100,0
Total	7	5	12	6	30	

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.



Nesse aspecto, o autofinanciamento é ainda mais freqüente, tendo em vista que para 19 das 30 empresas estudadas, acima de 90% dos recursos utilizados para financiar o capital de giro provêm das próprias empresas, o que comprova sua debilidade financeira. A disponibilidade de capital de giro é outro fator importante para o crescimento das empresas, uma vez que permite que o ciclo operacional seja financiado e se viabilizem novos investimentos. Portanto, a utilização de recursos próprios para o financiamento do capital de giro acaba dificultando o crescimento dessas empresas.

É importante salientar que, nas operações da FINAME, admite-se como financiável uma parcela de capital de giro em conjunto com os demais itens de investimentos fixos do projeto apoiado. Para as microempresas, a parcela é limitada a 50% do valor do bem adquirido, e para as pequenas e médias, a 30%. Todavia, como já abordado, as MPMEs estudadas enfrentam grandes dificuldades para obter crédito por meio dessa agência.

Conforme esperado, também é baixa a participação das outras fontes de financiamento – bancos comerciais e de investimento – ao capital de giro. Das 30 empresas estudadas, 19 não utilizam recurso algum de outras fontes para financiar seu capital de giro. O sistema de financiamento privado ao capital de giro, assim como acontece com o capital para o investimento, é claramente desvantajoso para essas empresas. Recorrer aos bancos comerciais para conseguir recursos que lhes permitam financiar seu giro representa um alto custo, dado o patamar dos juros praticados pelas instituições brasileiras.

2.3.5.2 Programas Governamentais de Apoio às Atividades Tecnológica e Exportadora e os Fornecedores da CAB

Outro objetivo do presente estudo foi identificar o nível de conhecimento e de utilização, pelos fornecedores da CAB, dos programas governamentais de apoio às atividades tecnológicas e exportadoras direcionadas ao segmento em questão. Constatou-se que, das 30 empresas estudadas, 60% (18) desconhecem a existência dos programas voltados para a área tecnológica. No caso dos instrumentos governamentais de apoio à atividade exportadora, a taxa



de desconhecimento atinge 55,67% das empresas (17). Portanto, mecanismos que poderiam ser utilizados com vistas a estimular as atividades tecnológicas desses fornecedores, de modo a torná-los mais competitivos, deixam de ser utilizados, em muitos casos, por falta de informação dos empresários desse setor.

Entre os entrevistados que disseram conhecer as políticas públicas do governo brasileiro voltadas à dinamização tecnológica, os comentários mais freqüentes foram os seguintes:

- Os custos para acessar esses programas são muito elevados.
- O tempo de financiamento é curto quando comparado com o estrangeiro.
- Falta de compreensão das agências de fomento em relação às características específicas do setor, levando a uma política pouco aderente às necessidades do segmento aeronáutico. Assim, de acordo com os representantes da CAB, os programas governamentais brasileiros que tratam da questão tecnológica são muito distantes da realidade dessas empresas.
- Os fornecedores da CAB carecem de um programa integrado (de planejamento) no governo federal.
- Falta de mecanismos de apoio às empresas de base tecnológica.
- A ausência de um canal direto entre as empresas e as agências de fomento dificulta a tomada de crédito por parte dessas empresas. Diferentemente dos grandes tomadores, que negociam diretamente com as instituições governamentais de financiamento, as MPMEs fornecedoras da CAB não recebem esse tratamento.
- A exigência de que as empresas possuam Certidão Negativa de Débitos (CND) impossibilita a tomada de crédito da Finep e do BNDES.



- A divulgação dos programas de apoio à atividade tecnológica é bastante precária.
- A burocracia que envolve a tomada de crédito da Finep torna tal recurso pouco atraente.
- Os sucessivos contingenciamentos aplicados ao CT-Aeronáutico³⁹ acabam impedindo a execução de projetos estratégicos.

A falta de financiamento adequado dificulta o *upgrade* tecnológico dessas empresas. Portanto, ao não conseguirem tomar recursos públicos de médio e longo prazos a baixo custo, os fornecedores da CAB sentem-se desestimulados a assumir os custos e riscos dos investimentos de caráter tecnológico. Em consequência, tais empresas não conseguem se desenvolver tecnologicamente, limitando suas possibilidades de angariar mercados externos.

A respeito dos programas governamentais de apoio às exportações do segmento aeronáutico brasileiro, a apreciação dos entrevistados que declararam conhecer esses programas foi a seguinte:

- Burocracias ligadas ao regime de *drawback* são um entrave às exportações (importação de matéria-prima e exportação de produto acabado).
- Para as empresas de pequeno porte (como é o caso da maioria das empresas estudadas) não é interessante participar desses programas, uma vez que os custos são muito elevados.
- Os produtos fornecidos por essas empresas são pesadamente afetados pela carga fiscal na cadeia produtiva, dificultando sua entrada em mercados externos.

39 O Fundo para o Setor Aeronáutico foi criado com o intuito de estimular investimentos em P&D no setor para garantir a competitividade nos mercados interno e externo, buscando a capacitação científica e tecnológica na área de engenharia aeronáutica, eletrônica e mecânica, a difusão de novas tecnologias, a atualização tecnológica da indústria brasileira e a maior atração de investimentos internacionais para o setor (disponível em www.finep.gov.br).



- Não existe um canal claro e direto entre as agências governamentais e as empresas do segmento aeronáutico.
- A Agência de Promoção à Exportação (Apex) utiliza um modelo de associações de empresas para vendas de produtos brasileiros no exterior, o qual é efetivo para setores de bens de consumo (calçados, pedras semipreciosas, moda etc.), mas não é o ideal para áreas de tecnologia de ponta, como a aeroespacial.

Com base nas críticas feitas pelos empresários do setor, que declararam ter conhecimento das políticas públicas de fomento à atividade exportadora, e do alto número de empresários que desconhecem a existência dessas políticas, depreende-se sua ineficácia: por um lado são mal divulgadas e, por outro, não passam pelo crivo dos empresários. Nenhum dos entrevistados fez qualquer menção às linhas do BNDES de apoio à atividade exportadora. Apesar disso, é importante dizer que algumas empresas que exportam citaram a Apex como um instrumento efetivo de promoção comercial dos produtos da CAB.

O consórcio HTA, como vimos anteriormente, um arranjo que congrega fornecedores da CAB voltado para estimular as exportações de serviços industriais e tecnológicos (engenharia) para a indústria aeronáutica, é tomador de recursos da Apex.⁴⁰ Alguns fortes representantes da CAB acreditam que o Brasil tem grandes possibilidades de ampliar sua participação no negócio de *outsourcing* global da indústria aeronáutica, uma vez que reúne duas condições raras: o baixo custo da mão-de-obra e as competências consolidadas. No entanto, a valorização cambial e a alta incidência de contribuições sobre os salários têm diminuído essa competitividade referida por alguns dos informantes.

Contudo, não obstante a existência de alguns mecanismos de política pública que, de certo modo, atuam eficientemente, o que se conclui, com base na pesquisa realizada, é que há uma baixa capilaridade das

40 A Apex e a HTA assinaram um acordo de investimentos no ano passado, no valor de R\$ 834 mil, para promover as exportações de peças e subconjuntos das 12 empresas que fazem parte do projeto (Fonte: *Gazeta Mercantil*).



ações das agências de fomento do país, decorrente de problemas como exigências de garantias excessivamente elevadas em relação ao patrimônio das empresas, a burocracia, falta de divulgação das linhas de apoio, entre outros.

2.3.5.3 Sugestões de Políticas Públicas Apontadas por Fornecedores da CAB

A pesquisa de campo realizada permitiu-nos extrair sugestões para corrigir alguns dos problemas apontados pelos fornecedores da CAB em relação às políticas públicas que influenciam suas atividades: os programas governamentais de apoio às atividades tecnológicas e exportações e a política tributária, assim como as linhas de crédito oferecidas pelas agências públicas de fomento. Destacam-se algumas demandas, em função da frequência com que foram citadas e de sua plausibilidade, a saber:

- 1 Criar uma ZPE (Zona de Processamento de Exportação): as ZPEs são áreas estabelecidas pelo governo para estimular a produção de bens para a exportação, livres de impostos para importação de insumos e exportação da produção, nas quais as empresas podem operar. No caso, a ZPE para o segmento aeronáutico, seria estabelecida numa área próxima à Embraer, em São José dos Campos, em virtude da concentração dos fornecedores da CAB nessa região.
- 2 Manter um serviço de informações de mercado relevantes; por exemplo, para as fornecedoras de ferramental e serviços é importante saber o tamanho dos mercados externos que podem ser prospectados; os preços praticados, as leis, as exigências e as regras que influenciam a atividade exportadora nesses mercados.
- 3 Desburocratizar o regime de *drawback*: o *drawback* é um incentivo à exportação que compreende a suspensão ou isenção dos tributos incidentes na importação de mercadoria utilizada na industrialização de produto exportado ou a exportar. Esse regime abarca três modalidades: suspensão, isenção e restituição. Nas



duas primeiras modalidades, o benefício é aplicado pela Secretaria de Comércio Exterior (Secex) e, na modalidade restituição, pela Secretaria da Receita Federal (SRF). Esse mecanismo poderia ser um importante indutor das exportações das fornecedoras da CAB, mas, para que elas o utilizem, seria necessário desburocratizá-lo.

- 4 Flexibilizar as exigências de garantias nos financiamentos: o BNDES deveria considerar outros critérios para liberar recursos. Algumas empresas sugeriram que suas máquinas e equipamentos poderiam ser utilizados como garantia. Outra sugestão é que os contratos de fornecimento com a Embraer passem a ser aceitos pelo BNDES como garantia para empréstimos. É importante destacar que o BNDES já possui um programa, que funciona para alguns segmentos, no qual o fato de uma MPME fornecer a uma empresa-âncora⁴¹ a credencia para receber recursos do BNDES. Portanto, esse programa poderia ser estendido à indústria aeronáutica do país. Os representantes do segmento aeronáutico também frisaram que os níveis atuais de garantias, fixados em cerca de 130% do valor do crédito, são muito elevados, o que acaba inviabilizando a tomada de crédito. Portanto, a redução desse valor facilitaria a captação de recursos pelas empresas estudadas.

- 5 Criar possibilidade de financiar máquinas importadas pela FINAME e que não tenham similar nacional (por exemplo, usinagem a cinco eixos) ou exigir da indústria nacional de máquinas-equipamento a produção local com qualidade global. A falta de capacidade para usinar a cinco eixos é uma séria limitação para as fornecedoras da CAB. A indústria de bens de capital do país não possui fabricantes desse maquinário. A restrição da FINAME a máquinas-ferramenta nacionais cria entraves à importação de máquinas melhores, reduzindo a competitividade das fornecedoras da CAB.

41 Empresas-âncora, de acordo com o critério utilizado pelo BNDES, são aquelas que adquirem a produção de MPMEs para fins de exportação (fonte: www.bndes.gov.br).



Conclui-se que o pleito central dos fornecedores nacionais é que o governo brasileiro apóie e ofereça condições mais favoráveis às empresas dessa cadeia a fim de ajudá-las a competir com os fornecedores externos no mercado nacional (à Embraer e a seus parceiros internacionais). Além disso, devem-se buscar mecanismos que dêem suporte e facilitem a exportação de produtos e serviços aeronáuticos. Essas políticas deveriam partir de discussões objetivas e implantação de projetos envolvendo empresas sérias e com potencial de agregar valor à cadeia produtiva aeronáutica.

2.3.5.4 Considerações Finais

A capacidade de investimentos das fornecedoras e seu fôlego em termos de capital de giro serão fundamentais para o fortalecimento da CAB. A obtenção de novos contratos (no Brasil e no exterior) e o desenvolvimento de novos produtos demandam investimentos para a solução de alguns gargalos. No entanto, a fragilidade financeira das empresas integrantes da cadeia restringe sua capacidade de realizar tais investimentos.

Outro aspecto que merece destaque é o ambiente macroeconômico do país, com os juros elevados e a valorização cambial decorrentes da atual política econômica que debilitam a competitividade das fornecedoras da CAB. A fim de atingir a meta de inflação, o Banco Central vem adotando uma política monetária contracionista, cuja principal característica é a manutenção da taxa Selic num patamar elevado. Como essa taxa é parâmetro para os juros da economia, mantê-la elevada prejudica a atuação do setor produtivo na obtenção de recursos para financiar seus investimentos e capital de giro. Por outro lado, a política cambial de apreciação da moeda brasileira torna mais caros os produtos fornecidos pelas empresas brasileiras aos mercados externos e mais baratas as importações das empresas localizadas no país. Logo, a política econômica ora praticada, por um lado, dificulta o acesso aos mercados estrangeiros e, por outro, restringe as possibilidades de adensamento da CAB.

Esta pesquisa possibilitou apurar a situação das fornecedoras da CAB e a visão dessas empresas sobre as políticas públicas praticadas pelo



governo do país. Constatou-se que a ineficiência das políticas públicas impede o adensamento dessa cadeia. O intrincado acesso às linhas de crédito e a má divulgação da legislação do setor são entraves à ampliação dos investimentos tecnológicos e produtivos das fornecedoras. Embora existentes, os mecanismos que poderiam ser adotados para fins produtivos, tecnológicos e de exportação, não são utilizados.

A partir deste estudo, chega-se à conclusão de que algumas medidas seriam necessárias para tornar as ações das agências governamentais brasileiras mais efetivas, de modo a alavancar a competitividade dos fornecedores da CAB, entre as quais se destacam:

1. A criação de políticas públicas que sejam mais aderentes às necessidades e especificidades do segmento analisado e a reforma de outras.
2. Uma atuação mais articulada de entidades como o BNDES, Finep e Sebrae, com vistas a tornar suas ações mais eficientes.
3. Uma divulgação mais eficaz das ferramentas de políticas públicas existentes.

Conclui-se que, caso o governo deseje sofisticar o posicionamento das empresas estudadas na CAB, bem como encorajar a sua entrada em outros mercados, terá que promover modificações nas políticas públicas que influenciam a atuação dessas fornecedoras.

2.4 Conclusões e Recomendações

O propósito desta seção é ressaltar as principais contribuições do Mapeamento da Cadeia de Produção Aeronáutica Brasileira para o principal objetivo do projeto BNDES/Unicamp, que é identificar oportunidades e ameaças ao adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil. A seção está organizada de modo a apresentar as principais conclusões e recomendações por segmento da cadeia de valor: primeiro sobre o segmento dos fornecedores principais (parceiros de risco), depois sobre o segmento dos fornecedores



nacionais. Finalmente, apresentam-se algumas questões relevantes quanto ao futuro da cadeia de produção liderada pela Embraer.

2.4.1 Conclusões e Recomendações – Fornecedores Principais (Parceiros de Risco)

A. Internacionalização das decisões que influenciam a localização dos fornecedores de sistemas e seus componentes. Identificou-se que o *upgrade* dos fornecedores dos principais sistemas das aeronaves da Embraer para se tornarem subintegradores promoveu importantes ganhos na eficiência da cadeia de valor, mas enfraqueceu as possibilidades de nacionalização. Esse movimento diminuiu o poder da Embraer de comandar o investimento na cadeia e de influenciar a localização de fornecedores de componentes. E, como se viu, é pequena a propensão de os subintegradores instalarem suas atividades de manufatura ou buscar fornecimento de componentes no Brasil. O alto grau de internacionalização de sistemas críticos da cadeia aeronáutica limita as possibilidades de nacionalização da produção.

B. Trajetória virtuosa da Eleb. Em comparação com os demais segmentos dos fornecedores principais, a experiência da Eleb é o exemplo mais bem-sucedido de adensamento da criação de valor no Brasil. Embora muitos componentes da Eleb sejam e continuem a ser importados, a empresa tem crescido, ampliado suas oportunidades de exportação de trens de pouso e serviços e obtido novos contratos. Com isso, entrou num movimento virtuoso de incremento de capacidades tecnológicas e crescimento. Sugere-se que o modelo de *joint venture* envolvendo a Embraer e outras grandes empresas internacionais seja estudado como possibilidade para o adensamento em outros segmentos de grandes fornecedores (por exemplo, o desenvolvimento e a manufatura de asas).

C. Importância dos serviços de MRO no Brasil. Tem sido bastante significativo o aumento da prestação de serviços de MRO no Brasil. A Celma-GE prevê crescimento de suas exportações desses serviços para cerca de US\$ 1 bilhão em 2008/2009. Os fornecedores de sistemas (HS, Parker e Eleb) ressaltaram a importância desses serviços como



componente expressivo de seus negócios e fonte de criação de valor no setor. No entanto, o sucesso dessa indústria requer regimes alfandegários especiais. Recomenda-se o aperfeiçoamento do arcabouço legal que abrange esse segmento. Sugere-se, ainda, o envolvimento do BNDES no financiamento do material importado para clientes dessa atividade, especialmente no que envolve reparos.

2.4.2 Conclusões e Recomendações – Fornecedores Nacionais

A. Pequeno porte dos fornecedores nacionais. Um dos aspectos mais ressaltados nesta pesquisa é o pequeno porte dos fornecedores nacionais. A maioria das empresas pesquisadas (17 em 30) apresentava faturamento abaixo de R\$ 9 milhões anuais, em 2004. Disso decorrem as fragilidades gerenciais e tecnológicas comentadas a seguir. Essa constatação salienta a importância de políticas do BNDES e a constituição de consórcios de exportação, como o HTA, que podem favorecer processos de consolidação de empresas nesse setor.

B. Gargalos dos fornecedores nacionais de processos industriais. Esses fornecedores têm problemas relacionados a: defasagem de equipamentos; pouca competência para montar subconjuntos e produtos mais acabados; gargalo no acesso a serviços de tratamento térmico; limitações de capital e competência na importação de matéria-prima; insuficiência de capital de giro; e limitações nas competências em gestão. Sugere-se, nesse sentido:

- Ações com a Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), a fim de facilitar o atendimento às demandas específicas desse segmento pela indústria de bens de capital, ou viabilizar a importação de máquinas, até usadas (nesse caso, contornando a exigência de comprovação de inexistência de similaridade nacional).
- Apoio à criação de uma empresa de tratamento térmico que forneça esse serviço para toda a cadeia, com a cultura do setor aeronáutico (exigências são distintas do tratamento térmico feito para a indústria automotiva).



- Viabilizar cursos de gestão para PMEs do setor aeronáutico, que abordem questões ligadas à importação e exportação de produtos; aspectos legais e capacitação em gestão empresarial. O Cecompi e a Fiesp devem se envolver na viabilização dessa iniciativa, com custos para as empresas.

C. Falta de contratos entre a Embraer e seus fornecedores domésticos. A inexistência de contratos formais de fornecimento de mais longo prazo, por parte da Embraer, são entraves ao crescimento e aos investimentos dos fornecedores locais. Os pedidos de compra prevalecem como única modalidade de formalização, com risco exclusivo para os fornecedores. O fortalecimento desse segmento de fornecedores depende de que a Embraer adote critérios para a formalização da continuidade das suas compras.

D. Programas de adensamento aeronáutico com foco na área de serviços em engenharia. Um dos segmentos que se destacou, entre fornecedores nacionais, em termos de capacidades tecnológicas e possibilidades de crescimento e exportações, foi o de serviços de engenharia aeronáutica. A qualidade da engenharia no Brasil também tem atraído alguns dos fornecedores de sistemas (HS e Parker), que iniciam, no país, a instalação de escritórios de projetos de engenharia. O BNDES deveria apoiar mais a exportação de serviços de engenharia e *software*.

2.4.3 Questões Relevantes para o Futuro

As relações a jusante nas cadeias de valor são aquelas que determinam as diretrizes mais importantes para o comportamento estratégico da empresa. Num mercado extremamente competitivo, são as relações da Embraer com os seus clientes a razão do sucesso da empresa. Se considerarmos os cuidados com que foram feitas as pesquisas de mercado para se chegar à especificação do Embraer 170, descritas por Tromboni e Yu (2005), o sucesso do ERJ 145 pode parecer fortuito. No caso do Embraer 170, houve um sistemático e criterioso entendimento das demandas e requisitos dos clientes, que propiciaram os parâmetros básicos para todo o trabalho de projeto, execução e comercialização.



A cadeia a jusante sempre foi importante. Analisando historicamente, o Estado influenciou as atividades da Embraer não só por seu poder de compra, mas pelo exercício da especificação do produto a ser entregue, especialmente o Bandeirante. A Embraer aprendeu e exerceu a sua opção em relação aos mercados de maneira consistente até o fracassado projeto do CBA 123. A recuperação da empresa dependeu de uma enorme inversão de valores com a parte comercial, ou seja, a adequada gestão da cadeia a jusante, ganhando a prioridade que se fazia necessária. O uso da marca, por exemplo, revela uma dimensão importante da história da empresa. Apesar do sucesso do ERJ 145, o avião não carrega a marca Embraer de maneira visível, ou seja, a empresa não tinha força de mercado antes desse projeto. Isso já mudou com o Embraer 170. Assim, um grande desafio da Embraer é pensar a cadeia a jusante. A empresa precisa de parceiros/fornecedores nessa área que sustentem sua estratégia. É um segmento que pode vir a agregar valor.

De modo geral, a trajetória da indústria revela uma tendência para que as empresas evoluam para a atuação em sistemas mais intensivos em conhecimento e inteligência. O mesmo, talvez, possa ser pensado para a Embraer nas atividades de maior conteúdo em termos de planejamento e integração. A Boeing já tem estudos sobre sistemas de carregar/descarregar/transportar bagagens e cargas em aeroportos. Essa é uma área na qual a Embraer pode ter acumulado competências distintas que lhe dariam mais poder de fogo do que realizando grandes investimentos em P&D. Ao mesmo tempo, a busca de parceiros e fornecedores nessa área talvez possibilitasse sair do ciclo vicioso com o fornecimento a montante.

Parece-nos relevante analisar a Embraer em relação ao seleto grupo de empresas originárias dos países em desenvolvimento, hoje denominados Grandes Economias Emergentes, que ganharam posição na indústria mundial. Realmente, a Embraer desperta a admiração no mundo todo, nas mais diversas esferas de atividade, ao lado de outras empresas, como a Lenovo e a Haier, da China, as farmacêuticas da Índia, além de outras também brasileiras.



O primeiro estudioso focalizando esses novos *global players* de países emergentes foi John Mathews, um professor australiano que denominou essas empresas Dragon Multinationals. Na verdade, o autor observou um seletivo grupo de 20 empresas da região da Ásia-Pacífico, que inclui a Cemex, empresa mexicana na área de cimento.⁴² Ele analisa essas empresas, em comparação com as multinacionais tradicionais, e identifica os diferenciais que as levaram ao sucesso. Mathews parte da premissa de que as multinacionais dos países em desenvolvimento sabem que possuem menos recursos (*assets*) que as similares de países desenvolvidos. Assim, não podem seguir trajetórias parecidas em seus processos de internacionalização. Ao contrário das multinacionais tradicionais, cujas decisões são tomadas com base em *asset allocation*, os processos decisórios das multinacionais dos países em desenvolvimento baseia-se no *asset seeking*. As empresas dos países em desenvolvimento são caracterizadas por estratégias que envolvem:

- internacionalização acelerada;
- inovações organizacionais; e
- produtos inovadores.

Sustentadas por três processos organizacionais:

- *linking* (relacionamento);
- *leveraging* (alavancagem/sinergia); e
- *learning* (aprendizagem).

42 Mathews (2002).



Embora não esteja entre as empresas observadas por Mathews (2002), os resultados do estudo ora realizado mostram que a Embraer se ajusta com perfeição ao molde idealizado pelo autor, e é a única empresa brasileira que se encaixa de tal modo. Isso significa que a Embraer é portadora de um novo modelo organizacional que tem sustentação em outras indústrias e países no mundo hoje.

A questão da formação da cadeia de fornecimento foi e está sendo tratada pela Embraer sob uma perspectiva de relacionamento e alavancagem, de modo que uma eventual mudança de orientação para envolver fornecedores locais deveria ser considerada segundo a mesma premissa.



ANEXO 1 – METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste estudo, adotou-se tipologia própria para classificar a população de empresas da cadeia aeronáutica brasileira.⁴³ Essa classificação compreende parceiros de risco, fornecedores internacionais e nacionais. Os parceiros de risco (ver Capítulo 2, Seção 2.4) são empresas multinacionais de capital estrangeiro que participam do desenvolvimento do projeto da aeronave e compartilham os riscos financeiros com a Embraer. Os fornecedores internacionais, também em sua maioria representados por empresas estrangeiras, e sem unidades de produção no Brasil, fornecem matérias-primas e bens (componentes) diretamente à Embraer e a seus parceiros de risco. O terceiro tipo inclui os fornecedores nacionais, categoria composta de pequenas e médias empresas de capital nacional que prestam serviços ou fornecem pequenos produtos essencialmente à Embraer, exportam pouco e, em casos raros, atendem aos parceiros de risco da Embraer instalados no Brasil. Para melhor qualificar e interpretar a categoria dos fornecedores nacionais, ela foi dividida em quatro tipos de atividades, a saber: fornecedores de bens (componentes); fornecedores de ferramental (executam projeto e manufatura); fornecedores de processos industriais ou subcontratados (executam atividades de usinagem, estamparia, montagem, materiais compostos, tratamento superficial); e os fornecedores de serviços técnicos e de engenharia. A pesquisa desenvolvida nessa atividade do estudo focalizou os parceiros de risco e os fornecedores nacionais. Os fornecedores internacionais sem atividade no Brasil não foram considerados, entre outras razões, pela dificuldade na obtenção de informações e por solicitação da Embraer.

43 Esta classificação apresenta certa semelhança com a tipologia definida por Bernardes (2001), que separa em três grupos os fornecedores da Embraer (parceiros de risco, fornecedores e subcontratados). Entretanto, expandimos essa classificação ao inserir novos tipos de fornecimento na categoria das empresas nacionais, melhor qualificando, assim, esse conjunto de empresas.



1.1 Metodologia da Pesquisa de Campo com Parceiros de Risco da Embraer nas Aeronaves ERJ 145 e Embraer 170

A metodologia adotada nessa etapa compreendeu a realização de uma pesquisa com os parceiros de risco e fornecedores internacionais com atividade no Brasil. A importância desses fornecedores, seja para a compreensão da dinâmica econômica e tecnológica da CAB, seja para a viabilidade dos planos de nacionalização desta, recomendava um trabalho cuidadoso de aproximação e interação com essas empresas. Por esse motivo, era fundamental o apoio ativo da Embraer.

A fim de mobilizar e motivar os parceiros de risco a colaborarem com a pesquisa, a Embraer e a equipe do BNDES convidaram representantes dessas empresas para uma apresentação feita pela equipe da Unicamp, nas dependências da Embraer, em São José dos Campos, em 8 de março de 2005. Nessa reunião, os participantes fizeram diversas sugestões para simplificação e aperfeiçoamento do questionário a ser usado no levantamento das informações, bem como sugeriram a elaboração de uma versão em inglês, uma vez que o questionário necessitava de aprovação das matrizes das empresas. Além disso, a maior parte das questões solicitava informações cujo controle cabia às matrizes e somente por elas poderiam ser respondidas. Como resultado, o questionário foi mais uma vez revisto e traduzido, chegando-se ao formato final.

O questionário foi encaminhado às seguintes empresas: Hamilton Sundstrand, Sobraer, Parker, GKN, Kawasaki, Gamesa, Latécoère e C&D. Deve ser ressaltado que, ao longo da negociação com a Embraer a fim de obter seu apoio para a intermediação com os parceiros de risco e, dessa forma, viabilizar a pesquisa, a integradora brasileira solicitou que a pesquisa fosse restrita aos parceiros de risco com atuação no Brasil (ou seja, com alguma atividade já localizada em solo brasileiro). Essa sugestão foi aceita pela equipe da pesquisa, com conhecimento e apoio da equipe do BNDES. Isso explica por que empresas como GE e Honeywell não foram contatadas. Dos oito questionários encaminhados, recebeu-se resposta de apenas um dos parceiros de risco, qual seja, a empresa Kawasaki, ainda no ano de 2005.



Em 2006, foi feita uma nova tentativa de aproximação, a fim de mobilizar essas empresas a participarem da pesquisa. Mais uma vez, houve a intervenção da Embraer, que agendou um novo encontro com os parceiros de risco, a equipe do BNDES e a equipe de pesquisa da Unicamp/USP. Essa reunião ocorreu nas instalações da Embraer, em São José dos Campos, no dia 22 de fevereiro de 2006.

No encontro, estiveram presentes os seguintes representantes dos parceiros de risco com atividades no Brasil: Hamilton Sundstrand, Parker, Kawasaki, Eleb, GE Celma, Gamesa, Latécoère e C&D. Dois parceiros de risco não compareceram ao encontro: GKN e Sobraer. Embora a GE, divisão Turbinas, não esteja instalada no Brasil, considerou-se importante conhecer as atividades que a sua subsidiária, a GE Celma, realiza no país, na área de manutenção e reparos de aeronaves, daí estendermos o convite a eles (diferentemente do que ocorreu no primeiro encontro, em 2005).

A reunião foi novamente proveitosa e contou com a participação ativa dos representantes das empresas, que relataram as dificuldades enfrentadas com a falta de fornecedores do setor aeronáutico no Brasil. Durante essa reunião, as empresas comprometeram-se a receber a equipe da Unicamp para uma entrevista. Foram feitos vários contatos para agendar esse encontro, por telefone e e-mail, mas apenas três parceiros de risco receberam a equipe: Parker Hannifin, Hamilton Sundstrand e Eleb; além disso, foi realizada uma entrevista com o presidente do Grupo GE no Brasil. O prazo restrito para essas entrevistas (março de 2006) não deixou margem para marcá-las com os demais parceiros, que, na maioria das vezes, não responderam ao contato (C&D, Sonaca) ou relataram problemas de disponibilidade na agenda (Gamesa). Em geral, houve boa vontade por parte dos parceiros de risco que aceitaram ser entrevistados. Além disso, a equipe buscou complementar as informações fornecidas nas entrevistas presenciais já mencionadas com os dados disponíveis nos portais das empresas.



1.2 Revisão da Estratégia da Pesquisa de Campo com Fornecedores Nacionais Subcontratados, a partir da Cooperação com a AIAB

Ao contrário do que ocorreu com os fornecedores de risco que, em sua maioria, não colaboraram efetivamente com o preenchimento de questionários e envio de informações, a equipe da pesquisa e o BNDES encontraram um apoio firme por parte da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB) para a consecução do levantamento com os fornecedores nacionais. Esse apoio manifestou-se numa atitude bastante positiva da instituição, expressa não apenas pelo apoio político, mas também pela participação ativa na discussão, encaminhamento da pesquisa e definição da amostra de empresas entrevistadas. Uma apresentação da pesquisa para a AIAB e alguns de seus associados foi feita em São José dos Campos, também em março de 2005.

Os questionários desenvolvidos e revistos duas vezes, de modo a incorporar sugestões de representantes da AIAB e da Embraer, foram testados em quatro empresas, durante o mês de maio, cada uma sendo representativa do segmento para o qual se destinava o questionário, a saber:

- Fornecedores de bens industriais – Inbra AeroSpace.
- Fornecedores de serviços (processos) industriais – Grauna.
- Fornecedores de serviços técnicos e de engenharia – Fibraforte.
- Fornecedores de ferramental – Tracker.

Com o formato final já definido, os questionários foram apresentados em seminário de lançamento da pesquisa para os fornecedores nacionais, organizado pela AIAB, no Ciesp de São José dos Campos, em 7 de junho de 2005. Na ocasião, além das apresentações de apoio ao projeto e à indústria aeronáutica, feitas pelo presidente da AIAB e pelo Sr. Guilherme Montoro em nome do BNDES, o professor Ruy Quadros explicou a organização da pesquisa e como esta poderia contribuir para cada empresa.



1.3 Definição da Amostra da Pesquisa e sua Representatividade no Conjunto dos Fornecedores Nacionais

A colaboração da AIAB, com participação da Embraer, levou ao aperfeiçoamento e à ampliação da lista de fornecedores nacionais a serem entrevistados por meio de visitas presenciais. Sobre a escolha dessas empresas, foram considerados três critérios:

- incluir na amostra todos os fornecedores nacionais considerados importantes, os quais foram indicados pela Embraer e pela AIAB;
- selecionar a maior parte das empresas que estiveram presentes no seminário de lançamento da pesquisa em São José dos Campos, em 7 de junho de 2005. O simples fato de as empresas comparecerem a esse evento foi interpretado como um sinal de interesse em participar desse trabalho e incrementar o fornecimento no negócio aeronáutico;
- ponderar o número de empresas escolhidas pelo total de empresas segundo o tipo de questionário (Bens, Processos, Serviços de Engenharia e Ferramental) a fim de obtermos representatividade na amostra.

Com base na combinação desses três critérios, foi definida uma lista única composta de 38 empresas a serem entrevistadas de forma presencial. Desse total, quatro empresas (Alltec, Fastwork, Planifer e Pan Metal) recusaram-se a participar da entrevista; uma (Aeroserv), por problemas financeiros, não operou no ano de 2005, período de realização do trabalho de campo; e três entrevistas realizadas acabaram não sendo aproveitadas, por falta de compatibilidade com os objetivos da pesquisa (Ferramentaria Catarinense e Tecplast, visto que praticamente não fornecem produtos à CAB; e a Planestate, por não ter respondido às principais questões do questionário, mesmo tendo havido a entrevista presencial).

Assim, a amostra final foi composta de 30 empresas (ver Quadro 1.1); todas receberam a equipe para uma entrevista presencial e



visita às instalações. Considerando a relação entre número de fornecedores por tipo de atividade existentes no Brasil e número de empresas definidas na nossa amostra, conseguiu-se entrevistar um número significativo de empresas (ver Tabela 1.1).

QUADRO 1.1

Empresas da Amostra, por Atividade – Dezembro de 2004

	Atividade Predominante	Razão Social
1	Bens industriais	Aeromot Indústria Mec. Metalúrgica Ltda.
2		Cenic Engenharia Indústria e Comércio Ltda.
3		Ciel Fibras de Vidro
4		Digicon S.A. – Controle Eletrônico para Mecânica
5		Inbra Aerospace Indústria e Comércio de Filtros Ltda.
6		PK Circuitos Impressos Indústria e Comércio Ltda.
7		PRL Fonseca EPP
8	Ferramental	Aisys Automação Industrial Ltda.
9		Graphic Projetos
10		Mecânica e Usinagem Soriani Ltda.
11		Modelação Flórida Ltda.
12		Tracker Indústria e Engenharia Ltda.
13	Processos industriais	Brasimet Comércio e Indústria S.A.
14		Finetornos – Hernandes Fim & Cia. Ltda.
15		Globo Central de Usinagem Ltda.
16		Graúna Usinagem Ltda.
17		Lanmar Indústria Metalúrgica Ltda.
18		Massucato Indústria e Comércio Ltda.
19		Metalúrgica Industrial Joense
20		Mirage Ind e Com de Peças Ltda.
21		Oficina Mecânica Astra Usinagem Ltda.
22		ThyssenKrupp Autômatas Ind. de Peças Ltda.
23		Toyo Matic Comércio e Indústria de Máquinas Ltda.
24		Winstall Indústria e Comércio Ltda.
25	Serviços técnicos e de engenharia	Akaer Engenharia Ltda.
26		Compoende Serviços Especializados Ltda.

continua



continuação

	Atividade Predominante	Razão Social
27		Exata-Master Indústria e Comércio Ltda.
28		FibraForte Engenharia, Indústria e Comércio Ltda.
29		Mectron – Engenharia, Indústria e Comércio Ltda.
30		Serco Engenharia

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

TABELA 1.1
Plano Amostral da Pesquisa

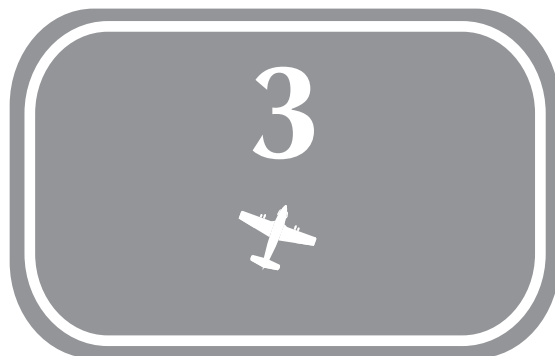
Categorias	Número de Empresas		% sobre o Total	
	da População Estimada ¹	da Amostra, segundo Atividade Principal	da População	da Amostra
Bens industriais	45	7	29	23
Ferramental	44	5	28	17
Processos industriais	54	12	35	40
Serviços técnicos e de engenharia	12	6	8	20
Total	155	30	100	100

Fonte: BNDES/Unicamp-DPCT (2006).

Nota: n = 30 empresas.

¹ População estimada conforme cadastros da AIAB e da Embraer.





Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico

Sergio Salles Filho – Coordenador
Maria Beatriz Bonacelli
Mauro Zackiewicz
Rafael Petroni
Rogério Veiga
Flávio Araripe
David Vieira

Sergio Salles Filho – Doutor em Economia e professor titular do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Maria Beatriz Bonacelli – Doutora em Economia e professora do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Mauro Zackiewicz – Doutor e pesquisador do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Rafael Petroni – Mestrando e pesquisador do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Rogério Veiga – Mestre e pesquisador do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Flávio Araripe – Mestre pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica e pesquisador do Centro Técnico Aeroespacial.

David Vieira – Mestrando e pesquisador do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Este capítulo enfoca as possibilidades e perspectivas do setor aeronáutico no Brasil. Foram utilizados vários métodos de análise, entre eles: síntese de estudos prospectivos de mercado, com base em publicações disponíveis; estudos prospectivos tecnológicos, com base na busca de patentes e na análise de especialistas sobre sistemas e tecnologias prioritárias; estudo do perfil de competências científicas e tecnológicas no Brasil por meio dos grupos e linhas de pesquisa da Plataforma Lattes do CNPq; e, cenários futuros para a indústria, preparados com a participação de especialistas de diversas áreas ligadas ao setor aeronáutico no país.

Esse conjunto de trabalhos apontou uma conjuntura preocupante para o futuro do setor no Brasil. Destaca-se, principalmente nas conclusões, uma série de excepcionalidades que torna a indústria aeronáutica brasileira um caso único em vários pontos de vista. Em qualquer cenário, seja ele otimista ou pessimista, emergem questões que inspiram atenção. Por exemplo, a construção de um sistema setorial de inovação, com base mínima para participar das definições dos novos padrões técnicos e produtivos do futuro, é considerada uma condição essencial. Já o adensamento produtivo deve ser visto com cautela, embora necessário em certa medida.

O capítulo está organizado em seis seções mais as conclusões e esta apresentação. A Seção 3.1 faz uma revisão de estudos de mercados realizados por empresas do setor aeronáutico. Trata-se de uma síntese na qual se destacam as expectativas de crescimento do mercado de aeronaves em seus distintos segmentos. A Seção 3.2 apresenta a síntese de estudos prospectivos de natureza tecnológica, e propõe-se uma priorização de sistemas e tecnologias cujo desenvolvimento os especialistas entendem como sendo importante para o Brasil. A Seção 3.3 apresenta o extenso estudo de patentes realizado por meio de uma busca feita no USPTO, com base em termos e temas e também em nomes de empresas do setor, concorrentes e parceiros da Embraer. Uma síntese do resultado da busca e da análise textual realizada está reunida nos Anexos 1 a 4.

A Seção 3.4 expõe o estudo de competências realizado na Plataforma Lattes – principal base de informações sobre competências existentes no país, do ponto de vista das tecnologias e sistemas



priorizados. Ainda nessa seção, foi analisado o perfil qualitativo dos grupos de pesquisa encontrados. A Seção 3.5 exhibe os quatro cenários resultantes da discussão entre especialistas e apresenta os resultados dos cenários tecnológicos, que, embora tenham sido realizados dentro do exercício de cenários para a indústria, acabaram sendo posicionados no estudo de forma independente. A Seção 3.6 apresenta as conclusões, recupera e analisa os principais temas abordados durante o capítulo.

3.1 Síntese dos Estudos Prospectivos do Setor

Esta seção resume os principais estudos prospectivos acerca do setor aeronáutico no mundo. Foram consultadas as pesquisas recentemente realizadas pelas principais empresas produtoras de aviões, bem como os relatórios disponíveis de consultorias especializadas. O documento serviu de apoio ao exercício de cenários alternativos para a indústria, realizado no dia 7 de abril de 2006, em São José dos Campos.

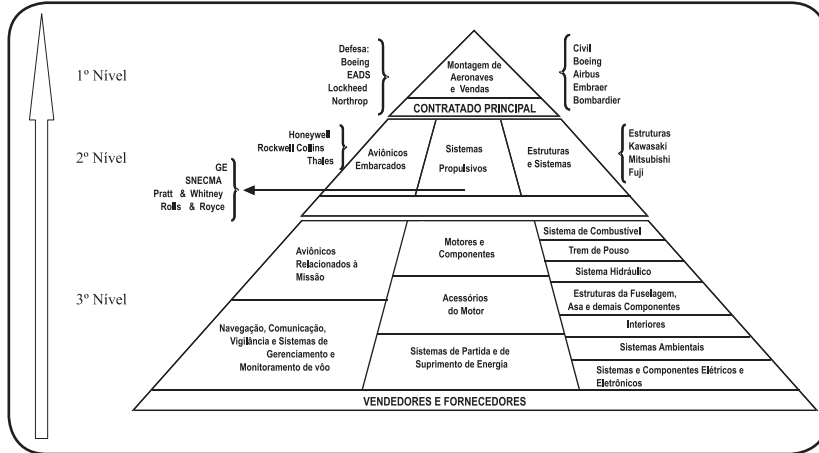
3.1.1 Características Gerais do Setor

A principal característica da estrutura de mercado do setor aeroespacial no mundo é a sua concentração em um reduzido número de empresas. Na produção de aeronaves comerciais, quatro empresas dominam as vendas. A Embraer e a canadense Bombardier vêm dividindo o mercado de jatos regionais (*commuters*) com recente crescimento da empresa brasileira nesse mercado. Já as aeronaves grandes (conhecidas como Large Civil Aircraft – LCA) estão nas mãos da americana Boeing e da européia Airbus. Esse mesmo padrão de concentração ocorre também nos principais segmentos que compõem a cadeia de fornecimento das grandes integradoras, a exemplo dos sistemas de propulsão, aeroestruturas e sistemas, aeropeças, aviônica embarcada, assim como nas empresas que prestam manutenção e suporte (ver Figura 3.1).



FIGURA 3.1

Diagrama da Estrutura da Indústria Aeronáutica



Fonte: US International Trade Commission – Competitive Assessment of the US Large Civil Aircraft Aerostructures Industry. Publication 3.433, Washington, DC 20436.

O Gráfico 3.1 mostra informações sobre faturamento e o *ranking* das principais empresas do setor aeroespacial em dois segmentos: civil e defesa. Nota-se que nas principais integradoras, *majors*, parte importante do faturamento é proveniente do segmento militar. Por outro lado, ao se observarem as integradoras de *commuters*, o perfil e a composição do faturamento modificam-se de forma drástica. No caso da Embraer, tanto a participação no faturamento total como a parcela relativa ao segmento de defesa são bastante inferiores em relação às principais empresas do setor; a Bombardier não atua nesse segmento.

Os aviões caracterizam-se, principalmente, pelo número de assentos e pela autonomia de voo (*range*). Outros aspectos, como o número de turbinas e a capacidade de carga, também diferenciam as aeronaves, que podem ser classificadas em *narrow-body* e *wide-body*.¹

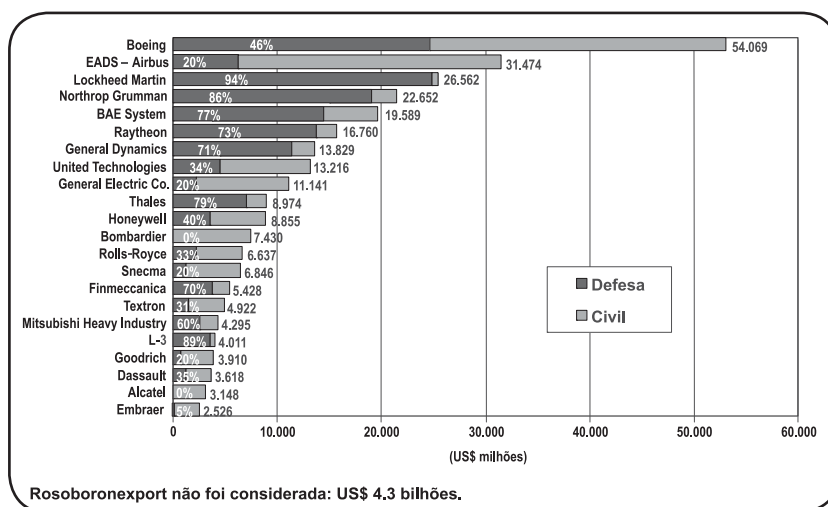
¹ *Narrow-body* são aeronaves de um único corredor, normalmente com capacidade de transportar até 200 passageiros, utilizadas primordialmente em rotas de curta ou média distância. *Wide-body* são aeronaves maiores, com dois corredores, normalmente com capacidade de transportar mais de 250 passageiros, utilizada primordialmente em rotas de média ou longa distância.



A maior parte (61%) das aeronaves existentes é do primeiro tipo, de menor porte, entre 100 e 200 lugares. As de segundo tipo são maiores e operam rotas longas ou curtas com fluxo intenso de passageiros. Todo jato regional é *narrow-body*, com um, dois ou três assentos de cada lado, transportando entre 37 e 110 passageiros. Esses jatos são operados principalmente por companhias aéreas regionais ou por subsidiárias regionais de grandes companhias.

GRÁFICO 3.1

Ranking do Mercado Aeroespacial segundo Faturamento (Defesa e Civil – 2002)



Fonte: Ranking do mercado aeroespacial – Defesa, Civil (2002).

Outra divisão é entre os grandes aviões civis (LCA – Large Civil Aircraft) e aviões regionais. A demanda por aviões regionais aumentou recentemente, e faz parte da estratégia das empresas aéreas utilizar aeronaves menores e mais leves para vôos regionais a partir de aeroportos grandes. As duas fabricantes de grandes aeronaves também produzem aviões com menor número de assentos, que poderiam concorrer com os jatos regionais, porém, eles são feitos com base na estrutura dos aviões maiores e, por isso, apresentam características semelhantes destes, como peso, autonomia, entre outras.



As barreiras à entrada no mercado de aeronaves são muito altas, e sua transposição, além da grande mobilização de capital, requer estratégia e capacidade técnica apuradas. A produção de unidades é baixa, diferente de outras indústrias, como a automobilística. Por exemplo, um Boeing 747 possui mais de seis milhões de partes individuais e aproximadamente 117 milhas de fios elétricos, para mostrar apenas dois indicadores do nível de complexidade técnica dessa aeronave.

O setor aeroespacial é um grande exportador. Em 2002, as exportações do setor nos Estados Unidos chegaram a US\$ 44 bilhões. A Embraer é um dos maiores exportadores do Brasil e a Airbus, o segundo maior exportador da França. O setor é visto como estratégico tanto pelos aspectos de segurança nacional quanto pelas competências e investimentos que gera. Os investimentos diretos e indiretos provocados pela presença de empresas aeronáuticas (as cadeias de valor) têm importantes desdobramentos (em geral muito positivos) para os países que abrigam essa indústria. As necessidades de mobilização de capital são brutais e os governos interferem diretamente no apoio às empresas, seja por meio de encomendas militares (*public procurement*), seja por seu poder de compra, seja pelo investimento público em P&D direta e indiretamente relacionado, seja, ainda, pelo financiamento à comercialização de aeronaves. No mercado civil, em 2006, estavam sendo desenvolvidos três grandes projetos: A380 e A350, da Airbus; B787, da Boeing, e está sendo finalizada a linha Embraer 170/190.

3.1.2 Número de Aeronaves – Algumas Perspectivas

Esta seção resume os principais *forecasts* do setor. Foram quatro os estudos selecionados, a saber: *Global Market Forecast*, publicado pela Airbus; *Current Market Outlook*, da Boeing; *Market Outlook and Aircraft Demand Forecast*, divulgado pela Fairchild; e *Embraer Market Outlook*, realizado pela Embraer (ver Tabela 3.1)

As classificações das aeronaves são diferentes em cada estudo. A Airbus considera os aviões pelo número de corredores, *narrow-body* e *wide-body*, e não faz previsão com relação aos jatos regionais. A Boeing utiliza as duas categorias e também acrescenta os jatos regionais. A Embraer só trabalha com jatos regionais e os divide pelo número de assentos.



Por essas diferentes classificações, a comparação deve ser feita com cautela. Os dados da Embraer só podem ser comparados diretamente com os jatos regionais do estudo da Boeing. Para analisar as informações da Airbus, que não considera os jatos regionais, é preciso buscar uma intersecção entre os *narrow-body* e os jatos regionais.

As previsões para aviões regionais da Boeing e da Embraer são bastante discrepantes. A Embraer prevê 7.950 novas aeronaves desse tipo, enquanto a Boeing projeta apenas 3.855. A Boeing e a Airbus apontam números muito diferentes em suas previsões de *narrow-body*. A Airbus prevê 10.902 novas aeronaves e a Boeing, 15.420. Se acrescentarmos a esse número da Boeing os 3.855 novos jatos regionais, constatamos que a empresa estima aproximadamente oito mil aeronaves a mais que a Airbus, que não faz previsões relacionadas aos jatos regionais, totalizando US\$ 163 bilhões a mais em vendas. Ressalte-se que o estudo da Boeing estende-se de 2004 a 2024 e o da Airbus, de 2003 a 2023. Com relação aos *wide-body*, as companhias parecem concordar no número de aeronaves e no valor que será movimentado.

TABELA 3.1

Resumo dos Estudos Prospectivos

Companhia	Aviões Regionais ¹		Narrow-Body		Wide-Body	
	Número	US\$1	Número	US\$1	Número	US\$
Boeing ²	3.855	105 bi	15.420	819 bi	6.425	1.176
Airbus ³	–	–	10.902	761 bi	6.426	1.148
Embraer	7.950 ⁴	–	–	–	–	–

Fonte: Boeing, Airbus e Embraer.

Notas: ¹ Todos os aviões regionais são *narrow-body*. Nem todo *narrow-body* é regional.

² Estudo da Boeing de 2004-2024.

³ Estudo da Airbus de 2003-2024.

⁴ A Embraer previu a demanda no segmento de jatos regionais, apesar de parte dela poder ser classificada como *narrow-body*.

3.1.2.1 Relação PIB versus Demanda por Aeronaves

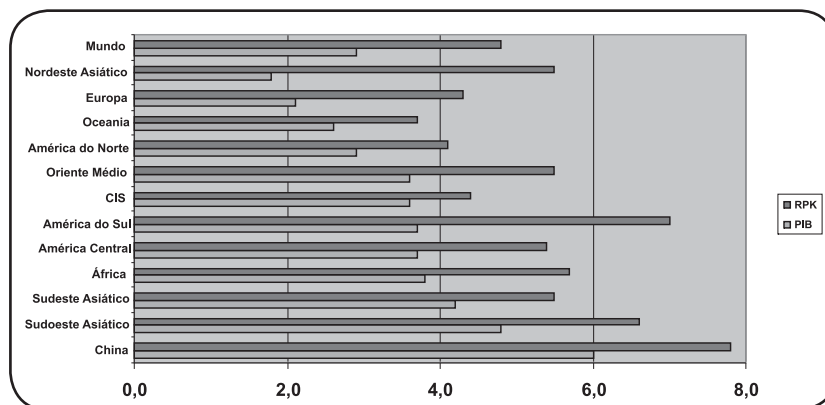
Uma característica marcante do mercado de aeronaves é sua relação com o comportamento geral da economia. Um aumento do



PIB em geral é acompanhado de um crescimento ainda maior na demanda por viagens aéreas, que, por sua vez, aquece o mercado de aeronaves (ver Gráfico 3.2). Simetricamente, a queda do PIB é, em geral, seguida de queda proporcional da demanda por viagens aéreas. Por causa dessa relação, a indústria aeroespacial tem um comportamento instável, fortemente influenciado pelo desempenho da economia mundial.

As estimativas atuais projetam que um aumento de 1% no PIB americano acarreta um acréscimo de 1,2% no número de passageiros. Havia anos, esse mesmo aumento acarretava um incremento de 2%. A elasticidade-renda da demanda no setor costuma ser mais elevada para os países emergentes do que para as economias maduras. As projeções da Boeing (Gráfico 3.2) e da Embraer (Gráfico 3.3) mostram o aumento da demanda por viagens aéreas (RPK – Revenue Passenger Kilometer – quilômetros voados por passageiros pagantes) acima do crescimento do PIB para todas as regiões analisadas.

GRÁFICO 3.2
Crescimento do PIB versus Evolução da Demanda por Transporte Aéreo (RPK), em Diferentes Regiões

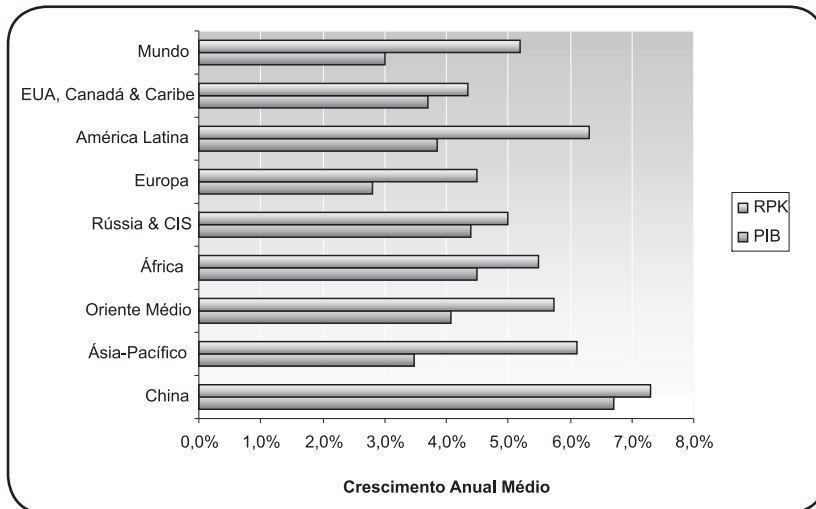


Fonte: Boeing (2005).



GRÁFICO 3.3

Crescimento do PIB e Evolução do RPK 2006-2025



Fonte: Embraer (2006).

3.1.2.2 Demanda por Transporte Aéreo

Os estudos da Boeing e da Airbus apresentam números semelhantes, prevendo expansão do transporte aéreo acima do aumento do PIB mundial, para os próximos 20 anos. A Airbus projeta um crescimento de 5,3% ao ano, enquanto a Boeing estima 4,8% ao ano para o tráfego de passageiros e 6,2% ao ano para o transporte de carga.

Os motivos apresentados podem ser resumidos em: maior concentração das pessoas em cidades; intensificação do turismo internacional; continuidade da globalização e das trocas entre os países e regiões; crescimento mundial e aumento da renda *per capita*, principalmente em países menos desenvolvidos.



3.1.2.2.1 Forecast Airbus

Com uma previsão de crescimento de 5,3% ao ano, a Airbus calcula que a frequência dos vôos irá mais que dobrar nos próximos 20 anos. Tais previsões consideram o aumento do tráfego aéreo um desafio para os aeroportos, que já enfrentam problemas com congestionamentos e atrasos. No estudo, assumem que serão feitos, no período, investimentos em infra-estrutura para sustentar essa expansão. “In the absence of any major exogenous disruption, outside the normal business or economic cycles, traffic for the next 20 years is anticipated to grow at an average pace of 5.3% per annum.” [Airbus (2004, p. 33)]. “Airbus foresees a twenty-year average annual growth of 3.2% for the mature domestic US market and 8.7% for the domestic Chinese market.” [Airbus (2004, idem)].

Essa demanda por vôos estará concentrada principalmente nos EUA, China e Reino Unido. Como consequência, esses países também são responsáveis pela maior parte da demanda por aviões – 41% do valor das entregas de novas aeronaves (Airbus). Como o tráfego aéreo está fortemente vinculado à variação do PIB (ver Gráfico 3.4), a China recebe uma grande atenção no estudo. Atualmente, o cidadão americano faz, em média, 2,2 viagens de avião por ano. O volume absoluto de viagens de avião dos americanos seria o equivalente a 0,02 viagem de avião por cidadão indiano e em média 0,06 para os chineses. Há um grande potencial de aumento nesses dois países e em outros emergentes, à medida que a riqueza aumenta e mais pessoas têm condições de pagar por viagens de avião.

O aumento do PIB *per capita* é a principal variável que ocasionou as variações no tráfego aéreo até os dias de hoje (excetuando-se os eventos extraordinários, como os verificados em 2001), o que também explica explosão da demanda por viagens aéreas na China. Nesse país, 250 milhões, ou 19% da população, são de classe média (renda anual entre US\$ 18 mil e US\$ 36 mil), número que deverá subir para 40% da população em 2020 (mais de 600 milhões de pessoas).

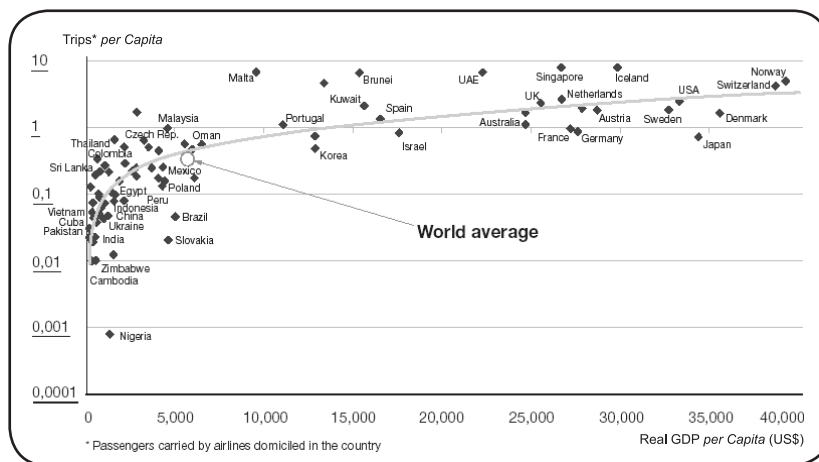
Outra variável que estimula o crescimento da demanda é a concentração das pessoas em cidades. Atualmente, cinco cidades no mundo possuem mais de 20 milhões de habitantes. Em 2020, elas serão



16, e o PIB dos países correspondentes dobrará. Também por volta de 2020, metade da população chinesa estará vivendo em cidades. Acompanhando a demanda por transporte de pessoas, o transporte de carga também fica concentrado nas grandes cidades, onde os negócios acontecem (Airbus).

GRÁFICO 3.4

Viagens de Avião *per Capita* vs. PIB *per Capita*



Fonte: Airbus (2005).

A Airbus prevê a continuidade do aumento do tráfego internacional entre as grandes cidades, em parte por causa da interdependência e das trocas comerciais entre as cidades e, também, pela consolidação do esquema *hub and spoke*,² intensificando a frequência de ligação entre *hubs*. Nos próximos dez anos, serão criadas 60 novas rotas entre Europa e Ásia, em adição às 250 atuais. Das 39 novas linhas ligando novos pares de cidade, 29 partem de um *hub*. Das dez restantes, apenas uma linha sobreviveu. Esse também é o caso no mercado Europa-Ásia: 80% do tráfego ocorre entre 17 cidades primárias, que são centros principais de negócios e população. Das 75 novas rotas entre cidades primárias criadas nos últimos 20 anos, 90% foram bem-su-

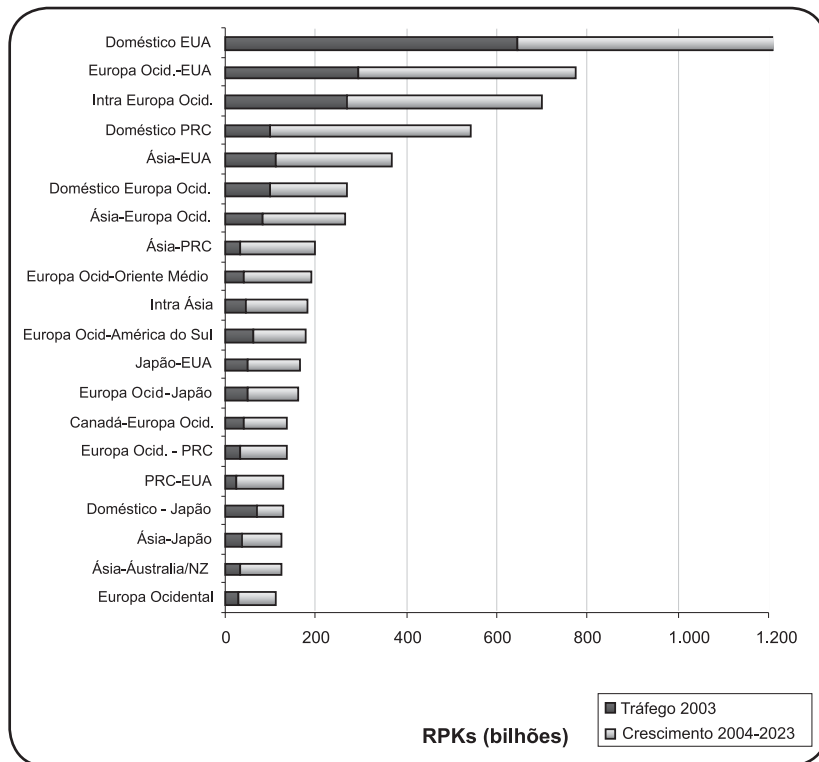
² O sistema *hub and spoke* trata de centralizar, em alguns aeroportos principais, o tráfego (os *hubs*) e, a partir desses aeroportos, atingir outras localidades.



cedidas. E 40% das rotas (47 nos últimos 20 anos) entre localidades secundárias e terciárias alcançaram êxito. Os Gráficos 3.5 e 3.6 apresentam as expectativas de crescimento do tráfego mundial, medido em RPKs (Revenue Passenger Kilometer – quilômetros voados por passageiros pagantes).

GRÁFICO 3.5

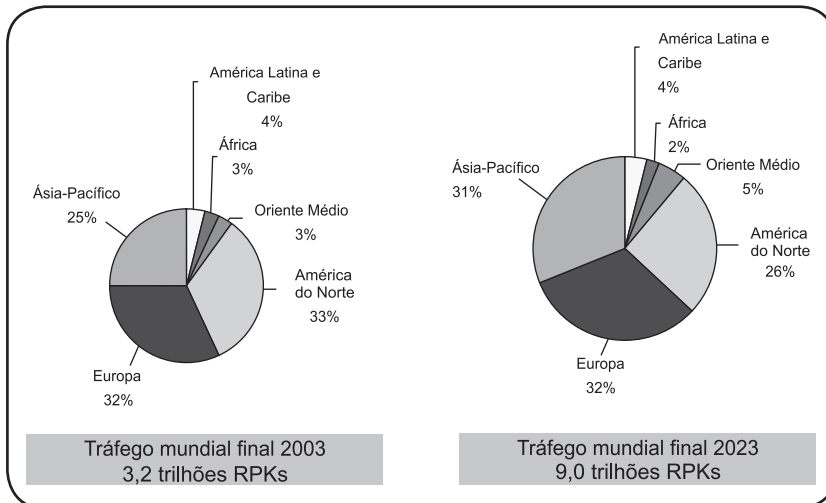
Expectativa quanto aos 20 Mercados Mais Movimentados em 2023, em RPK (Revenue Passenger Kilometer)



Fonte: Airbus (2005).

GRÁFICO 3.6

Previsão de Distribuição do Tráfego no Mundo – 2003-2023



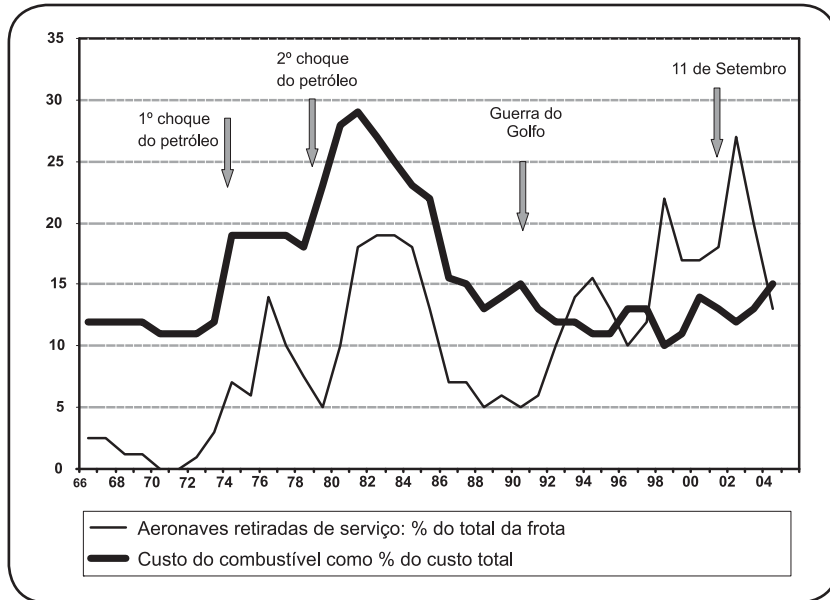
Fonte: Airbus (2005).

O estudo prevê também a expansão do turismo internacional e, com ele, mais demanda por viagens aéreas. Só a China enviará 100 milhões de turistas mundo afora até 2020. Será o quarto maior país em turistas internacionais. A França projeta um milhão de turistas chineses em 2008.

O preço do combustível é uma variável que deve ser levada em conta na previsão do crescimento de tráfego, pois exerce influência direta no preço das passagens e na troca de aviões pelas companhias aéreas. Um avião mais novo, como o A319 consome 20% menos por assento que um avião da geração anterior e 40% menos que os aviões mais antigos. O Gráfico 3.7 apresenta alguns dados a respeito da participação do custo do combustível como percentual do total das despesas, correlacionados com a porcentagem de retirada de aeronaves das frotas comerciais.

GRÁFICO 3.7

Custo do Combustível nos Custos Operacionais Totais e Aposentadoria de Aeronaves



Fonte: Airbus (2005).

3.1.2.2.2 Current Market Outlook – Boeing

Em seu estudo, a Boeing prevê um aumento anual de 4,8% no tráfego de passageiros e 6,2% no tráfego de carga. Uma vez que a Airbus não separa o tráfego de passageiros do de carga, os números previstos são bastante próximos.

Segundo a Boeing, a globalização da economia irá continuar influenciando a demanda por tráfego aéreo, uma vez que aumentam as trocas entre os países (negócios, turismo, estudos etc.). A melhora do serviço, a maior frequência de vôos e um maior número de vôos sem escala também interferem na demanda (Boeing).

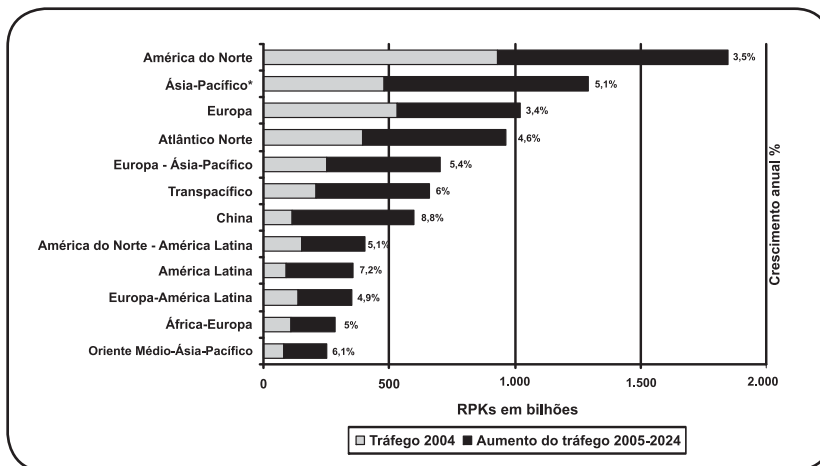


In summary, air service is becoming lower in price, higher in value, and of greater interest to people around the globe. The combined effects explain the continuing growth of air travel over and above that stimulated by GDP growth [Boeing (2005, p. 8)].

O tráfego mundial aumentará mais na Ásia, América do Sul e Europa. Ainda segundo esse estudo, o *market share* do tráfego mundial do mercado doméstico americano cairá de 25% para 20%, resultado de um maior crescimento em outras partes do mundo e da maior maturidade do mercado aéreo norte-americano. O *market share* de vôos entre países asiáticos subirá de 16% para 20%; nos países latino-americanos, de 2% para 4%.

GRÁFICO 3.8

Aumento do Tráfego Mundial, em RPKs



Fonte: Boeing (2006).

3.1.2.2.3 Market Outlook and Aircraft Demand Forecast – Fairchild³

O estudo da Fairchild Aerospace [Fairchild (2000)] estimou o mercado de aviões regionais para os próximos 20 anos em US\$ 203 bi-

³ Apesar dos problemas enfrentados pela Fairchild, optou-se por manter aqui a apresentação sumária de um de seus estudos prospectivos a título de comparação com outros estudos congêneres.



lhões. Nessa previsão, o segmento de aeronaves regionais foi separado em números de assentos por avião. Assim, dividiu-se o segmento de *commuters* em quatro grupos, sendo estimados os seguintes valores para cada grupo:

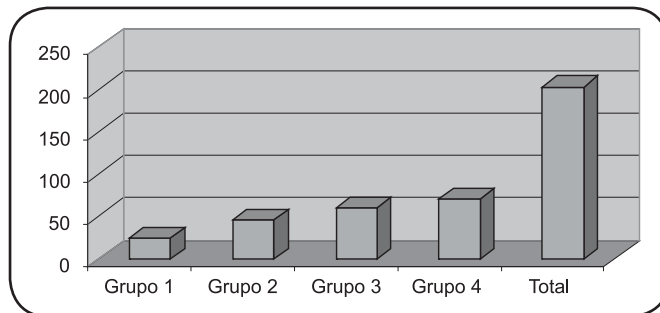
- Grupo 1 (25-44 assentos): US\$24,36 bilhões.
- Grupo 2 (50-65 assentos): US\$46,69 bilhões.
- Grupo 3 (66-85 assentos): US\$ 60,90 bilhões.
- Grupo 4 (86-110 assentos): US\$ 71,05 bilhões.

As maiores estimativas de receita de vendas são para os grupos de aeronaves entre 66 e 110 assentos (ver Gráfico 3.9).

GRÁFICO 3.9

Estimativa de Mercado para *Commuters* até 2023 por Grupos e Total

(Em US\$ bilhões)



Fonte: Fairchild (2000).

3.1.2.3 Número de Aeronaves

O aumento da demanda por vôos gera encomendas de novas aeronaves. As diferentes regiões do mundo se comportam de modo diverso para suprir essa demanda. Aviões *narrow-body* ainda serão



maioria da frota mundial, havendo também uma crescente participação de jatos regionais (mostrada no estudo da Boeing). Haverá um número maior de pedidos de aeronaves maiores para a Ásia, que serão utilizadas em rotas longas ou curtas de grande intensidade.

Os estudos da Boeing e da Airbus apresentam diferenças, em parte explicadas pela data-base de suas previsões. Como vimos, a Airbus utilizou o período 2003–2024, ao passo que a Boeing baseou-se no período 2004–2024. As previsões efetuadas em 2003 podem ter sido mais influenciadas pela crise que tomou conta do mercado logo após os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001.

Os estudos divergem também nas classificações adotadas. A Airbus não menciona os jatos regionais e seu mercado. Considera apenas as aeronaves *narrow-body* e não é possível identificar se os jatos regionais estão contidos nas previsões para essa modalidade, embora todos os jatos regionais sejam *narrow-body*. A Airbus prevê a necessidade de 17.328 novos aviões e a Boeing estima a entrada de 25.700 novos aviões para suprir a demanda por aeronaves comerciais e de carga. Destes 25.700, 15% seriam jatos regionais, ou seja, 3.855. A Embraer prevê 7.950 novos aviões regionais até 2025.

3.1.2.3.1 Global Market Forecast – Airbus

Para acompanhar o aumento do número de passageiros de 5,3% ao ano, as companhias aéreas terão que aumentar a oferta de assentos a uma taxa de 4,3% ao ano. Para isso, a indústria terá de produzir mais aeronaves e mais assentos por avião. Mas não é somente para atender à demanda que as companhias aéreas terão que adquirir novos equipamentos. As legislações, cada vez mais exigentes em relação a emissões dos aviões também levam as empresas a substituir as aeronaves antigas [Airbus (2004)].

As substituições dos equipamentos seguem um padrão histórico de entregas de aeronaves e geralmente ocorre em uma série de ondas, influenciadas por ciclos econômicos e aumentos nos preços do petróleo. Em anos recentes, não só os aviões mais antigos têm sido substituídos, como também os de meia-idade, como os *narrow-body*



737-300/400s, tornando mais jovens as frotas de *narrow-body* [Airbus (2004)]. Nos próximos 20 anos, 9.200 dos aviões hoje em atividade serão substituídos. Destes, 3.520 retornarão para o transporte de passageiros por meio da venda para outras companhias, aluguel etc. Os 5.680 restantes abandonarão o transporte de passageiros e serão descartados ou transformados em aviões de carga. Analisando os planos das companhias aéreas, a Airbus esperava, em 2006, o início de uma nova onda de substituição dos *narrow-body*, com pico em 2007–2009.

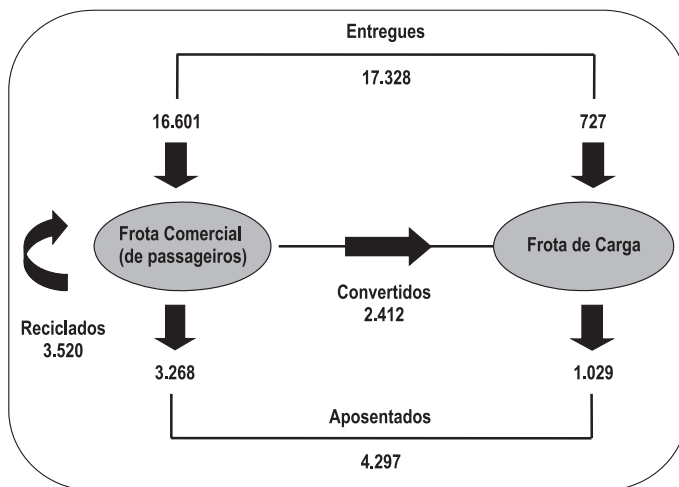
Até 2023, segundo as previsões, serão necessários 20.121 aviões de passageiros. Destes, 3.520 serão supridos por aeronaves recicladas que deixarão os atuais operadores e passarão para outros. Os outros 16.601 serão novos aviões, 830 por ano. Dois terços das entregas serão para aumento da frota e um terço para substituição de aeronaves antigas. Dos 5.680 que serão substituídos, 2.412 serão convertidos em avião de carga e 3.268 sairão de serviço. Entre os novos equipamentos estão: 10.902 *narrow-body* para linhas principais, como a família A320 da Airbus; 1.800 *wide-body* pequenos, como o A300, A310 e A330-200; 1.250 aviões de grande porte, como o atual A380.

Para suprir a demanda por aviões de carga, serão necessários 3.139 novos equipamentos. Destes, 2.412 serão aviões de passageiros adaptados e 727 serão aeronaves novas e específicas. Entre os 1.986 *wide-body* pequenos entregues, 1.799 serão de passageiros e 187 são de carga. Dos 2.792 *wide-body* intermediários, 2.650 são de passageiros e 142, de carga. Dos 1.648 novos aviões grandes, 1.250 são de passageiros e os 398 restantes, de carga. Nenhum avião *narrow-body* novo será de carga. A Figura 3.2 e os Gráficos 3.10 e 3.11 mostram dados sobre esse assunto.



FIGURA 3.2

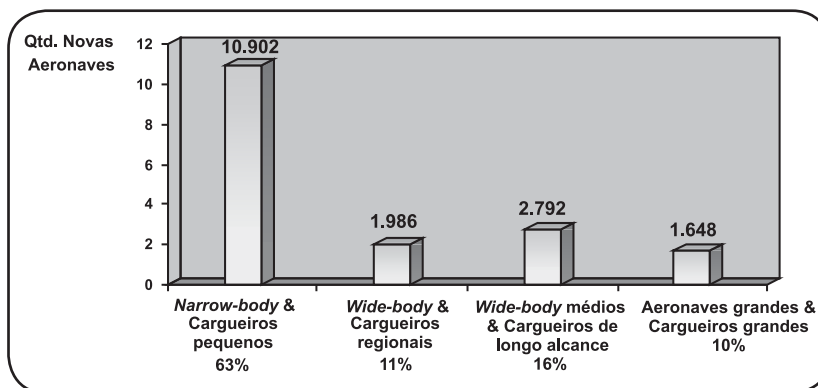
Distribuição da Demanda por Aviões – Carga e Passageiros (2004-2023)



Fonte: Airbus (2004).

GRÁFICO 3.10

Novos Aviões por Tipo de Aeronaves – Carga e Passageiros (2004-2023)

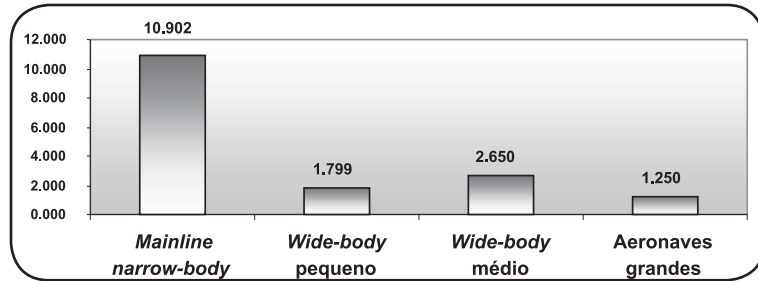


Fonte: Airbus (2004).



GRÁFICO 3.11

Distribuição de Aviões de Passageiros por Tipo de Aeronave (2004-2023)



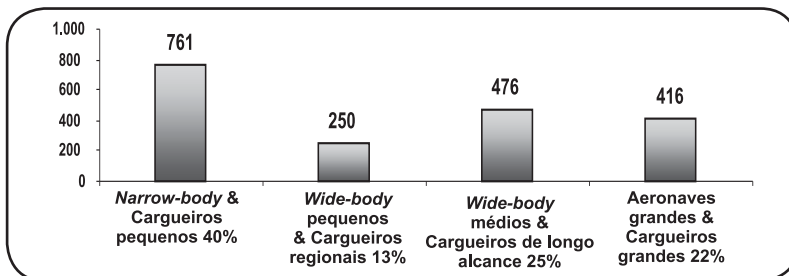
Fonte: Airbus (2004).

Os 17.328 aviões que serão entregues nos próximos 20 anos representam US\$ 1,9 trilhão em volume de negócios, de acordo com a lista de preços de 2003. Aviões *narrow-body* e jatos pequenos movimentarão US\$ 761 bilhões, 40% da receita total com a entrega de aviões, mercado em que se encontra a Embraer. Os aviões de maior porte (aeronaves grandes e *wide-body* médios), embora em menor quantidade, têm uma grande participação no volume movimentado, em função do valor unitário mais alto (ver Gráfico 3.12).

GRÁFICO 3.12

Volume de Recursos Movimentados pelas Novas Entregas (2004-2023)

(Em US\$ bilhão)



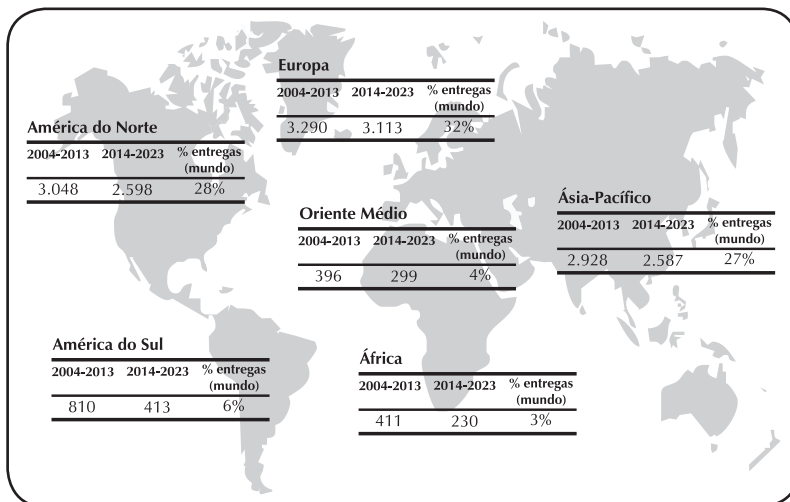
Fonte: Airbus (2004).



Incluindo os aviões que serão reciclados, 32% do total das entregas serão feitos na Europa; 28%, nos EUA; 27%, na Ásia-Pacífico; e os 13% restantes, distribuídos pelo resto do mundo (ver Figura 3.3, Tabela 3.2 e Gráfico 3.13).

FIGURA 3.3

Distribuição da Demanda por Aviões no Mundo



Fonte: Airbus (2004).

TABELA 3.2

Ranking dos Países segundo Número de Aviões Entregues e Valor das Entregas (2004–2024)

Entrega de Aeronaves Comerciais			Valor (US\$ Bilhões)	
1	Estados Unidos	5,210	Estados Unidos	412,7
2	China	1,790	China	241,7
3	Reino Unido	1,150	Reino Unido	119,2
4	Alemanha	989	Alemanha	106,4
5	Japão	640	Japão	96,6
6	Itália	543	Itália	57,5

continua

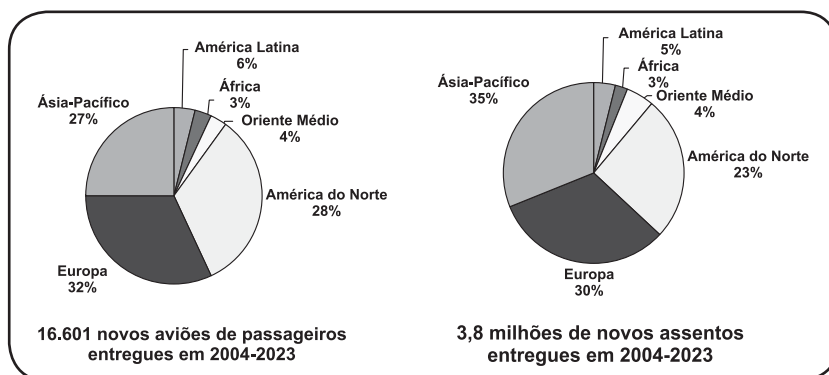


Entrega de Aeronaves Comerciais			Valor (US\$ Bilhões)	
7	França	482	França	52,5
8	Espanha	446	Espanha	52,1
9	Canadá	434	Canadá	47,5
10	Malásia	380	Malásia	44,4

Fonte: Airbus (2004).

GRÁFICO 3.13

Distribuição de Novos Aviões e Novos Assentos no Mundo (2004-2023)



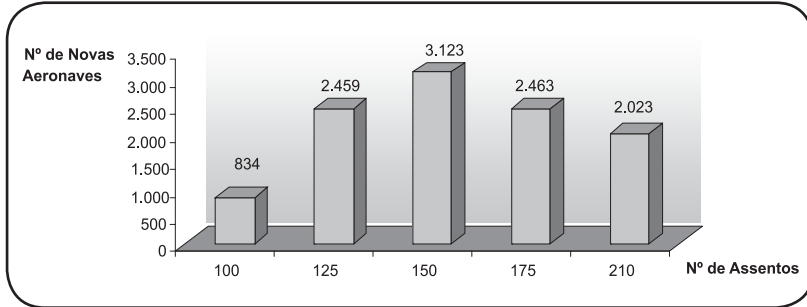
Fonte: Airbus (2004).

A recente emergência de linhas aéreas de baixo custo acarretou o aumento na previsão de aeronaves *narrow-body* em vôos domésticos e regionais. Dois terços das novas entregas serão compostas de aviões dessa modalidade. Até 2023, serão necessárias 13.800 aeronaves *narrow-body* para atender à demanda (ver Gráfico 3.14). Desse total, 2.900 serão obtidas por meio de reciclagem e 10.900 serão novas. Esses equipamentos estarão operando em 1.502 aeroportos e ligando 8.290 pares de cidades.



GRÁFICO 3.14

Distribuição de *Narrow-Body* por Número de Assentos (2004–2024)

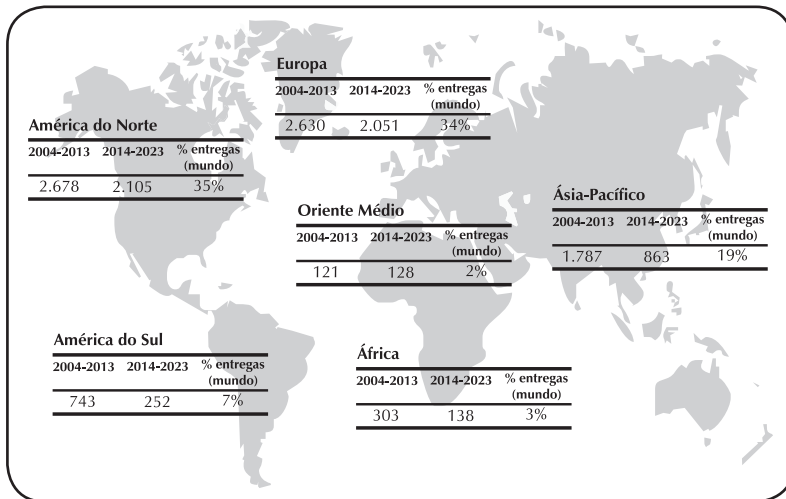


Fonte: Airbus (2004).

Os EUA e a Europa receberão, juntos, 69% das entregas de aviões *narrow-body*. Ásia-Pacífico também tem uma participação importante, 19% com o crescimento de companhias de baixo custo na região (ver Figura 3.4).

FIGURA 3.4

Distribuição de *Narrow-Body* no Mundo (2004-2023)



Fonte: Airbus (2004).

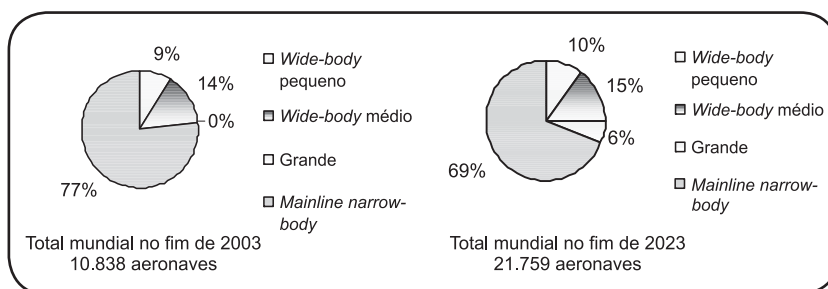


Em 2023, esses aviões estarão operando majoritariamente em rotas curtas; 47% em rotas menores que Paris-Roma (600 nm ou 1.111 km)⁴ e 32 companhias aéreas americanas estarão operando 178 aeronaves *narrow-body* cada, em suas linhas principais.

Em 2023, 69% da frota operando em linhas principais será composta de *narrow-body*, enquanto em 2003 esse tipo de avião representava 77%. Entretanto, apesar do maior número de entregas de aviões *narrow-body*, como mostrado, as *wide-body* terão um papel maior no futuro, com o aumento do número de passageiros e das rotas internacionais. Essa modalidade será responsável por 15% dos assentos em 2023. O maior mercado para aeronaves será a Europa, mas o maior número de assentos será entregue na Ásia, pelo fato de as companhias asiáticas comprarem aviões maiores (ver Gráficos 3.15 e 3.16).

GRÁFICO 3.15

Distribuição de Aviões por Tipo de Aeronave (2003 e 2023)



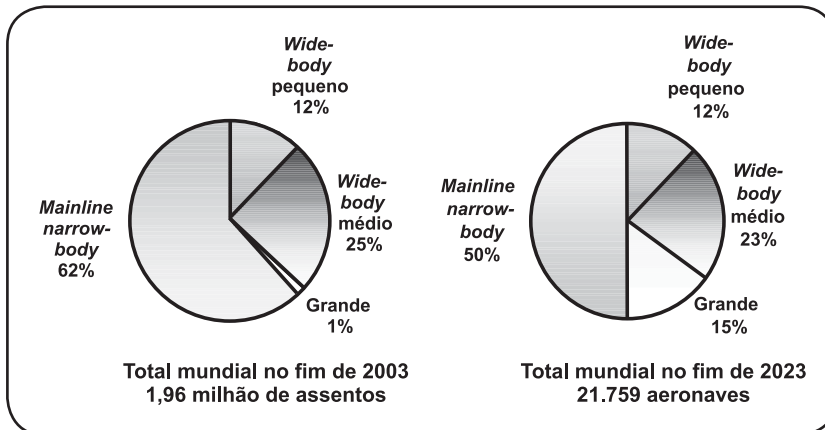
Fonte: Airbus (2004).

As aeronaves *wide-body* são segmentadas, no estudo da Airbus, em três categorias: pequena (menos de 300 assentos), média (300 a 400 assentos) e grande (acima de 400 assentos).

⁴ 4 nm: milhas náuticas; 1 nm = 1,85122 km.

GRÁFICO 3.16

Distribuição de Assentos por Tipo de Aeronave (2003 e 2023)

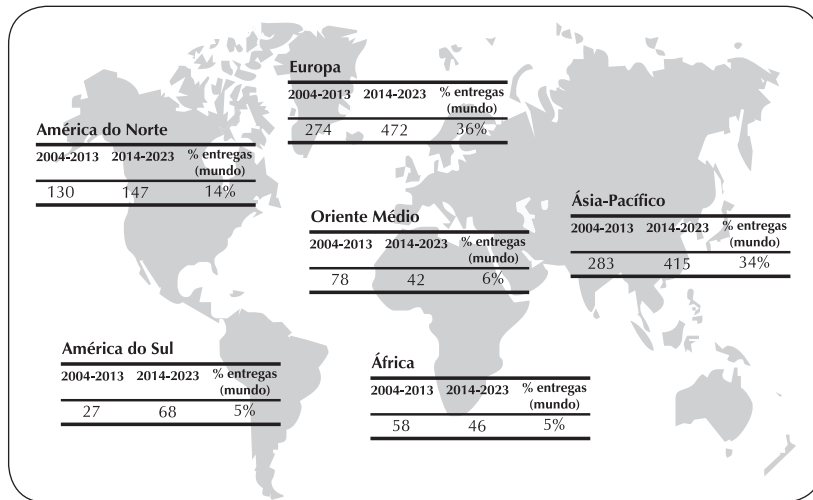


Fonte: Airbus (2004).

Serão entregues 2.173 aviões *wide-body* pequenos, dos quais 1.800 serão novos e 241, reciclados (ver Gráfico 3.11 e Figura 3.5). Diferentemente da modalidade *narrow-body*, 70% das entregas de *wide-body* pequenos estão na Europa e Ásia-Pacífico, com 1.444 aviões entregues. Esses equipamentos irão operar em 592 aeroportos e ligar 2.497 pares de cidades. Nos EUA, serão substituídos por *narrow-body* maiores (Airbus).

FIGURA 3.5

Distribuição da Demanda por *Wide-Body* Pequenos no Mundo (2004-2023)

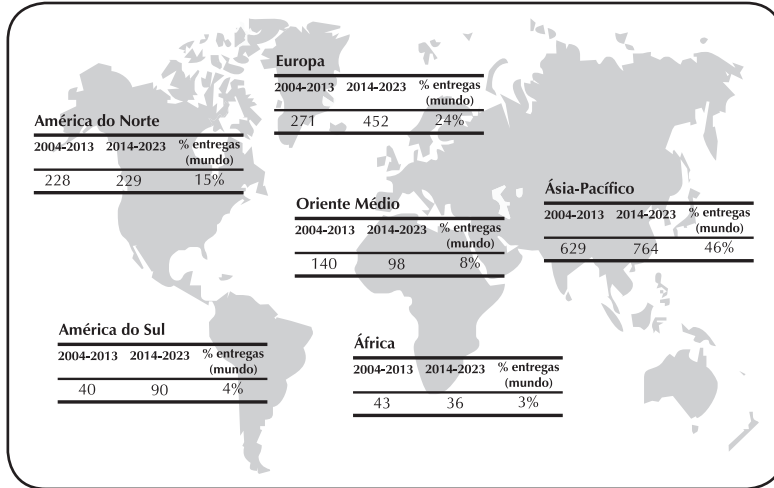


Fonte: Airbus (2004).

As companhias aéreas mundiais precisarão de 3.020 aeronaves *wide-body* intermediárias (ver Gráfico 3.11 e Figura 3.6). Destas, 2.650 serão novas e o restante, 370, recicladas. Aproximadamente 50% terão capacidade de transportar 300 passageiros e o restante se dividirá entre 350 e 400 assentos. Das entregas, 46% (1.393 aviões) serão feitas na Ásia-Pacífico e 24% (723 aviões) na Europa. Esses equipamentos irão operar em 498 aeroportos, ligando 2.087 pares de cidades. Poucos irão operar em vôos domésticos dos EUA.

FIGURA 3.6

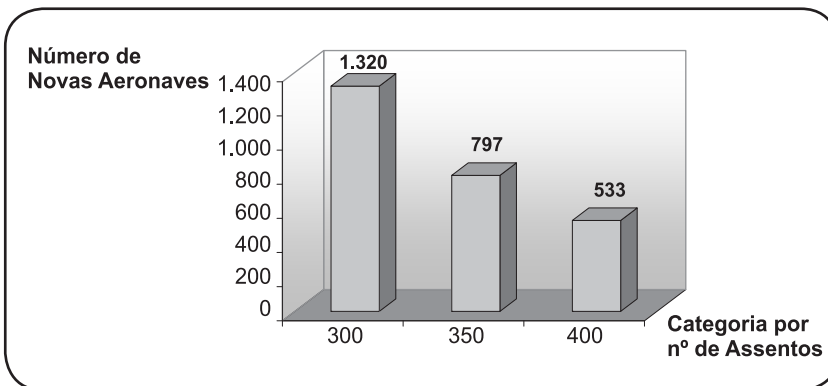
Distribuição da Demanda por *Wide-Body* Médios no Mundo (2004-2023)



Fonte: Airbus (2004).

GRÁFICO 3.17

Distribuição da Demanda de *Wide-Body* Médios por Número de Assentos (2003-2023)



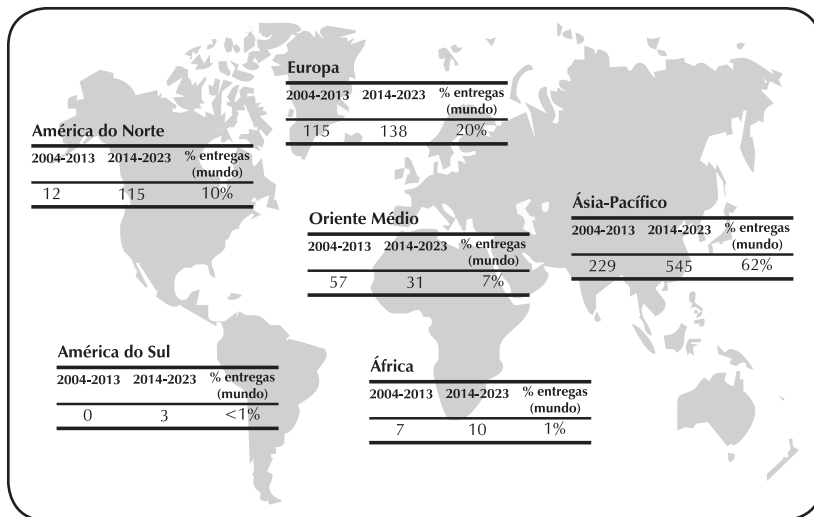
Fonte: Airbus (2004).



Os aviões *wide-body* médios serão mais usados em viagens de longa distância que os pequenos. Metade voará em rotas de mais de 2.200 nm – 4.000 km (Perth–Cingapura) e mais de um quarto percorrerá rotas maiores que 4.000 nm – 7.400 km (Hong Kong–Sidney). Ver Gráfico 3.17, o qual apresenta o número de aeronaves por número de assentos.

Os aviões grandes, como o A380, terão uma demanda de 1.250 aeronaves, das quais 64% terão entre 500 e 600 assentos. A média será de 575 assentos. Da demanda mundial, 62% (774 aviões) estarão na Ásia-Pacífico, 20%, na Europa. Esses equipamentos operarão em 213 aeroportos e ligarão 513 pares de cidades (ver Figura 3.7 e Gráfico 3.18).

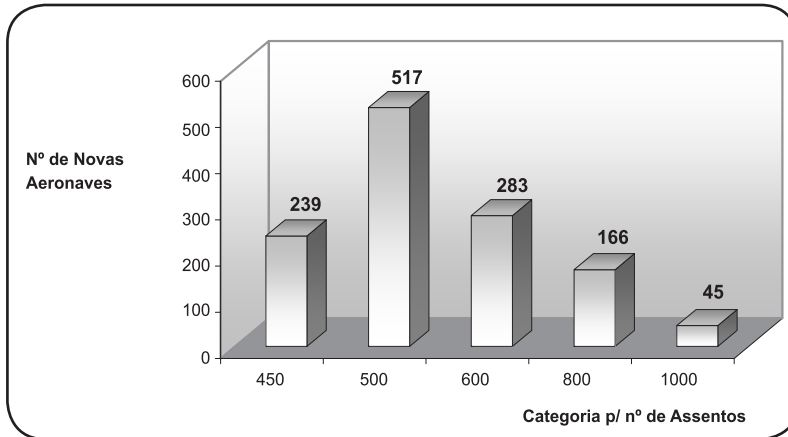
FIGURA 3.7
Distribuição da Demanda por Aviões Grandes no Mundo (2004-2023)



Fonte: Airbus (2004).

GRÁFICO 3.18

**Distribuição da Demanda de Aviões Grandes,
por Número de Assentos (2004-2023)**



Fonte: Airbus (2004).

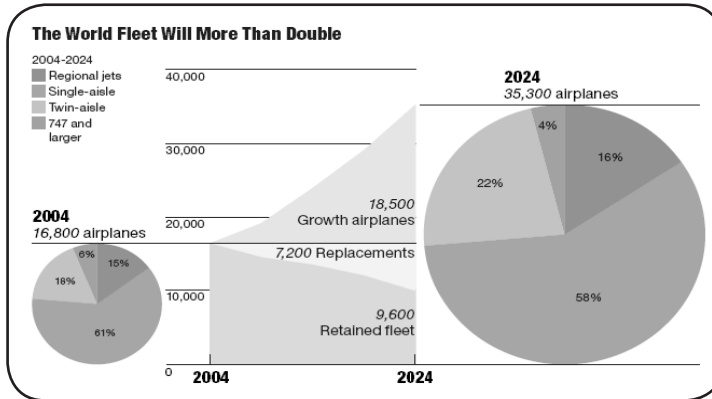
3.1.2.3.2 Current Market Outlook – Boeing

A pesquisa da Boeing faz previsões para o mercado mundial de aeronaves para o período de 2004 a 2024. Segundo a pesquisa, a frota de aeronaves comerciais dobrará até 2024, atingindo 35.300 aviões, e 7.200 aeronaves serão retiradas de serviços comerciais e substituídas (ver Figura 3.8). Para suprir a demanda, serão necessários 18.500 novos aviões. Dos 16.800 equipamentos em operação em 2004, por volta de 57% (9.600 aviões) ainda estarão em operação em 2024 [Boeing (2005)]. Entre 2004 e 2024, aproximadamente 25.700 novos aviões serão entregues, dos quais 28% serão reposições de aeronaves antigas e 72% serão entregues para atender ao crescimento da demanda.



FIGURA 3.8

Distribuição da Frota Mundial por Tipo de Avião (2004 e 2024)

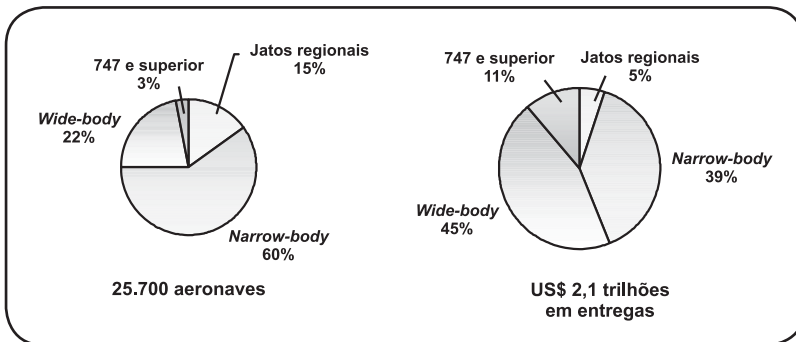


Fonte: Boeing (2005).

Três quartos da frota em 2024 serão compostos de aviões *narrow-body* e jatos regionais. Mais de 19 mil aeronaves desse tipo serão entregues neste período. Em rotas curtas, os equipamentos *narrow-body* predominarão, embora aumente a importância dos jatos regionais (Gráfico 3.19).

GRÁFICO 3.19

Distribuição de Entregas e de Receita por Tipo de Avião (2004-2024)



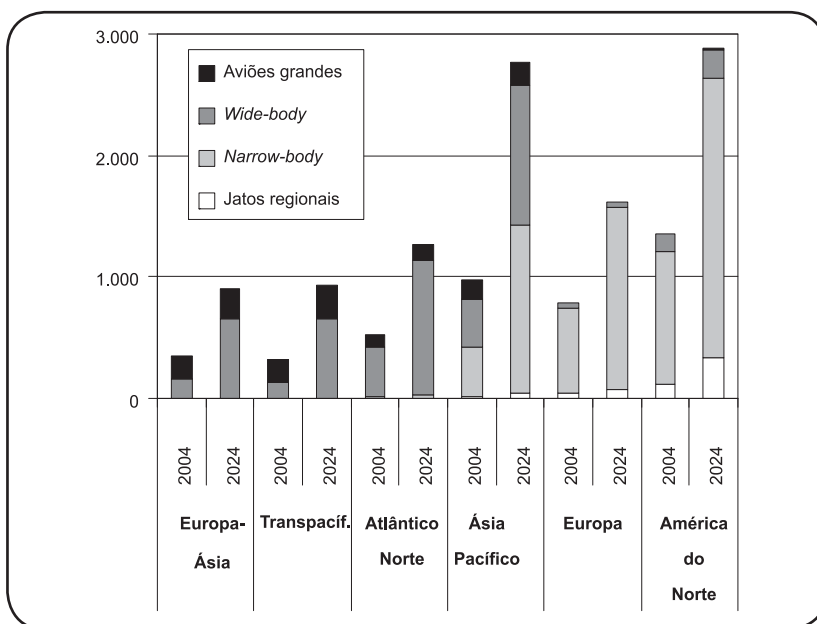
Fonte: Boeing (2005).

No entanto, o volume de recursos movimentado será mais alto por parte dos aviões *wide-body* de maior porte. Embora a participação dos grandes deva diminuir de 6% para 4%, o número de *wide-body* médios aumentará de 18% para 22%.

Em rotas curtas, 17.400 novos aviões de, no máximo, 175 lugares serão postos em circulação. Nesse tipo de rota, 92% da frota serão compostos de *narrow-body*. Os vôos domésticos nos EUA e Europa, sozinhos, responderão por mais de 52% dos novos assentos disponibilizados por novos *narrow-body* (ver Gráfico 3.20).

GRÁFICO 3.20

Distribuição Regional da Oferta (ASK) por Tipo de Avião



Fonte: Boeing (2005).

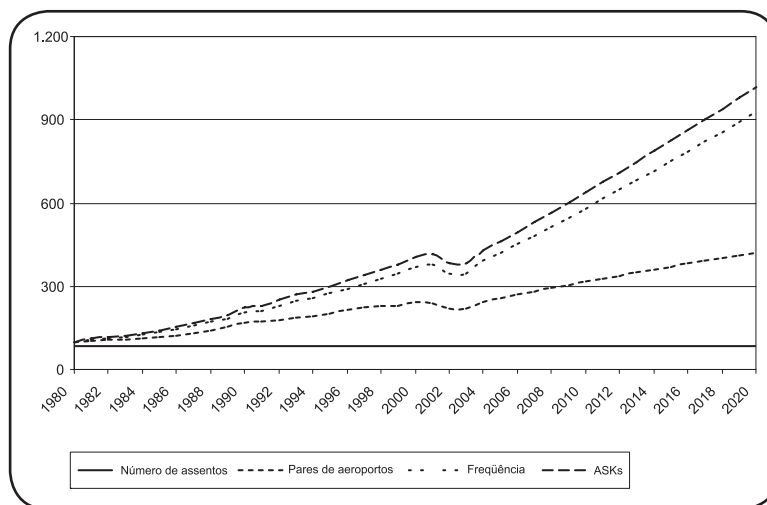
O mercado previsto para os jatos regionais terá sua maior concentração nos EUA, com um menor número de entregas na Europa e Ásia-Pacífico.



As preferências do consumidor são importantes para a definição da demanda. Os passageiros preferem chegar rapidamente ao destino e não querem fazer muitas conexões entre diferentes aeroportos e *hubs*. Onde for economicamente viável, as companhias manterão linhas ligando duas localidades diretamente. Com essa estratégia, as companhias aéreas conseguem manter ou reduzir o tamanho dos aviões para manter um maior número de vôos (ver Gráfico 3.21). A Boeing prevê um aumento do número de assentos disponíveis, maior frequência de vôos e maior número de pares de aeroportos ligados. O tamanho médio dos aviões se mantém ou se reduz, contrariando a previsão da Airbus, que estima um aumento no tamanho médio dos aviões.

GRÁFICO 3.21

Evolução no Número de Assentos Disponíveis, Frequência de Vôos, Pares de Aeroportos e Tamanho dos Aviões

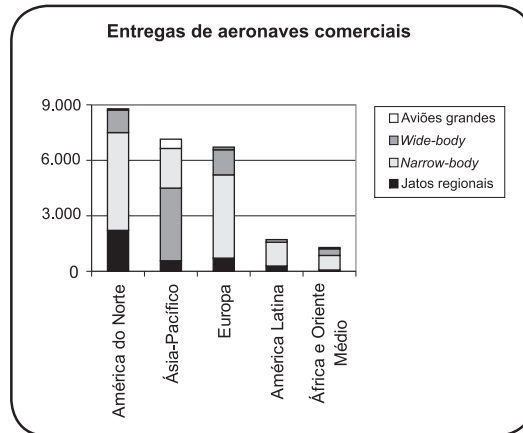


Fonte: Boeing (2005).

As entregas e os tipos de aviões variam conforme a região. O maior número de entregas ocorrerá nos EUA, seguido de Ásia e Europa, todos acima de seis mil aeronaves entregues. Em todos, o maior percentual de entregas é de aviões *narrow-body*, mas Ásia-Pacífico destaca-se nas entregas de aviões *wide-body* e aviões maiores (Gráfico 3.22).

GRÁFICO 3.22

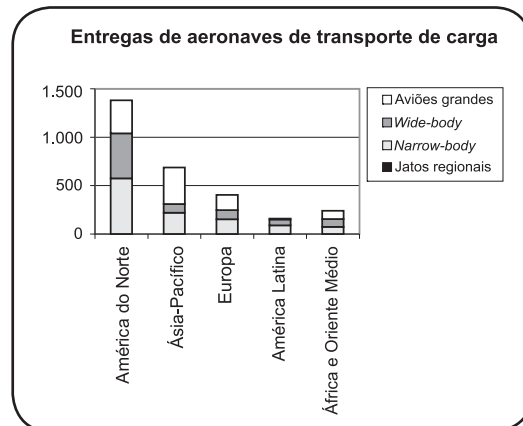
Entregas de Aeronaves Comerciais no Mundo, por Tipo de Avião (2004-2024)



Fonte: Boeing (2005).

GRÁFICO 3.23

Entregas de Aeronaves de Transporte de Carga no Mundo, por Tipo de Avião (2004-2024)



Fonte: Boeing (2005).



A estimativa da Boeing indica que, nos EUA, serão 8.799 entregas, das quais 60% são *narrow-body*; 25%, jatos regionais; 14%, *wide-body* pequenos e intermediários; e 1%, aviões 747 e grandes.

Na Europa serão 6.695 novos aviões, dos quais 67% são *narrow-body*; 11%, jatos regionais; 20%, *wide-body*; e 2%, aviões grandes.

Na América Latina, 1.743 aeronaves deverão ser entregues, impulsionadas pelo aumento do PIB de 3,7% ao ano e pelo crescimento da indústria do turismo. Do total, 72% serão jatos *narrow-body* e 18%, jatos regionais. As entregas movimentarão US\$ 98 bilhões.

Na África e no Oriente Médio, deverão ser entregues 1.294 novos aviões. A África receberá 425 aeronaves, repetindo o padrão dos outros países, em que a maioria é composta de jatos *narrow-body*. No entanto, há um número relativamente grande de aviões de *wide-body*: 21%. Essa demanda é impelida principalmente pelas atrações turísticas africanas. No Oriente Médio serão entregues 869 aeronaves, das quais 46% serão *wide-body*, um número alto. A demanda do Oriente é também impulsionada pelo turismo.

O relatório da Boeing dividiu a Ásia-Pacífico em cinco regiões: Sudeste Asiático, Nordeste Asiático, Oceania, Sudoeste Asiático e China, conforme mapa a seguir. O Japão é o principal representante do Nordeste Asiático. Nessa região, serão entregues 1.664 aviões, dos quais 51% serão *wide-body*; 35%, *narrow-body*; 4%, jatos regionais; e 10%, aviões grandes. Essas entregas movimentarão US\$ 225 bilhões.

O Sudeste Asiático tem entre seus representantes as Filipinas e a Indonésia. Serão entregues 1.701 aeronaves, que movimentarão US\$ 220 bilhões, a saber: 39% *wide-body*, 40% *narrow-body*, 8% jatos regionais e 13% aviões grandes.

No Sudoeste Asiático, a Índia é o representante mais forte. Serão entregues 759 aviões, que movimentarão US\$ 62 bilhões: 71% *narrow-body*, 23% *wide-body*, 5% jatos regionais e 1% aviões grandes.

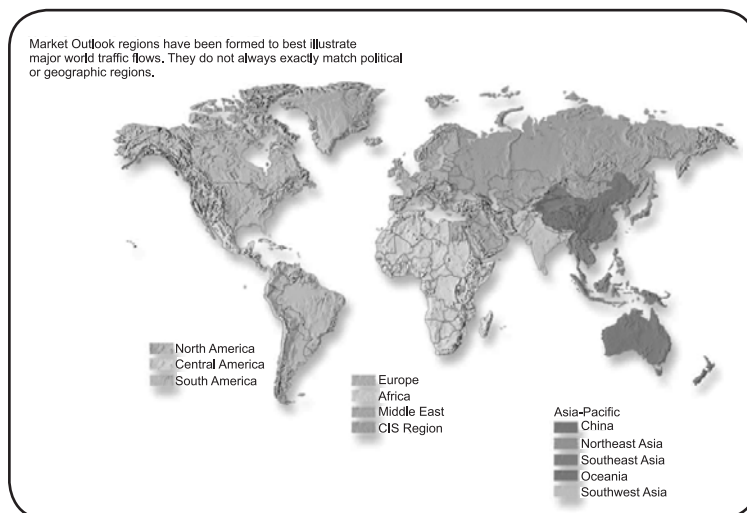
A China, sozinha, fará uma requisição de 2.612 novas aeronaves, movimentando US\$ 213 bilhões: 64% *narrow-body*, 22% *wide-body*, 11% jatos regionais e 3% aviões grandes.



A Oceania receberá 427 aeronaves, gerando um total de US\$ 49 bilhões: 49% *narrow-body*, 41% *wide-body*, 8% aviões grandes e 2% jatos regionais. A Figura 3.9 apresenta a divisão regional utilizada pelo estudo da Boeing.

FIGURA 3.9

Divisão Regional Utilizada no Estudo da Boeing



Fonte: Boeing (2005).

A frota de aviões de carga também terá dobrado em 20 anos, passando dos atuais 1.760 equipamentos para 3.530, levando-se em consideração os 1.100 aviões que serão aposentados e as 2.900 novas aeronaves que serão adicionadas à frota. Três quartos das adições às frotas cargueiras serão aviões comerciais reformados. Até 2024, 725 novos aviões de carga serão entregues. O valor de todos os novos aviões de carga será de US\$ 155 bilhões, em dólares de 2004.



3.1.2.3.3 Embraer Market Outlook

O mercado mundial de aviões regionais (*commuters*) pode ser dividido em função do tipo de motor utilizado: jato ou turboélice. Atualmente, 92% das encomendas de aeronaves nesse segmento, considerando o mercado mundial, são de aviões a jato, contra 8% de turboélices.

A principal concorrente da Embraer no segmento de *commuters* atualmente é a Bombardier. É importante destacar que as configurações das aeronaves regionais nas duas principais empresas são muito parecidas, conforme pode se verificar na Tabela 3.3. Fatores como número de assentos e velocidade de cruzeiro não se modificam drasticamente entre um modelo e outro. Entretanto, apresentam inovações incrementais relacionadas ao consumo de combustível, ao conforto e à segurança, que garantem a diferenciação do produto. As maiores diferenças com relação a autonomia, velocidade e consumo de combustível, são encontradas quando se compara um jato regional com um turboélice.

TABELA 3.3

Aviões Regionais: Descrição dos Modelos

Empresa/Modelo	Passageiros	Alcance	Velocidade de Cruzeiro
Embraer			
ERJ 145	50	3.093 km	833 km/h
170	70	3.889 km	870 km/h
190	98	4.260 km	870 km/h
Bombardier			
CRJ 200	50	3.713 km	860 km/h
CRJ 700	70	3.120 km	829 km/h
CRJ 900	86	2.774 - 3.566 km	850 - 881 km/h

Fontes: Dados da Embraer e da Bombardier.



Nos últimos anos, a Embraer vem apresentando um ganho de competitividade que pode ser comprovado pelo aumento de seu *market share* a partir de 1995, conforme a Tabela 3.4 e os Gráficos 3.24, 3.25 e 3.26.

TABELA 3.4
Pedidos da Embraer 2000-2006

Aviação Comercial						
Pedidos Firmes						
Modelo de Aeronave	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Família ERJ 145	828	866	879	891	901	894
Embraer 170/190	120	112	118	245	343	427
Total	948	978	997	1136	1244	1321

Opções						
Modelo de Aeronave	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Família ERJ 145	408	361	352	502	336	228
Embraer 170/190	205	202	208	305	427	383
Total	613	563	560	807	763	611

Entregas						
Modelo de Aeronave	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Família ERJ 145	349	502	623	710	798	843
Embraer 170/190	0	0	0	0	46	92
Total	349	502	623	710	844	935

Pedidos Firmes em Carteira						
Modelo de Aeronave	2000	2001	2002	2003	2004	2005*
Família ERJ 145	479	364	256	181	103	51
Embraer 170/190	120	112	118	245	297	335
Total	599	476	374	426	400	386

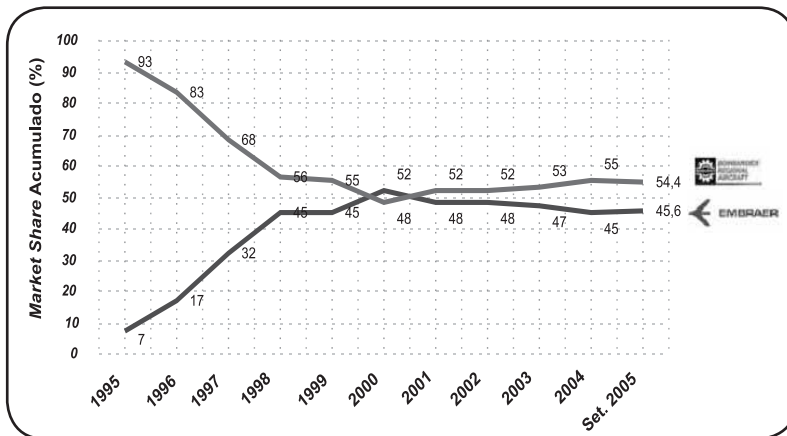
(*) Referente ao 3º Trimestre de 2005.

Fonte: Embraer (2006).



GRÁFICO 3.24

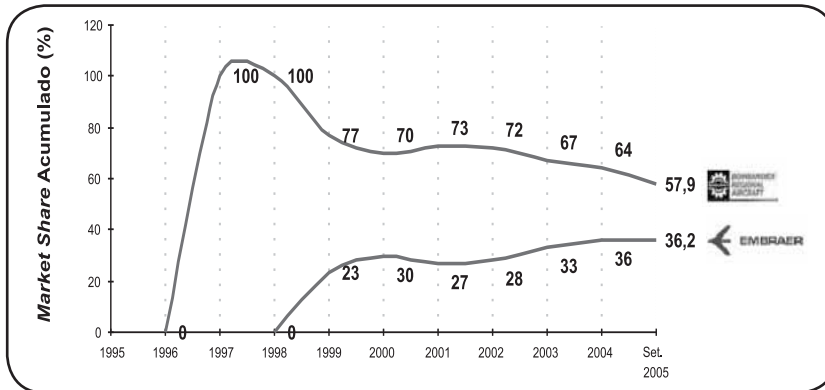
Evolução do Market Share no Segmento de 30 a 60 Assentos



Fonte: Embraer (2006).

GRÁFICO 3.25

Evolução do Market Share no Segmento de 61 a 90 Assentos

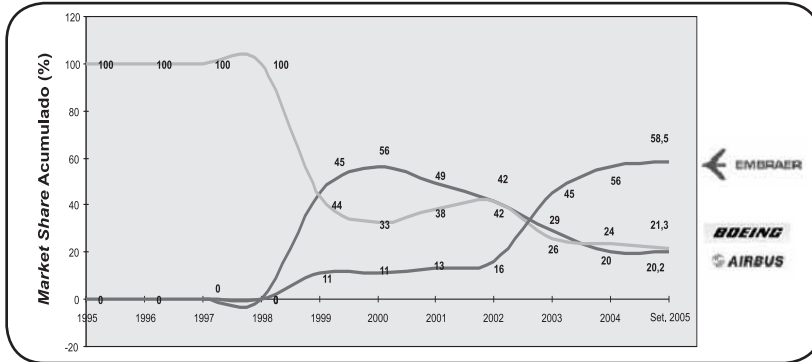


Fonte: Embraer (2006).



GRÁFICO 3.26

Evolução do Market Share no Segmento de 91 a 120 Assentos

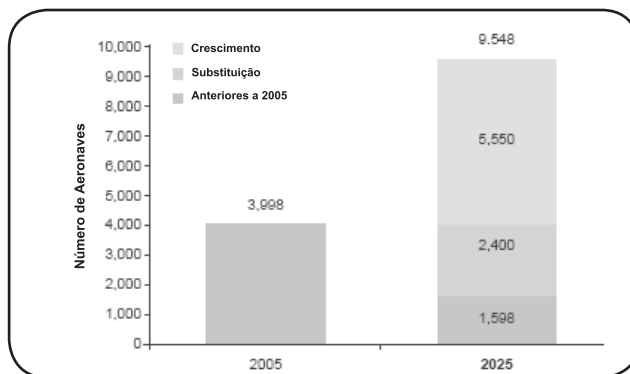


Fonte: Embraer (2006).

Para a Embraer, os jatos regionais têm importância crescente desde seu lançamento em 1992. As estimativas da empresa são apenas para aviões entre 30 e 120 lugares, divididos por segmentos. No segmento de aviões entre 30 e 60 assentos, ela prevê 1.550 novos equipamentos entre 2005 e 2024. Entre 60 e 90 assentos, serão 2.950 novos aviões até 2025; e com mais de 90 e menos de 120 assentos, 3.450 novas aeronaves.

GRÁFICO 3.27

Evolução do Market Share no Segmento de 30 a 120 assentos



Fonte: Embraer (2006).



De acordo com o Gráfico 3.27, a Embraer prevê que a frota em 2025 será composta de 9.548 aviões de 30 até 120 assentos, dos quais 7.950 são equipamentos novos. A Tabela 3.5 mostra essa divisão.

TABELA 3.5

Entrega de Aviões Regionais a Jato, por Número de Assentos (2006-2025)

Número de Assentos	2006-2015	2016-2025	2006-2025
30 a 60	500	1,050	1,550
61 a 90	1,300	1,650	2,950
91 a 120	1,550	1,900	3,450
Total	3,350	4,600	7,950

Fonte: Embraer (2006).

EUA, Caribe e Canadá, com destaque para os EUA, serão os maiores compradores desses aviões. Do total de 7.950 entre 30 e 120 lugares, 4.230 (53%) irão para essa região. O segundo maior comprador é a Europa, com 1.450 (17%) e em terceiro aparece a China, com 590 (8%) (ver Tabela 3.6 e Figura 3.10).

TABELA 3.6

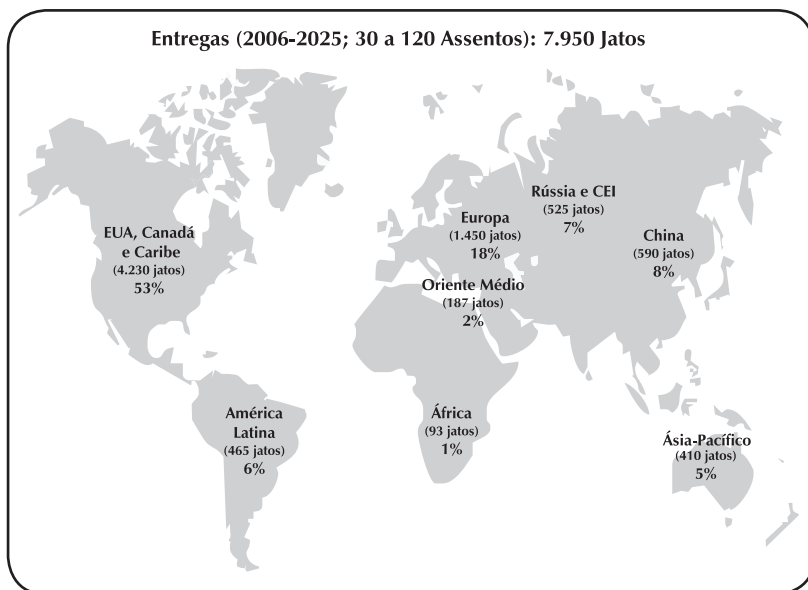
Entrega de Aviões Regionais a Jato – 30 a 120 Assentos – no Mundo (2006-2025)

Região	2006-2015	2016-2025	2006-2025
EUA, Canadá e Caribe	1,720	2,510	4,230 (53%)
América Latina	165	300	4,230 (6%)
Europa	630	820	1,450 (18%)
Rússia e CEI	290	235	525 (7%)
África	48	45	93 (1%)
Oriente Médio	87	100	187 (2%)
Asia-Pacífico	150	260	410 (5%)
China	260	330	590 (8%)
Mundo	3,350	4,600	7,950

Fonte: Embraer (2006).

FIGURA 3.10

Distribuição das Entregas de Aviões Regionais a Jato no Mundo (2006-2025)



Fonte: Embraer (2005).

3.1.3 Os Casos da China e da Rússia

Antes de entrarmos no item final desse resumo de estudos prospectivos, vale ressaltar algumas características encontradas nos mercados chinês e russo, dois dos países que devem mudar a face da indústria aeronáutica nos próximos anos.

3.1.3.1 China

O setor de aviação da China vem prosperando a taxas muito altas nos últimos anos e a demanda por novas rotas e aeronaves é crescente, assim como sua economia, como pode ser visto na Tabela 3.7.



TABELA 3.7

Evolução Recente do Mercado Chinês de Transporte Aéreo

Indicadores	2003	2004	2005
Passageiros (milhões)	87	120	144
Carga (milhões de toneladas)	2,22	2,73	3,36

Fonte: China Business (2006).

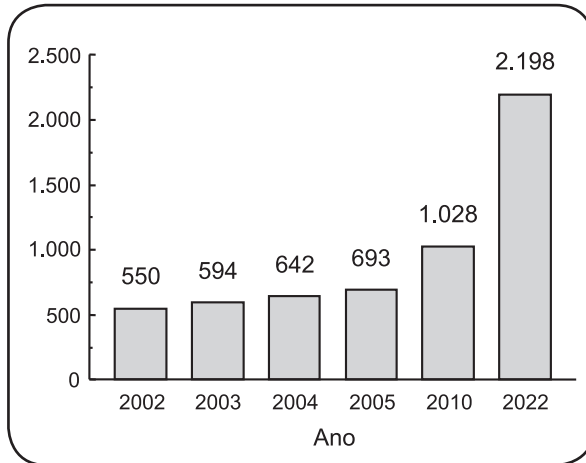
Um ato governamental de 2002 consolidou dez pequenas empresas de aviação em três grandes organizações, assim distribuídas:

- Air China, baseada em Pequim, representa a bandeira nacional operando 149 aeronaves incluindo 123 Boeing 737, 747, 757, 767 e 777 e 26 Airbus 319, 320 e 340.
- China Southern Airlines, baseada em Guangzhou, é a maior empresa de aviação chinesa, operando 184 aeronaves como: 91 Boeing 737, 747, 757 e 777; 40 Airbus 300, 319, 320, 321, e um conjunto de aeronaves da Embraer ERJ 145 e McDonnell Douglass MD-82 e MD-90.
- China Eastern Airlines, baseada em Xangai, opera 160 aviões, incluindo 44 Boeing 737 e 98 Airbus A320, 319, 310 e 300, bem como 18 McDonnell Douglass MD-11, MD-82 e MD-90 [US Commercial Service – Department of Commerce, EUA (2005)].

Houve um significativo aumento das rotas, passando de 1.176 em 2002 (1.015 domésticas e 161 internacionais) para 1.279 domésticas e 244 internacionais servindo 75 novos destinos em 2005. As perspectivas, como mostra o Gráfico 3.28, são de grande expansão até 2022.

GRÁFICO 3.28

Evolução do Número de Aeronaves na China, Previsão até 2022



Fonte: KPMG (2003).

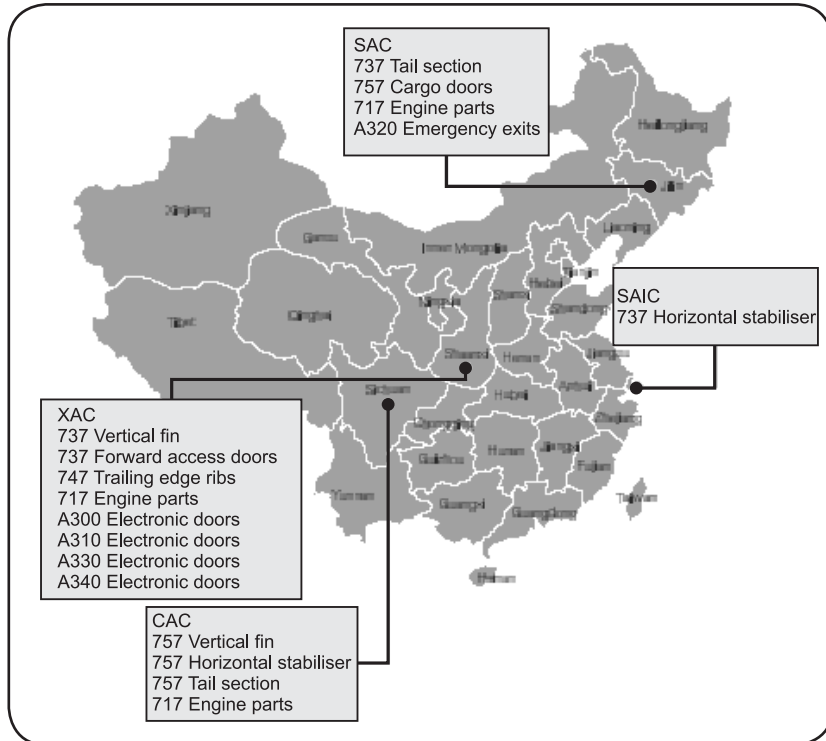
A expectativa de crescimento da frota chinesa é de 100 aeronaves por ano até 2020. A produção de aviões comerciais civis completos baseia-se, sobretudo, no ERJ 145, sob licença da Embraer, e no ARJ21 (jato de 70 a 90 assentos desenhado totalmente na China que, após alguns adiamentos, tem seu primeiro vôo previsto para 2008 e primeiro vôo comercial, para 2009). A China Aviation Industry Corporation (Caic) entregou a seus clientes, em 2005, 144 aeronaves, incluindo a exportação de 67 aeronaves para o Paquistão e o Egito.

No longo prazo, fabricar seus próprios aviões de passageiros de longo alcance para uso civil e militar é um dos propósitos listados nas necessidades do Departamento de Ciência e Tecnologia chinês. A localização da indústria de componentes é mostrada na Figura 3.11.



FIGURA 3.11

Localização da Produção de Componentes Aeronáuticos para Exportação na China (2003)

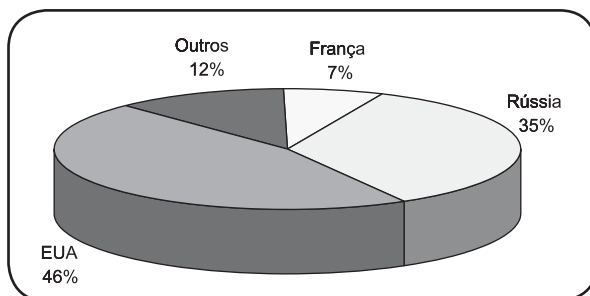


Fonte: KPMG (2004).

Atualmente, a China importa aeronaves e partes de várias regiões do mundo, como pode ser visto no Gráfico 3.29.

GRÁFICO 3.29

Origem das Importações Chinesas de Partes de Aeronaves, por País



Fonte: US Commercial Service – Department of Commerce – EUA (2005).

Com a expansão do tráfego aéreo, os aeroportos estão recebendo investimentos da Boeing, Airbus, Pratt & Whitney para desenvolver instalações de MRO (manutenção, reparos e revisão) de aeronaves. A China possui 142 aeroportos civis certificados e tem previsão de chegar a 186 em 2010.

3.1.3.2 Rússia

Assim como a China, a Rússia busca integrar e concentrar sua indústria aeronáutica, fundindo as principais empresas, proporcionando-lhes coordenação interna e ampliando-lhes as *interfaces* externas. O primeiro-ministro russo assinou, em fevereiro de 2006, um decreto criando a United Aircraft Building Corporation (UABC), que é uma consolidação das empresas aeronáuticas da Rússia, na qual o governo manterá 75% de participação.

A United Aircraft Building Corporation incluirá os principais construtores aeronáuticos da Rússia: Sukhoi Aviation Holding Company (Moscou), MiG Russian Plane Building Corporation (Moscou), Ilyushin Aviation Company, Tupolev Company (Moscou), Kazan Aviation Production Association, Komsomolsk-on-Amur Aviation Production Association, Nizhny Novgorod Aircraft Building Plant Sokol e Novosibirsk Aviation Production Association.



Com a criação de uma única empresa, espera-se concentrar as atividades de desenvolvimento, produção, venda, manutenção, modernização, reparos e reciclagem de equipamentos de aviação civil e militar. A expectativa é fabricar até 120 aeronaves por ano, contra as nove atuais, e atingir um retorno anual de cerca de US\$ 8,5 bilhões. A Tabela 3.8 traz uma análise da consolidação dos pólos industriais aeronáuticos na Rússia.

Como se vê, o processo de concentração econômica parece ser essencial para a competitividade nessa indústria, em âmbito global. A expectativa é ter, no futuro próximo, quatro grandes empresas globais produtoras de jatos regionais: além das já estabelecidas, uma russa e outra chinesa. A integração da produção civil militar é uma característica fundamental na estratégia de competitividade dessas organizações.

TABELA 3.8

Comparação Esquemática da Consolidação dos Pólos Industriais Aeronáuticos na Rússia

	Sukhoi	Irkut Alliance
Structure	Sukhoi Design Bureau, KnAAPO, NAPO, and Sukhoi Civil Aircrafts Company	Irkut Corporation, Yakovlev Design Bureau, Beriev Design Bureau, MiG Corporation and Sokol Aircraft Production Facility.
Pole Characteristic	Vertically integrated enterprise	An alliance of diverse economic entities united through participation in capital, technological interdependence, and personal ties among management personnel.
Origin of Development	Arose within framework of Russian Defense Industry Re-Structuring and Development Programs for the period 2002-2006	A “spontaneous” development and re-structuring within the Russian aircraft industry.
Corporate Form	100% state-owned Open Joint Stock Company	A combination of state entities (FSUEs), private and state-private enterprises.

continua



continuação

	Sukhoi	Irkut Alliance
Prospects	The injection of private capital while a controlling share block remains under state control is possible	Partnership between the state and private enterprise.
Current Product Range	Su-30MK, Be-103	Su-30MKI/MKM, Be-200, MiG-29SMT/M/M2/K, Yak-130.
Long Term Product Range	Su-35, RRJ, a project for the development of a perspective heavy class of fifth generation aircraft (PAK FA)	IRTA/MTA, a light class fifth generation fighter, a family of unmanned aerial vehicles, MS-21.
Elements of Strategic Development	To become the systems integrator for the Russian Regional Jet project, realization of the project for the development of a new generation combat aircraft complex (CAC)	Integration into the European aircraft-industry, participation in the European projects as subcontractor.
International Alliances	SNECMA, Thales, Alenia Aeronautica	EADS
Development Alternatives	1) Integration into UABC; or 2) Confirmation as independent element of the national aircraft industry.	1) Consolidation of the UABC on the basis of the corporations own personnel and organizational structure; or 2) Confirmation as the Russian partner in the creation of the international alliances, primarily with Airbus.
Strengths	High innovative potential	Wide experience in the application of modern business practice, diversified range of products, presence of special relations with EADS.
Weaknesses	High risks for realization of the perspective RRJ project	Main element in the alliance Irkut Corporation has heavy debt, possible conflicts between leaders of the alliance.

Fonte: Acare (2004b).



3.2 Síntese dos Estudos Prospectivos Tecnológicos com Priorização de Tecnologias

O estudo de prospecção tecnológica baseou-se na pesquisa de referências sobre as tecnologias críticas (*critical, enabling or key technologies*) para o futuro da indústria aeronáutica e na análise do resultado do monitoramento (*data e text mining*)⁵ do banco de patentes (base aeronáutica).

As principais referências consultadas foram geradas por renomadas instituições no cenário aeronáutico mundial, como: National Aeronautics and Space Administration (Nasa), National Research Council (NRC), Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (Acare), Federal Aviation Administration (FAA), US Department of Defense (DoD), American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) e American Society of Mechanical Engineers (Asme).

Também foram analisadas as informações fornecidas pelas áreas de pesquisa e tecnologia das duas maiores empresas aeronáuticas do mundo: Boeing e EADS.

Embora seja amplamente reconhecido que as políticas governamentais de apoio ao desenvolvimento tecnológico da indústria aeronáutica sejam um fator primordial para aumentar a sua competitividade, esse assunto não será aprofundado, dado seu foco principal ser a prospecção para identificação de tendências tecnológicas.

3.2.1 Tecnologias Avançadas para o Setor Aeronáutico

A indústria aeronáutica é altamente dependente de tecnologias avançadas. As empresas, para manter a competitividade, necessitam

⁵ *Data and text mining*, ou mineração de dados e texto, é uma técnica de avaliação prospectiva que permite, pela coleta de um vasto conjunto de informações (*papers*, patentes, bancos de dados), identificar tendências de acordo com padrões que podem ser minerados a partir das bases. No presente caso, o *text mining* utilizado baseou-se na identificação da frequência de palavras conjugadas, expurgados os termos irrelevantes. Para uma boa explicação da metodologia, ver Kostoff et al., *Text mining using database tomography and bibliometrics: a review. Technological Forecasting and Social Change*, 68, 2001.

de uma base tecnológica bem estabelecida, que permita desenvolver novos projetos que alcancem patamares de desempenho e segurança cada vez mais altos, mas, ao mesmo tempo, que minimizem os riscos da inovação e que mantenham os custos de produção em níveis aceitáveis.

Tanto nos EUA como na União Européia (EU), diversas instituições têm realizado trabalhos que orientam os investimentos em futuras tecnologias para o setor aeronáutico. Alguns dos mais relevantes são os da Nasa, do NRC, do Departamento de Defesa americano (DoD) e, principalmente, do Acare.

O Departamento de Defesa americano mantém uma Lista de Tecnologias Militares Críticas (MCTL), que identifica as tecnologias que irão permitir um avanço significativo de sua capacidade militar. Para os sistemas aeronáuticos, algumas das tecnologias listadas são: proteção contra radiações eletromagnéticas; integração da célula, da propulsão e dos sistemas de controle; *interface* dos sistemas de controle do motor (Fadec) e de controle de vôo; palhetas de turbina por fundição de cristal único (*single crystal cast*) e HMD (*Helmet Mounted Display*) de baixo peso.

Nos últimos anos, a Nasa tem analisado aspectos estratégicos das tecnologias aeronáuticas. Um exemplo recente (de 2003) é o documento de planejamento *Nasa Aeronautics Blueprint*. Os objetivos principais das pesquisas tecnológicas dessa organização, na área aeronáutica, são: a redução de ruído; a diminuição de emissões poluentes; a melhoria da segurança; e o aumento do desempenho por meio do uso de tecnologias avançadas. Exemplos de objetivos e soluções tecnológicas apresentados no *Nasa Blueprint* estão nas Figuras 3.12 e 3.13.



FIGURA 3.12

Exemplos de Objetivos e Tecnologias da Área Aeronáutica da Nasa

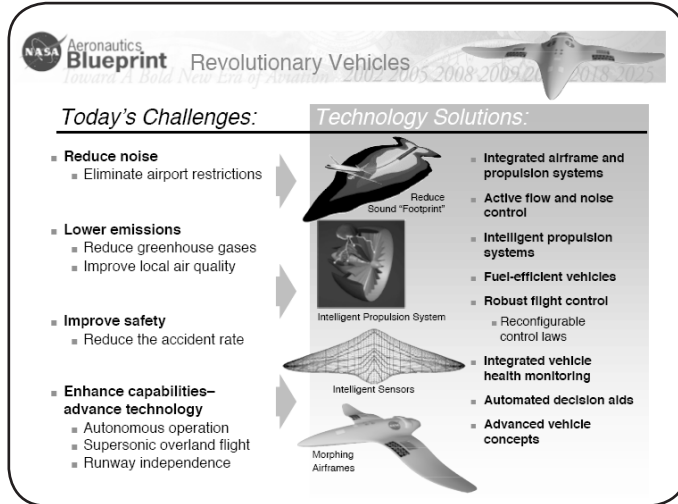
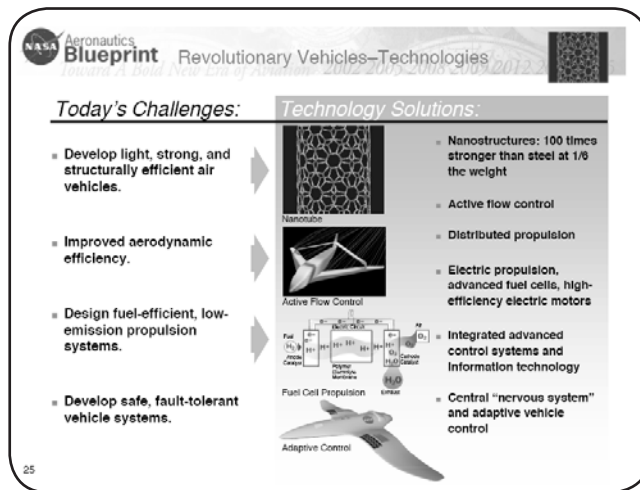


FIGURA 3.13

Exemplos de Objetivos e Tecnologias da Área Aeronáutica da Nasa (continuação)



Fonte: Nasa Aeronautics Blueprint (2003).



O Advisory Council for Aeronautics in Europe (Acare) é o órgão da UE responsável por estabelecer diretrizes e coordenar as pesquisas aeronáuticas realizadas pelas instituições governamentais, universidades e indústrias dos países europeus.

Segundo o relatório *A Vision for 2020*, elaborado em 2001 por um grupo de personalidades europeias do setor aeronáutico, a principal diretriz estratégica estabelecida para os programas de pesquisa aeronáuticos europeus é possibilitar que a UE conquiste, até 2020, a liderança mundial do setor aeronáutico, atualmente ocupada pelos EUA.

Esse relatório define objetivos gerais e específicos para o Sistema de Transporte Aéreo Europeu a serem alcançados até 2020. Os objetivos gerais resumem-se em implantar um sistema de transporte aéreo mais econômico, mais seguro, menos poluente e menos ruidoso (*more affordable, safer, cleaner and quieter*). Esse documento serviu de base para a elaboração da Strategic Research Agenda (SRA), em 2002, e sua atualização em 2004, publicadas também pelo Acare.

A SRA traça possíveis cenários e estabelece, para os países europeus, as diretrizes de pesquisa para o alcance de cinco objetivos a serem cumpridos até 2020:

- The Highly Customer-Oriented Air Transport System (transporte aéreo altamente orientado para o consumidor) – Privilegiar a conveniência e o conforto do cliente acima de todos os outros fatores.
- The Highly Time-Efficient Air Transport System – Reduzir tempos de produção e desenvolvimento de novos programas, eliminando desperdícios por meio de processos mais eficientes.
- The Highly Cost-Efficient Air Transport System – Adotar uma visão sistêmica da possibilidade de reduções fundamentais de custo.
- The Ultra Green Air Transport System – Favorecer a redução de impacto ambiental acima de todos os outros fatores.



- The Ultra Secure Air Transport System – Dar ênfase a todos os aspectos que proporcionem um sistema de transporte aéreo mais seguro.

Para o cumprimento desses objetivos, serão necessárias alterações substanciais em diversos segmentos do sistema de transporte aéreo – companhias aéreas, aeroportos, aeronaves, controle de tráfego aéreo, áreas de manufatura e a infra-estrutura de pesquisa. Nos objetivos específicos, serão instituídas metas quantitativas e qualitativas, apresentadas a seguir.

Preço e Qualidade

- Reduzir preço das passagens.
- Mais opções aos passageiros.
- Aperfeiçoar o transporte de carga.
- Criar uma cadeia de fornecedores competitiva a fim de reduzir à metade o *time-to-market*.

Meio Ambiente

- Reduzir o consumo de combustível e as emissões de CO₂ em 50%.
- Reduzir o ruído externo perceptível em 50%.
- Reduzir as emissões de NOx em 80%.
- Reduzir substancialmente o impacto ambiental da produção do avião, de sua manutenção e de seu descarte.



Segurança (Safety)

- Reduzir em 80% a taxa de acidentes.
- Minimizar os erros humanos e suas conseqüências.

Eficiência do Sistema de Transporte Aéreo

- Triplicar o número de passageiros e tráfego aéreo até 2020, em relação ao ano 2000.
- Reduzir o tempo de espera no aeroporto para 15 minutos em rotas curtas e 30 minutos em rotas longas.
- Operar com atraso máximo de 15 minutos para 99% dos pousos e decolagens.

Segurança (Security)

- Eliminar a possibilidade de seqüestros de aeronaves e de ações hostis ao sistema de navegação aéreo.

O segundo volume da SRA relaciona as tecnologias que deverão ser desenvolvidas para o cumprimento das metas. Essas tecnologias são agrupadas por: Gerenciamento do Tráfego Aéreo (Air Traffic Management – ATM) e Aeroportos e Aeronaves. Em função da grande quantidade de informações (são diversas tabelas), no Quadro 3.1, a seguir, apresentamos uma síntese das áreas tecnológicas que vêm sendo priorizadas por estudos prospectivos e em que ponto da cadeia deve se dar seu impacto (se na construção de aviões, na organização de aeroportos, ou no gerenciamento de tráfego).



QUADRO 3.1

Áreas Tecnológicas de Pesquisa

Área Tecnológica	ATM	Aeroporto	Avião
Flight Physics	-	-	X
Aero-structures	-	-	X
Propulsion	-	-	X
Aircraft Avionics Systems & Equipment	X	X	X
Flight Mechanics	X	-	X
Integrated Design & Validation (method & tools)	X	X	X
Air Traffic Management	X	X	X
Airports	-	X	-
Human Factors	X	X	X
Innovative Concepts & Scenarios	X	X	X

Fonte: Aclare (2004).

No Anexo 2 há uma tabela com as referidas tecnologias, que pode ser utilizada como um exemplo razoavelmente abrangente de identificação de tecnologias aeronáuticas avançadas.

3.2.2 A Estratégia Tecnológica da Boeing

A unidade de pesquisa e desenvolvimento avançado da Boeing é a Phantom Works. Para melhor abordar o amplo espectro de necessidades tecnológicas das unidades de negócio da empresa (comercial, defesa e comunicações), a Phantom Works é dividida em equipes responsáveis pela pesquisa de sistemas avançados e pela pesquisa de tecnologias avançadas. As equipes de sistemas avançados enfocam novas oportunidades de negócios. Já as de tecnologias avançadas se concentram em prover novas tecnologias de engenharia, informação e fabricação necessárias a todas as unidades da Boeing.

Nas atividades dessas equipes, as soluções inovadoras pesquisadas pela Phantom Works visam às necessidades de curto e médio prazos das unidades de negócios da Boeing e, também, às necessidades de longo prazo para a empresa manter a competitividade.



Para as necessidades de curto e médio prazos, os principais focos da Phantom Works são:

- Sistemas avançados para plataformas (por exemplo: novas configurações de aeronaves, sistemas de sensores, *software*, sistemas de gerenciamento de falhas, operações autônomas).
- Materiais, estruturas e tecnologias para fabricação (por exemplo: processos de fixação e montagem, materiais compostos, materiais para altas temperaturas, estruturas integradas).
- Processos e ferramentas eficientes e enxutos (*lean*) para o desenvolvimento de projetos.
- Atividades de apoio logístico e de serviços.
- Operação de sistemas centrados em redes (*centric networks*) (por exemplo: arquitetura comum de informação e comunicação).
- Um exemplo de novas configurações de aeronaves que estão sendo pesquisadas é a Blended-Wing-Body (BWB), em que a fuselagem se incorpora à asa, formando uma estrutura única (Figura 3.14). A BWB melhora de modo significativo as características aerodinâmicas (maior sustentação com menor arrasto) e a redução do peso estrutural. Por outro lado, cria desafios na área de controles de voo. Além da Boeing, outras organizações no mundo estão pesquisando a BWB.

Outros exemplos de tecnologias atualmente em desenvolvimento na Boeing são as antenas *phased array*, para radares de varredura eletrônica, visando à aplicação no sistema MILSTAR de comunicações militares por satélite, e os modelos de análise de delaminação de materiais compostos, para aplicação no projeto estrutural da nova aeronave Boeing 787 (Figura 3.15).

O próprio desenvolvimento do 787, anteriormente denominado 7E7, é um importante exemplo de adoção de tecnologias avançadas pela Boeing, como a fabricação de grandes seções da fuselagem como peças integrais de material composto.



FIGURA 3.14

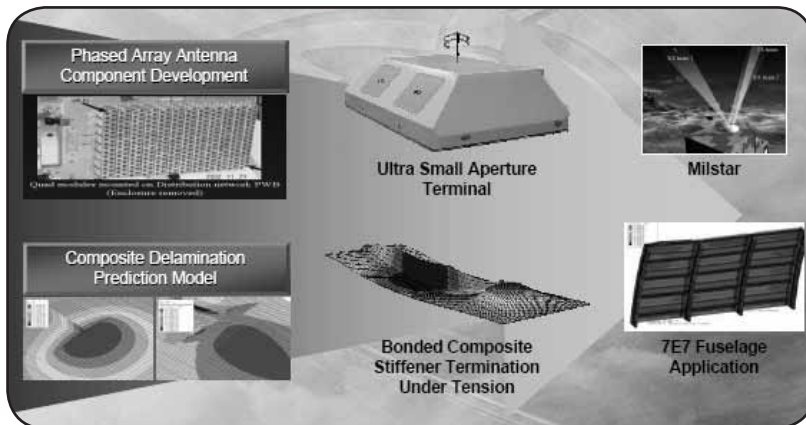
Configuração *Blended-Wing-Body* (BWB)



Fonte: <http://www.boeing.com/commercial/cmo/highlights.html>.

FIGURA 3.15

Exemplos de Novas Tecnologias na Boeing – Antenas *Phased Array* e Modelos de Análise de Delaminação de Materiais Compostos



Fonte: <http://www.boeing.com/commercial/cmo/highlights.html>.



Nos médio e longo prazos, a Phantom Works trabalha com tecnologias capacitadoras (*enabling technologies*), geralmente classificadas em categorias como: matemática, computação, sistemas inteligentes, estruturas multifuncionais, materiais e processos avançados.

Para um futuro mais distante, as pesquisas são dirigidas para conceitos de novas fronteiras, que não estão selecionados nos planejamentos de longo prazo das unidades da Boeing, mas cujo potencial de crescimento é significativo. Um exemplo desses conceitos futurísticos é o sistema de transporte pessoal envolvendo carros voadores com piloto automático e um sistema de controle de tráfego aéreo avançado.

Além da Phantom Works, a Boeing inaugurou, na última década, centros de pesquisa, tecnologia e desenvolvimento na Europa: um em Madri e dois em Moscou. A unidade de pesquisa e tecnologia em Madri está voltada para temas como meio ambiente, segurança, confiabilidade e controle de tráfego aéreo. Exemplos de projetos de pesquisa realizados em Madri são de tecnologias para diminuição de ruído e tecnologias de células a combustível (*fuel cells*) para uso como unidades de potência auxiliar (APU) de aeronaves.

Um dos centros em Moscou trabalha em conjunto com institutos de pesquisas russos em áreas como aerodinâmica e mecânica dos fluidos computacional. O outro atua no projeto de peças e estruturas para aeronaves comerciais.

A Boeing também tem mantido acordos de cooperação tecnológica com instituições de pesquisa governamentais, universidades e empresas de vários países, abrangendo áreas como controle ativo de fluxo (*active flow control*), mecânica dos fluidos computacional, acústica e veículos aéreos não tripulados (UAV). Um exemplo de colaboração com outras empresas avançadas são as tecnologias de automação de fabricação em conjunto com a Siemens, empresa alemã do setor elétrico e eletrônico.

Todo esse esforço empreendido pela Boeing no desenvolvimento de novas tecnologias é essencial para preservar sua liderança na indústria, apesar da crescente ameaça que a Airbus representa.



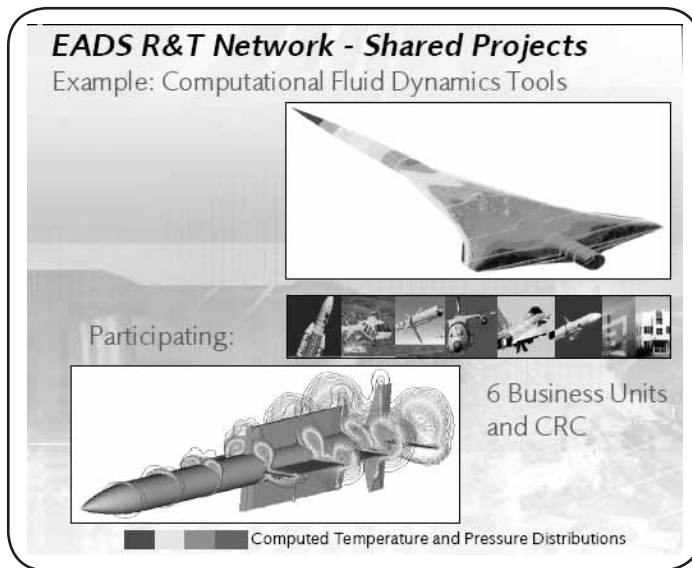
3.2.3 A Estratégia Tecnológica da EADS

A European Aeronautic Defence and Space (EADS) é a segunda maior empresa do setor aeronáutico mundial, atrás apenas da Boeing, e possui cinco divisões: Airbus, Military Transport Aircraft, Aeronautics (fora Airbus e Military Transport Aircraft), Defence and Civil Systems e Space. A Airbus, segunda maior fabricante mundial de aviões comerciais, é responsável por mais de 60% do faturamento da EADS.

Os trabalhos de pesquisa e de tecnologias da EADS são realizados em conjunto pelas unidades de negócio de suas divisões e pelo seu Centro de Pesquisas (Corporate Research Center – CRC), instalado na França e na Alemanha. Um exemplo de projeto conjunto do CRC com as unidades de negócios é o desenvolvimento de ferramentas para mecânica dos fluidos computacional (Figura 3.16).

FIGURA 3.16

Ferramentas de Mecânica dos Fluidos Computacional na EADS



Fonte: <http://www.airbus.com>.



As competências principais do CRC estão agrupadas nas seguintes áreas tecnológicas:

- Materiais, Processos e Fabricação Avançada.
- Engenharia de Estruturas e Acústica.
- Microsistemas, Eletrônica e Processamento de Imagens.
- Engenharia de Sistemas e Sistemas de Controle Ambiental.
- Tecnologia da Informação Aplicada à Engenharia e Gestão do Conhecimento.
- Normas, Patentes e Estratégia de Propriedade Intelectual.

A EADS promoveu, em 2003, o seminário “Technology Days”, sobre tecnologias avançadas, no qual foram apresentados alguns dos tópicos de interesse do setor aeronáutico da empresa:

- métodos avançados de fabricação de estruturas em material composto;
- ferramentas computacionais para modelagem de compatibilidade eletromagnética;
- ferramentas computacionais e sensores para diagnóstico de manutenção;
- sistema com sensor a laser para detecção de turbulências e *wind-shear*;
- sistema de navegação durante o táxi da aeronave no aeroporto;
- sistemas elétricos para atuação de controles de aeronaves comerciais;
- proteção da aeronave contra raios;



- helicópteros com capacidade de operar em qualquer tempo (*all-weather*);
- microveículos aéreos não tripulados;
- veículos aéreos não tripulados para missões militares de reconhecimento;
- simulação de atividades de manutenção em ambiente virtual; e
- processo de soldagem *friction stir*.

Essa relação demonstra o foco das pesquisas em tecnologias aeronáuticas pela EADS.

3.3 Estudo de Patentes: Tendências Tecnológicas para o Setor Aeronáutico

Nesta seção, apresentamos um vasto levantamento de informações via monitoramento de patentes em diversas bases de dados tecnológicos. As discussões contempladas nesse processo de *data and text mining* (mineração de informações) foram realizadas com a ajuda de especialistas do CTA (Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial) e focalizam patentes da área aeronáutica depositadas por 13 empresas e patentes relacionadas a sete sistemas e processos aeronáuticos.

Foram selecionadas as maiores empresas do setor, além dos parceiros de risco da Embraer que possuem patentes no escritório americano. Os sistemas foram priorizados de acordo com a metodologia de impactos técnico-econômicos, que consiste em avaliar a importância relativa dos sistemas aeronáuticos segundo critérios de natureza técnica e econômica.⁶ Cada sistema foi avaliado em cada um dos crité-

⁶ Os critérios adotados foram os seguintes: nível atual de internalização no país; potencial de agregação de valor; viabilidade técnica (capacidade existente no Brasil); potencial de geração de empregos; potencial de redução de custos de transação da cadeia; capacidade de criação de novas competências no país; potencial para absorção de tecnologias críticas; nível de investimento necessário para internalização; exigência de escala de produção.

rios segundo uma escala de Likert de cinco pontos.⁷ Esta avaliação foi realizada por pessoal especializado da Embraer, do IFI/CTA e da AIAB (Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil). Foram escolhidos os sistemas e processos mais bem classificados nas avaliações dos respondentes dessas três organizações, a saber: Aviónica, Engenharia, Fabricação de Peças, Produção e Projeto de Ferramental, Matéria-Prima, Propulsão, *Software*.

3.3.1 Mineração de Informações Tecnológicas Presentes em Patentes

Os documentos de patentes contêm grande quantidade de informações úteis para a prospecção tecnológica. Pela própria lógica do monopólio outorgado ao detentor de uma novidade tecnológica (normalmente o inventor), ele é obrigado a revelar e divulgar os detalhes de sua invenção. Por meio do registro da patente, a proteção é garantida por 20 anos, ao mesmo tempo em que a descrição da tecnologia se torna pública e disponível no documento de patente. No entanto, além do detalhamento da tecnologia em si, um documento de patente contém outras informações também proveitosas para a prospecção. São elas:

1. as datas de depósito e aprovação da patente;
2. o nome e o endereço dos autores;
3. o nome e o endereço da pessoa jurídica detentora da patente;
4. a classificação temática em uma ou mais categorias aceitas internacionalmente (IPC – International Patent Classification) ou localmente (por exemplo: US Classification);

⁷ Os sistemas utilizados foram: estrutura, propulsão, combustível, controle, trem de pouso, aviónica, comunicação, anemométrico, ar-condicionado, iluminação, interiores, água, detritos, hidráulica, pneumático, elétrico, pressurização. Os processos analisados foram: pesquisa de mercado, ensaios, engenharia, detalhamento, produção e projeto de ferramental, fabricação de peças, *software*, *hardware*, matéria-prima, tratamento térmico, proteção superficial, pintura, montagem, armazenagem e movimentação de materiais, rastreabilidade e controle de configuração, certificação e garantia do produto.



5. a descrição do estado da arte;
6. as patentes antecessoras que sustentam o estado da arte;
7. a bibliografia da pesquisa atual no tema;
8. a justificativa de como e por que existe novidade na tecnologia patenteada; e
9. os requerimentos de proteção.

Essas informações podem ser examinadas por diferentes ângulos e com objetivos distintos. Pode-se, por exemplo, inferir a estratégia de P&D de uma grande empresa, descobrir as tendências de um setor, identificar a vocação tecnológica de uma cidade ou país, pesquisar a trajetória de uma nova tecnologia etc.

Na pesquisa sobre o Adensamento da Cadeia Aeronáutica no Brasil, as informações de patentes foram empregadas com caráter exploratório, com foco nas principais empresas do setor e nos sistemas que compõem a tecnologia aeronáutica atual. Para isso, foram escolhidos 13 empresas, 7 sistemas e as patentes depositadas até 2006 (ver Tabelas 3.9 e 3.10).

TABELA 3.9
Empresas Selecionadas e Número de Patentes

Empresa	Número de Patentes
The Boeing Company	2.829
EADS	154
Lockheed Martin Corporation	1.789
United Technologies Corporation	5.002
Northrop Grumman Corporation	1.330
Honeywell International Inc.	2.184
Bombardier Inc.	568
General Dynamics Corporation	104
BAE Systems Plc	440

continua

continuação

Empresa	Número de Patentes
Kawasaki	40
Hamilton Sundstrand Co.	128
Parker Hannifin Co.	397
Airbus	456

Fonte: Elaboração própria, com base em dados do USPTO.

Uma síntese dos resultados da prospecção de patentes nas 13 empresas e nos 7 sistemas selecionados encontram-se nos Anexos 3 e 4.

TABELA 3.10

Sistemas Selecionados e Números de Patentes

Sistemas	Número de Patentes
Aviônica	247
Engenharia	1.040
Fabricação de peças	13.400
Produção e projeto de ferramental	1.363
Matéria-prima	25.181
Propulsão	236
Software	3.750

As buscas na base de patentes foram fundamentadas em tecnologias envolvidas em diferentes sistemas e processos. A Tabela 3.11 apresenta os dois conjuntos. Vale ressaltar que vários sistemas foram descritos, mas somente os sete primeiros foram explorados, dada a sua prioridade.

TABELA 3.11

Sistemas, Processos e Tecnologias Identificados como Prioritários

Sistemas	Tecnologias
Engenharia (priorizada)	Multidisciplinary Design Optimization Computational Fluid Dynamics (CFD) Aeroacoustics Active Structures with Embedded Sensors Structural Health Monitoring and Diagnostics All-Electric Systems Unmanned Aerial Vehicles (UAV)
Propulsão (priorizada)	Full Authority Digital Engine Control (Fadec) Oil-Free Engine Noise and Emission Reduction Fuel-Cells APU
Aviônica (priorizada)	Distributed Computer Architecture Common Core Cockpit and Flight Control Systems with Programmable Functionality All-Weather Synthetic Vision Digital Terrain Recognition Electromagnetic Radiation Hardening High-Density Data Storage Fail-Safe Avionics
Software (priorizado)	Simulation and Modeling High Performance Computing Computer-Aided Software Engineering (CASE) Safety Critical Applications Software Decision support using artificial intelligence Augmented Reality Virtual Aircraft
Matéria-prima (priorizada)	Composite Materials (Prepreg, Carbon Fiber) High Strength Composites Metal-Ceramic Nano-Structured Materials Nanotubes Composites

continua

continuação

Sistemas	Tecnologias
Fabricação de peças (priorizada)	Large Composite Structures Highly-Automated Manufacturing Milling Machine with 5 Axes Multitask Machine Tools Advanced Cutting Techniques (Water Jet, Laser Beam, Electron Beam) Superplastic Forming
Produção e projeto de ferramental (priorizados)	Rapid Prototyping Manufacturing Robotic Production High Speed Machining Coordinate Measuring Machine Laser Location Systems
Controle (comandos de voo)	Active Control Reconfigurable and Adaptive Flight Controls Fault Tolerant Systems Propulsion/Flight Control Integration Flight Load-limiting Automatic Systems Fly-by-Wire Fly-by-Light
Combustível	Alcohols (Ethanol and Methanol) Cryogenic Fuels (Methane and Hydrogen) Low Emission Fuels
Comunicação	High Bandwidth Data Link Satellite Communications Secure Communications Network (Encryption, Frequency Hopping) Centric Networks
Proteção superficial	Corrosion Protection Coating Materials Surface Treatment
Pintura	Plastic Coating New Painting Techniques Paintless Aircraft

continua



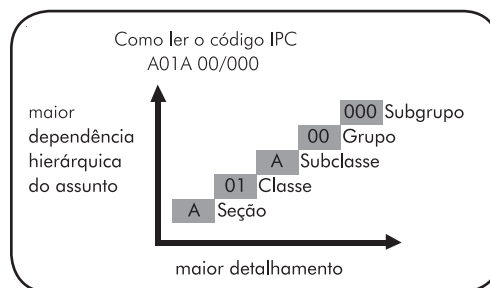
continuação

Sistemas	Tecnologias
Montagem	Highly Automated Assembly (Robots) and Quality Assurance Advanced Joining Technologies Friction Stir Welding Pressure Bonding Structural Adhesives
Armazenamento e movimentação de materiais	Composite Materials Storage (Cold Climate Storage for Prepreg)
Rastreabilidade/controle de configuração	Traceability Software Configuration Control Software

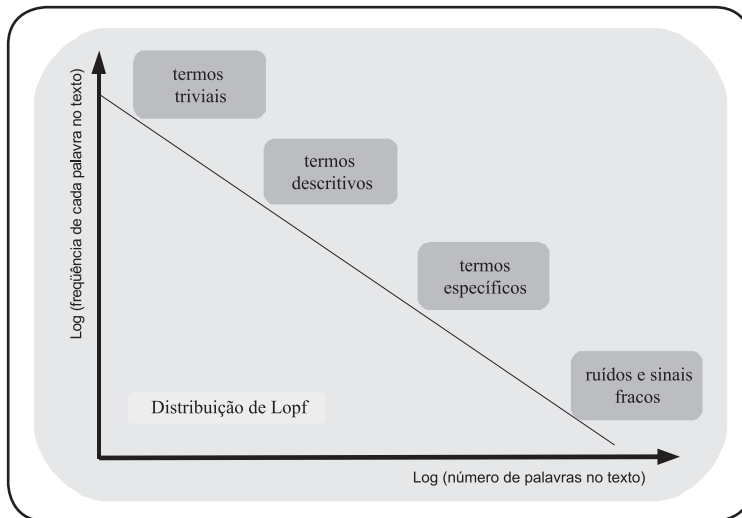
Fonte: Elaboração própria, com base em dados do USPTO.

As análises das patentes de cada um desses dois conjuntos de informações (patentes por empresas e por sistemas) estão estruturadas em três partes:

- Evolução Temporal do Resultado de P&D – Obtida com base na quantidade de patentes depositadas anualmente pelas empresas ou nos temas definidos pelos sistemas escolhidos.
- Descrição Temática IPC – Obtida com base nas frequências de ocorrência dos códigos classificadores da Classificação Internacional de Patentes (IPC 8.ed – <http://www.wipo.int/classifications/ipc>). Um código IPC contém cinco níveis hierárquicos, segundo o esquema a seguir. A descrição temática via IPC tem a vantagem de usar como referência um indexador universal, atribuído às patentes pelos analistas, e não pelos depositantes. Por outro lado, a classificação em códigos IPC é voltada ao uso das tecnologias e muitas vezes é insuficiente para descrever a tecnologia.



- Descrição Temática Textual – Obtida pela mineração textual realizada diretamente no corpo das patentes, incluindo os campos de “Requerimentos”, “Título” e “Resumo da Invenção”. É realizada uma mineração exploratória, com a construção de vetores de palavras, isto é, uma lista ordenada com os termos que mais se repetem no conjunto de patentes analisado.



Na mineração de texto, os termos triviais são excluídos, e a relação das palavras mais frequentes contém os “termos descritivos” do discurso, segundo a Distribuição de Lopf. O mesmo vale para os pares de palavras mais presentes. Este último formato amplifica a aproximação semântica do conteúdo do discurso e, no caso, de sua porção descritiva.

A Descrição Temática Textual complementa a descrição via IPC, uma vez que apresenta como características, por um lado, a possibilidade de se obterem indicações precisas a respeito do conteúdo tecnológico de um conjunto de patentes, e, por outro, a inexistência de indexadores fixos para orientar a análise. Logo, a análise temática do conteúdo tecnológico das patentes deve ser realizada por meio do exame simultâneo das duas frentes de mineração da informação. Resumimos, a seguir, algumas conclusões:



- A Boeing apresenta, no período 1990-2005, três fases em relação a patentes. A primeira, de 1990 a 1994, com 112 patentes em média (decrecente no período). A segunda, de 1995 a 2000, com 170 patentes em média. Finalmente, a terceira fase, de 2001 a 2004, com 311 patentes. Nota-se, portanto, um expressivo aumento do número de patentes depositadas pela Boeing nos últimos anos.
- O número de patentes depositadas pela Airbus aumentou a partir de 2000, passando de uma média de 18 patentes, no quinquênio 1995-1999, para 54, no quinquênio 2000-2004.
- O perfil de patenteamento da EADS não é bem definido. Após 2000, nota-se, entretanto, o depósito de 143 patentes ao todo. Embora a distribuição no tempo seja irregular, a EADS tem, entre 2000 e 2005, cerca de 24 patentes em média nos últimos seis anos.
- A BAE Systems tem um surto de patentes entre 1999 e 2003, saindo de uma média de pouco mais de 6 patentes/ano no quinquênio 1994-1998, para mais de 75 em média, entre 1999 e 2003. Não se sabe ao certo se essa tendência é sustentada no longo prazo. Há sinais de redução do patenteamento a partir de 2004.
- A Dassault tem um comportamento mais ou menos regular no período em análise. Com poucas patentes, a empresa oscila entre 14 e 2 patentes ao ano. Não se notam tendências de crescimento no período recente. Ao contrário, houve uma redução a partir de 1999.
- A UTC revela queda acentuada do número de patentes a partir de 1994 (243 patentes) até somente uma patente em 2005 (queda constante).
- O perfil de patenteamento da General Dynamics é irregular, embora os números sejam relativamente modestos. De um pico de mais de 35 patentes por ano, no início do período (1990 e 1991), em vários momentos de redução na faixa de 3 a 7 patentes em pelo menos quatro anos do período, a empresa vem apresentando, nos últimos sete anos, uma média de 20 patentes por ano.



- Na Hamilton Sundstrand, houve um surto importante de novas patentes a partir de 1998. São cerca de 20 patentes no período de 1998 a 2003, contra uma média de duas patentes/ano no período 1994-1997.
- A Honeywell está entre as empresas que apresentaram um perfil de explosão do número de patentes. Entre 1990 e 1996, a empresa havia acumulado um total de 17 patentes. No período de 1997 a 2004, o número total subiu para 2.168 patentes, uma média de 271 patentes/ano.
- A Lockheed Martin é outra dessas empresas que passaram a patentear em grande escala. De um total de 41 patentes entre 1990 e 1994, passou para 1.759 patentes no total, uma média de 160 patentes/ano.
- A Northrop Grumman também passou a patentear em grande escala. De um total de 53 patentes no período 1990-1994, passou para 1.277 patentes no total, alcançando a média de 116 patentes/ano.
- Na Kawasaki Aeronáutica há um número relativamente reduzido de patentes anuais, oscilando entre 1 e 7 patentes no período em análise.
- A Parker, no período 1990-1995, apresenta número constante de patentes, em torno de 15 por ano. A partir de 1996, há um crescimento aparentemente sustentado, com média de 34 patentes/ano.

Perfil de patenteamento

- Crescimento explosivo: BAE; Honeywell; Lockheed; Northrop.
- Crescimento expressivo: Boeing; EADS; Airbus; Hamilton; Parker.
- Redução: UTC e General Dynamics.



Síntese tendências – patentes

- Aumento quase generalizado de patentes a partir de 1999; entretanto, não se pode afirmar que esse crescimento seja exclusivo do setor.
- Houve, praticamente em todos os setores, um fenômeno de aumento do patenteamento, que tanto pode prosseguir quanto estabilizar; retroceder é difícil.

3.4 Estudo de Competências

Apresentam-se, a seguir, os principais resultados da investigação quanto à competência em aeronáutica no país, com base em um levantamento realizado na Plataforma Lattes do CNPq – mais precisamente, no Diretório dos Grupos de Pesquisa.

Tomando-se como princípio esse levantamento, foram feitas análises sobre as instituições que possuem grupos de pesquisa relacionados a esse tema e correlatos, como o número de pesquisadores por instituição e Estado da Federação, o número de grupos por Grandes Áreas e Áreas do Conhecimento, e cruzamentos entre estes.

A concepção do banco de dados a partir do recorte do Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma foi pautada na busca textual pelo Censo 2004. Esse sistema de busca permite realizar o levantamento por cinco entradas: grupos de pesquisa; linhas de pesquisa; pesquisadores; estudantes; produção de C,T&A. Para fins deste estudo, adotou-se a entrada “grupos de pesquisa”. Em seguida, fez-se a busca nos seguintes campos:

- nome do grupo;
- nome da linha de pesquisa;
- título da produção de C,T&A, palavra-chave da produção;
- repercussão do grupo;

- palavra-chave da linha de pesquisa;
- referência bibliográfica.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chave, na busca realizada na temática deste estudo (aeronáutica):

- aeroespacial;
- aeronáutica;
- aviação;
- avião;
- aviônica; e
- controle de vôo.

Por esse método, foram obtidos 708 grupos de pesquisa no país relacionados ao tema aeronáutica. Após esse primeiro levantamento, foi feita uma varredura a fim de eliminar grupos que não estivessem relacionados direta ou indiretamente com a temática do estudo e refinar a análise e o universo do estudo em questão (ver Tabela 3.12).

TABELA 3.12

Ocorrência de Grupos de Pesquisa por Palavra-Chave

Palavra-Chave	Busca Bruta
Aeroespacial	105
Aeronáutica	180
Aviação	148
Avião	69
Aviônica	4
Controle de vôo	202
Total	708

Fonte: Elaboração própria, com base no DGP/PL, Censo 2004.



A partir do processo de depuração, chegou-se a 206 grupos de pesquisa, dos quais 155 estão mais estreitamente (ou de forma direta) relacionados com o tema aeronáutico (Engenharia Mecânica, por exemplo) e outros 51 grupos estão ligados a temas correlatos ou relacionados de forma indireta com o tema (Economia, por exemplo).

Esses 206 grupos de pesquisa, ao descreverem suas linhas de pesquisa na Plataforma Lattes, podem indicar mais de uma palavra-chave para identificá-las. Com isso, no presente estudo, tem-se que um grupo de pesquisa pode atuar em mais de um tema envolvendo as seis palavras-chave selecionadas. Um exemplo é o Grupo de Estudos em Ciência Aeroespacial da PUC-RS, cujas linhas de pesquisa se enquadram em quatro das seis palavras-chave: aeroespacial, aeronáutica, aviação e controle de vôo. É importante esclarecer esse ponto, pois, por meio desse sistema, pode-se ter uma idéia clara das competências existentes no país no campo da aeronáutica. Assim, os 206 grupos identificados pelas seis palavras-chave são, na verdade, 276 ocorrências com, portanto, dupla contagem de grupos de pesquisa. A Tabela 3.13 apresenta ocorrência de grupos de pesquisa antes e depois da depuração e aqueles mais e menos diretamente relacionados à aeronáutica.

TABELA 3.13

Grupos de Pesquisa Relacionados Direta e Indiretamente com o Tema Aeronáutica após a Depuração e Ocorrência de Grupos de Pesquisa a Partir de Busca Bruta e Palavras-Chave Selecionadas

Palavra-chave	Relação			Busca Bruta
	Direta	Indireta	Total	
Aeroespacial	59	10	69	105
Aeronáutica	68	22	90	180
Aviação	23	18	41	148
Avião	15	3	18	69
Aviônica	4	0	4	4
Controle de vôo	41	13	54	202
Total	210	66	276	708

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.



Com base nos dados da Tabela 3.13, é possível perceber que os grupos de pesquisa encontrados via palavra-chave “aviônica” estão 100% relacionados com o tema aeronáutica. Em seguida, aparecem “aeroespacial” (mais de 65%, sendo a maioria de forma direta, ou seja, 59 grupos de pesquisa), “aeronáutica” (50%, a maioria também de forma direta – 68 grupos com relação direta e 22 com relação indireta). Já em “aviação” e “controle de vôo”, a relação muda um pouco. Para “aviação”, 26% dos grupos de pesquisa (ou seja, 18 sobre 69 grupos) têm relação direta (15 grupos) e indireta (3 grupos) com o tema. O mesmo ocorre com “controle de vôo” – também 26% (ou seja, dos 202 grupos de pesquisa levantados num primeiro momento, somente 54 apresentam alguma relação com o tema aeronáutica, e de forma direta somente 41 grupos).

A relação, portanto, entre a pesquisa bruta e a pesquisa depurada em número de ocorrências é a seguinte:

- Aeroespacial = 65%
- Aeronáutica = 50%
- Aviação = 26%
- Aviônica = 100%
- Controle de vôo = 26%

3.4.1 Análise de Competência do Tema Aeronáutica

Considerando os grupos diretamente relacionados com a temática do estudo (ou seja, 155 grupos de pesquisa), foi feita uma segunda análise a partir de planilhas Excel e extraíram-se indicadores interessantes a respeito dos quais se destacam os seguintes aspectos:

- **Grupos de Pesquisa por Instituição**

Por meio da ferramenta do Excel, Relatório de Tabela e Gráfico Dinâmicos, obteve-se uma contagem simples de grupos por instituição na área de interesse (ver Tabela 3.14).



O CTA (com 22 grupos) destaca-se nesse universo de 155 grupos de pesquisa, que contém ainda outras quatro instituições que possuem dez ou mais grupos envolvidos em temas próximos à aeronáutica: UFRJ – 16 grupos; ITA – 14; Inpe – 13; e USP – 10. Considerando-se que o ITA faz parte do CTA, essa instituição torna-se ainda mais importante, com 36 grupos de pesquisa. Também chama a atenção a diversidade de instituições que possuem grupos envolvidos com o tema – são 45 universidades e instituições de pesquisa distintas.

TABELA 3.14

Número de Grupos de Pesquisa por Instituição

Instituição	Número
Centro Técnico Aeroespacial – CTA	22
Univ. Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	16
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA	14
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe	13
Univ. de São Paulo – USP	10
Univ. Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp	8
Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN	5
Univ. Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	5
Pontifícia Univ. Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio	4
Univ. Estadual de Campinas – Unicamp	4
Univ. Federal de São Carlos – UFSCAR	4
Univ. Federal Fluminense – UFF	4
Univ. Federal de Santa Catarina – UFSC	3
Univ. Federal do Paraná – UFPR	3
Univ. Luterana do Brasil – Ulbra	3
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Cefet/MG	2
Pontifícia Univ. Católica de Minas Gerais – PUC-Minas	2
Pontifícia Univ. Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS	2
Univ. Estadual de Londrina – UEL	2
Univ. Federal da Bahia – UFBA	2
Univ. Federal de Ouro Preto – Ufop	2

continua



continuação

Instituição	Número
Univ. Federal de Pernambuco – UFPE	2
Univ. Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	2
Centro de Pesquisas Renato Archer – Cenpra	1
Fund. Centro Tecnológico de Minas Gerais – Cetec	1
Fundação Univ. Federal do Rio Grande – Furg	1
Laboratório Nacional de Computação Científica – LNCC	1
Pontifícia Univ. Católica do Paraná – PUC-PR	1
Univ. de Brasília – UNB	1
Univ. de Passo Fundo – UPF	1
Univ. de Taubaté – Unitau	1
Univ. do Estado de Santa Catarina – Udesc	1
Univ. do Vale do Paraíba – Unvap	1
Univ. Federal de Itajubá – Unifei	1
Univ. Federal de Juiz de Fora – UFJF	1
Univ. Federal de Minas Gerais – UFMG	1
Univ. Federal de Pelotas – UFPEL	1
Univ. Federal de São João del-Rei – UFSJ	1
Univ. Federal de Uberlândia – UFU	1
Univ. Federal de Viçosa – UFV	1
Univ. Federal do Ceará – UFC	1
Univ. Federal do Pará – UFPA	1
Univ. Federal do Rio Grande do Norte – UFRN	1
Univ. Tuiuti do Paraná – UTP	1

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

• **Mestres e Doutores por Instituição**

Da mesma forma que o item anterior, procedemos a uma soma simples do número de mestres e doutores por grupos de pesquisa, por instituição (ver Tabela 3.15).

São 1.450 pessoas envolvidas nos 155 grupos de pesquisa. CTA e ITA, como se podia esperar, aparecem nas primeiras posições em



número de pessoal com pós-graduação em assuntos relativos à aeronáutica – mais de 420 pesquisadores somente nessas duas instituições.⁸ Também se sobressaem os seguintes estabelecimentos: UFRJ, USP, Unesp, Inpe e CNEN. A primeira instituição fora das regiões Sul e Sudeste que apresenta um número significativo de mestres e doutores relacionados ao tema é a UFBA, com 20 pesquisadores.

TABELA 3.15

Número de Doutores e Mestres nos Grupos de Pesquisa por Instituição

Instituição	Número
Centro Técnico Aeroespacial – CTA	215
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA	207
Univ. Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	165
Univ. de São Paulo – USP	105
Univ. Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp	103
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe	93
Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN	78
Univ. Federal de São Carlos – UFSCAR	48
Univ. Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	45
Pontifícia Univ. Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio	36
Univ. Federal Fluminense – UFF	26
Univ. Federal da Bahia – UFBA	20
Univ. Luterana do Brasil – Ulbra	20
Pontifícia Univ. Católica de Minas Gerais – PUC-Minas	19
Univ. Federal do Paraná – UFPR	18
Centro de Pesquisas Renato Archer – Cenpra	17
Univ. Federal de Pernambuco – UFPE	16
Univ. Federal de Santa Catarina – UFSC	16
Univ. Federal de Ouro Preto – Ufop	14
Pontifícia Univ. Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS	13

continua

⁸ Já o número zero de mestres e doutores para o LNCC deve estar relacionado ao incompleto preenchimento do formulário da Plataforma Lattes.

continuação

Instituição	Número
Univ. Federal de Viçosa – UFV	13
Univ. Federal do Ceará – UFC	13
Pontifícia Univ. Católica do Paraná – PUC-PR	12
Univ. do Estado de Santa Catarina – Udesc	11
Univ. Estadual de Campinas – Unicamp	11
Univ. Estadual de Londrina – UEL	11
Univ. Federal de Uberlândia – UFU	11
Univ. Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR	11
Univ. Federal de São João del-Rei – UFSJ	10
Univ. de Brasília – UNB	9
Univ. de Taubaté – Unitau	8
Univ. Federal de Minas Gerais – UFMG	8
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – Cetec	7
Univ. Federal do Rio Grande do Norte – UFRN	7
Univ. Federal de São João del-Rei – UFSJ	6
Fundação Univ. Federal do Rio Grande – Furg	5
Univ. de Passo Fundo – UPF	5
Univ. do Vale do Paraíba – Univap	5
Univ. Federal do Pará – UFPA	4
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Cefet/MG	3
Univ. Federal de Itajubá – Unifei	3
Univ. Tuiuti do Paraná – UTP	2
Univ. Federal de Pelotas – UFPEL	1

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

- **Grupos de Pesquisa nas Grandes Áreas e Áreas do Conhecimento**

Seguindo a classificação da Plataforma Lattes quanto às Grandes Áreas e Áreas do Conhecimento às quais um grupo se autot classifica, percebe-se que as Engenharias, como era de esperar, se sobressaem nas Grandes Áreas do Conhecimento (ver Tabelas 3.16 e 3.17), tanto



antes como depois da depuração, seguidas pelas Ciências Exatas e da Terra. Também após a depuração, essas duas Grandes Áreas são responsáveis por 97,4% do total dos grupos relacionados ao tema, constando também dois grupos das Ciências Sociais Aplicadas e um das Ciências Agrárias e outro das Ciências da Saúde (Tabela 3.17). Antes da depuração, surgiram muitos grupos de Ciências Humanas e de Ciências Biológicas (ver Tabela 3.16) que foram eliminados durante o processo de varredura por não terem vínculo com o tema em questão.

TABELA 3.16

Número de Grupos de Pesquisa por Grande Área do Conhecimento, antes da Depuração

Grande Área	Total
Engenharias	242
Ciências Exatas e da Terra	102
Ciências Humanas	87
Ciências Sociais Aplicadas	87
Ciências Biológicas	67
Ciências da Saúde	60
Ciências Agrárias	54
Linguística, Letras e Artes	9
Total	708

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

TABELA 3.17

Número de Grupos de Pesquisa por Grande Área do Conhecimento, Pós-Depuração

Grande Área	Total
Engenharias	121
Ciências Exatas e da Terra	30
Ciências Sociais Aplicadas	2
Ciências Agrárias	1
Ciências da Saúde	1
Total	155

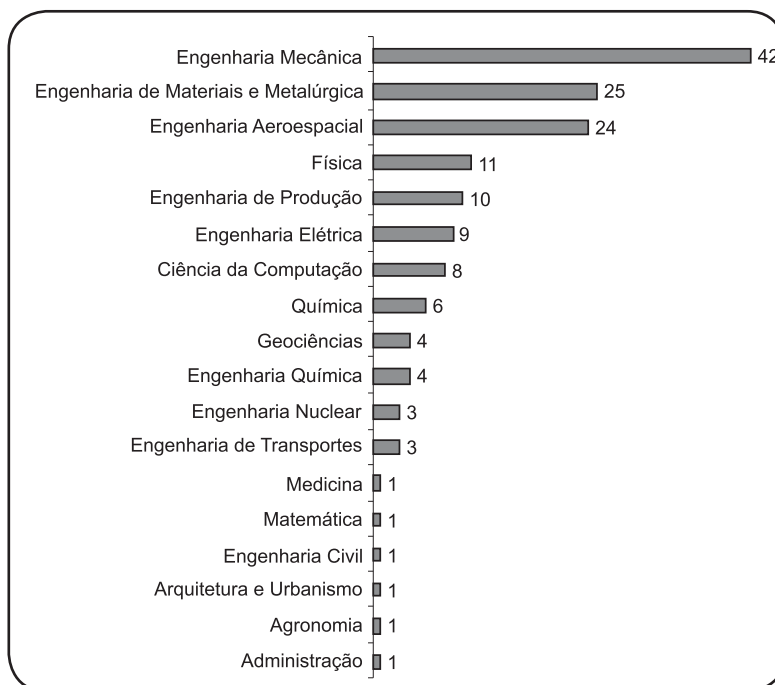
Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.



As Engenharias Mecânica, de Materiais e Metalúrgica, e Aeroespacial, aparecem como as Áreas do Conhecimento com o maior número de grupos de pesquisa, conforme se vê no Gráfico 3.30.

GRÁFICO 3.30

Número de Grupos de Pesquisa por Área do Conhecimento



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

É interessante analisar quão representativos são os grupos de pesquisa mais estreitamente relacionados com o tema (Gráfico 3.30) no total cadastrado no Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes e que se autotomizam como Engenharia Mecânica, de Materiais e Metalúrgica, Aeroespacial, de Produção, Elétrica, de Transporte (todas fazem parte da Grande Área do Conhecimento denominada Engenharias), além de Ciência da Computação e Física (ambas da Grande Área do Conhecimento denominada Ciências Exatas e da Terra). A Tabela 3.18 mostra o número total de grupos de pesquisa



nessas áreas do conhecimento. Assim sendo, do total de 2.474 grupos de pesquisa em áreas do conhecimento estreitamente relacionadas com o tema aeronáutica, 132 estão fortemente relacionados, ou seja, 5,3%.

TABELA 3.18

Número Total de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes por Áreas do Conhecimento Selecionadas

Áreas do Conhecimento	Total de Grupos
Engenharia Mecânica	278
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	274
Engenharia Aeroespacial	41
Engenharia de Produção	219
Engenharia Elétrica	447
Engenharia de Transportes	30
Ciência da Computação	548
Física	637
Total	2.474

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

De forma mais detalhada, dos 278 grupos de Engenharia Mecânica cadastrados, 42 (25%) trabalham com assuntos relacionados ao tema aeronáutico. A porcentagem mais alta entre os grupos cadastrados e os grupos de pesquisa relacionados com o tema aeronáutica está, como se podia esperar, em Engenharia Aeroespacial – 58,5%. Depois de Engenharia Mecânica, com 15%, as outras áreas do conhecimento apresentam porcentagem inferiores: Engenharia de Transporte – 10%; e Engenharia de Materiais e Metalúrgica – 9%; e Ciência da Computação e Física com as relações mais baixas.

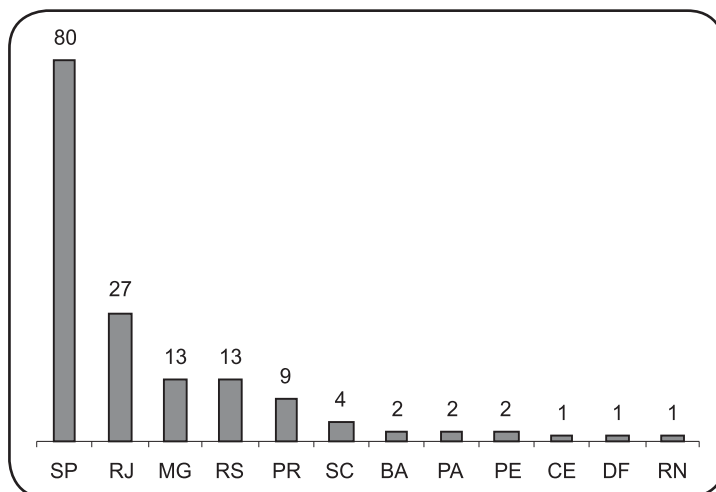
• **Grupos de Pesquisa por Unidade da Federação (UF)**

São Paulo destaca-se fortemente com 80 grupos. Nota-se uma concentração de grupos de pesquisa envolvidos com o tema em um número relativamente baixo de Unidades da Federação (12) – menos da metade do total de estados brasileiros, e, em seis deles, o número de grupos é baixo – estados com um ou dois grupos somente (ver Gráfico 3.31).



GRÁFICO 3.31

Número de Grupos de Pesquisa por UF



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

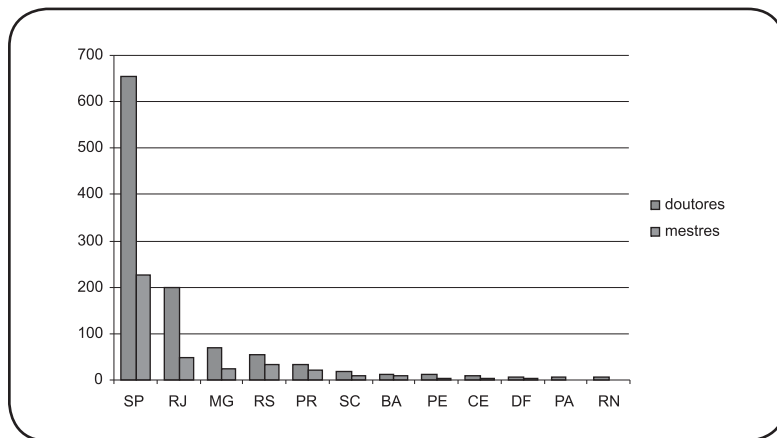
- **Mestres e Doutores por UF**

Nesse caso, a concentração se repete, porém de forma ainda mais intensa – são mais de 850 pesquisadores com grau de doutorado e mestrado nos grupos identificados em São Paulo. O segundo estado com maior número de pesquisadores é o Rio de Janeiro, com pouco mais de 200, ou seja, uma distância bastante significativa de São Paulo. Excetuando-se Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná, os números nos demais estados são bastante baixos (ver Gráfico 3.32).



GRÁFICO 3.32

Número de Mestres, Doutores e Total de Pesquisadores nos Grupos de Pesquisa, por UF



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

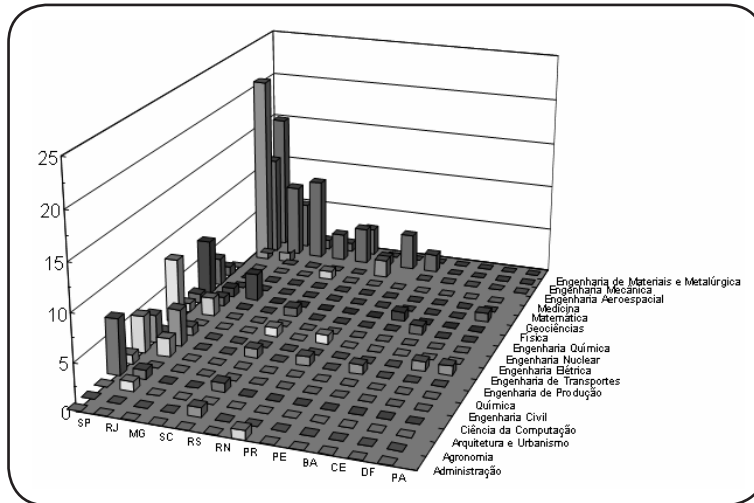
• Grupos de Pesquisa por Área do Conhecimento por UF

Tomando-se, agora, as Áreas do Conhecimento e UF (Gráfico 3.33), agrupam-se as informações já vistas, ou seja, a concentração do número de grupos de pesquisa nas Engenharias: ao todo são 90 grupos em Mecânica, Materiais e Metalúrgica, e Aeroespacial, e outros 30 grupos em outras Engenharias. Entre os estados, como vimos, sobressai-se São Paulo.



GRÁFICO 3.33

Número de Grupos de Pesquisa por Área do Conhecimento e por UF



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

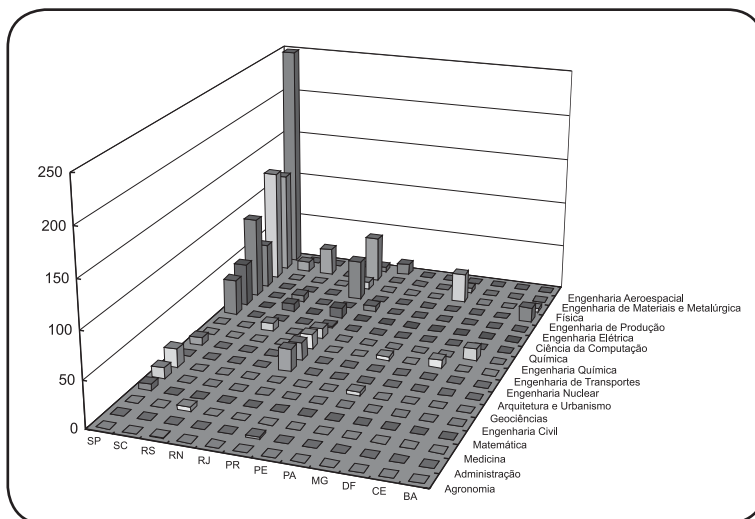
- **Mestres e Doutores (Pesquisadores) por Área do Conhecimento por UF**

Sobressaem-se mais uma vez as Engenharias Mecânica, Aeroespacial e de Materiais e Metalúrgica quanto ao número de pesquisadores com grau de doutorado e mestrado, entre os 1.450 pesquisadores que compõem os 155 grupos de pesquisa. Chamam também a atenção as áreas de Física, Engenharia de Produção e Engenharia Elétrica e, num patamar mais baixo, a Engenharia de Transportes. São Paulo é o estado com maior número de mestres e doutores – numa proporção 49% maior que os demais estados juntos – nos grupos de pesquisa de áreas afins à aeronáutica (ver Gráfico 3.34).



GRÁFICO 3.34

Número de Pesquisadores por Área do Conhecimento e por UF



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

3.4.2 Análise dos Grupos em Áreas Correlatas

A análise dos grupos de pesquisa em áreas correlatas também permite extrair alguns indicadores interessantes para este estudo, assim como para futuras políticas públicas e/ou estratégias de empresas.

- **Grupos de Pesquisa por Instituição**

Foram identificados 51 grupos de pesquisa em 31 instituições e, nesse caso, o maior número de grupos por instituição é 4, frente a 22 no conjunto de grupos de áreas com maior afinidade à aeronáutica, como mostra a Tabela 3.19. Vale ressaltar que, portanto, são ao todo 56 instituições de pesquisa e ensino distintas que possuem alguma afinidade com a temática deste estudo.



TABELA 3.19

Número de Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas, por Instituição

Instituição	Total
Fundação Getúlio Vargas – SP – FGV-SP	4
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp	4
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA	3
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS	3
Universidade de São Paulo – USP	3
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp	3
Universidade de Brasília – UNB	2
Universidade de Fortaleza – Unifor	2
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos	2
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR	2
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	2
Universidade Presbiteriana Mackenzie – Mackenzie	2
Centro de Tecnologia Mineral – Cetem	1
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ	1
Centro Técnico Aeroespacial – CTA	1
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe	1
Museu de Astronomia e Ciências Afins – Mast	1
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP	1
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR	1
Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc	1
Universidade do Vale do Itajaí – Univali	1
Universidade Estadual do Ceará – Uece	1
Universidade Federal da Bahia – UFBA	1
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG	1
Universidade Federal de Itajubá – Unifei	1
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG	1
Universidade Federal de Pelotas – UFPEL	1
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC	1
Universidade Federal do Maranhão – UFMA	1
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	1
Universidade Federal Fluminense – UFF	1
Total	51

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.



- **Mestres e Doutores por Instituição**

A USP destaca-se de forma evidente, apresentando, em relação à FGV-SP, o dobro de pesquisadores nas áreas correlatas. São 743 pesquisadores envolvidos nos 51 grupos de pesquisa (ver Tabela 3.20). Somando-se a esse número os 1.450 envolvidos com os 155 grupos de pesquisa mais diretamente relacionados com o tema, chega-se a quase 2.200 pesquisadores que trabalham com temáticas sensíveis à aeronáutica.

TABELA 3.20

Número de Mestres e Doutores nos Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas por Instituição

Instituição	Total
Universidade de São Paulo – USP	159
Fundação Getúlio Vargas – SP – FGV-SP	70
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp	58
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Unesp	49
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe	29
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC	29
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR	28
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG	27
Universidade de Fortaleza – Unifor	25
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ	22
Universidade Federal de Pelotas – UFPEL	21
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG	21
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA	19
Universidade Federal da Bahia – UFBA	18
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR	17
Centro de Tecnologia Mineral – Cetem	16
Universidade Presbiteriana Mackenzie – Mackenzie	15
Museu de Astronomia e Ciências Afins – Mast	14
Universidade de Brasília – UNB	14
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP	12
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos	12
Centro Técnico Aeroespacial – CTA	11
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ	9
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUC-RS	9

continua



continuação

Instituição	Total
Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc	8
Universidade do Vale do Itajaí – Univali	8
Universidade Estadual do Ceará – Uece	8
Universidade Federal de Itajubá – Unifei	6
Universidade Federal Fluminense – UFF	6
Universidade Federal do Maranhão – UFMA	5
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS	4
Total	743

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

- **Grupos de Pesquisa e Grandes Áreas e Áreas do Conhecimento (Áreas Correlatas)**

Seguindo a classificação da Plataforma Lattes quanto às Grandes Áreas e Áreas do Conhecimento às quais o Grupo se autocalifica, percebe-se que as Ciências Sociais Aplicadas sobressaem-se com 21 grupos, seguidas pelas Engenharias (14), Ciências Exatas e da Terra (11) e, por fim, pelas Ciências Humanas – com cinco grupos de pesquisa, como mostra a Tabela 3.21.

TABELA 3.21

Número de Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas por Grande Área do Conhecimento

Grande Área	Total
Ciências Sociais Aplicadas	21
Engenharias	14
Ciências Exatas e da Terra	11
Ciências Humanas	5
Total	51

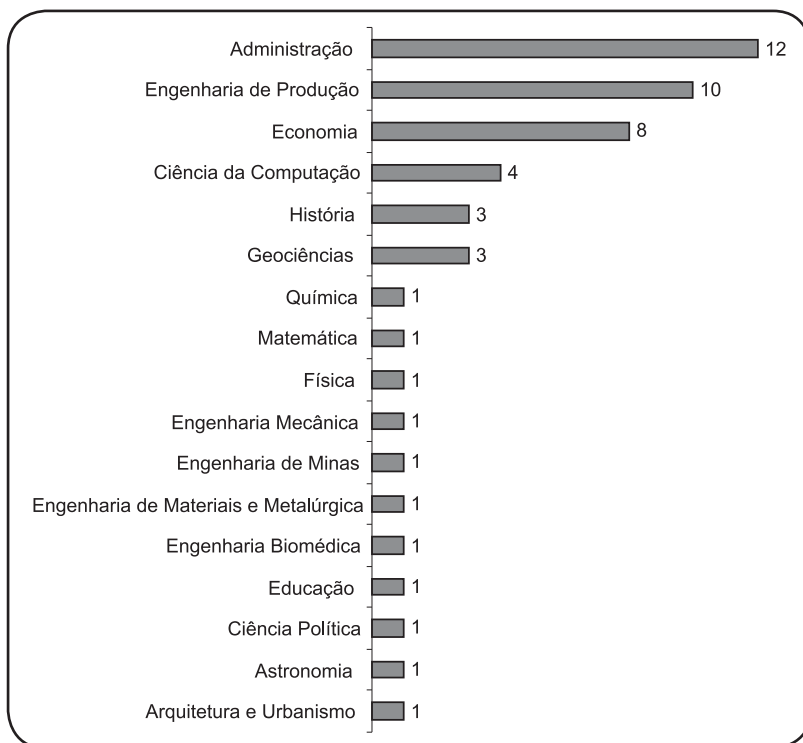
Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

No caso das Áreas do Conhecimento, seguindo a ordem anteriormente vista das Grandes Áreas, destacam-se Administração (12 grupos), Economia (8 grupos) e Engenharia de Produção (10 grupos), como demonstrado no Gráfico 3.35.



GRÁFICO 3.35

Número de Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas por Área do Conhecimento



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

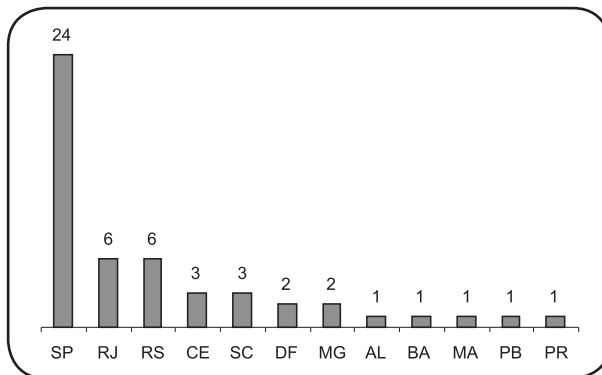
- **Grupos de Pesquisa por UF em Áreas Correlatas**

Novamente São Paulo se sobressai, com um número um pouco menor de grupos de pesquisa (24) que a soma dos outros 11 estados da Federação (ver Gráfico 3.36).



GRÁFICO 3.36

Número de Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas por UF



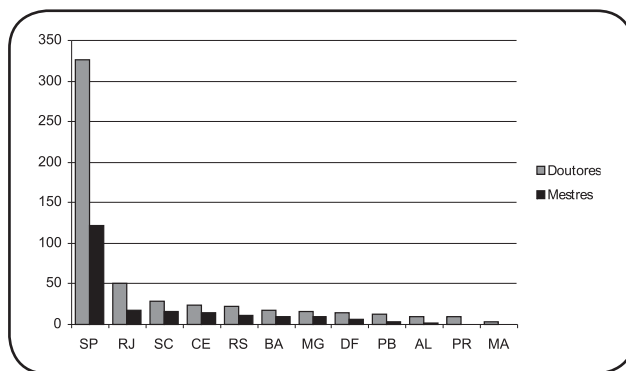
Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

- **Mestres e Doutores por UF em Áreas Correlatas**

Com o número de mestres e doutores, a situação é semelhante ao de grupos de pesquisa em áreas com maior afinidade com a aeronáutica, como pode ser visto no Gráfico 3.37.

GRÁFICO 3.37

Número de Mestres, Doutores e Total de Pesquisadores nos Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas por UF



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.



- **Grupos por Área do Conhecimento por UF em Áreas Correlatas**

Como vimos anteriormente, Administração de Empresas e Economia (em Ciências Sociais Aplicadas) e Engenharia de Produção (nas Engenharias) são as áreas do conhecimento com maior número de grupos de pesquisa. São Paulo é a UF que se destaca – em praticamente todas as áreas há grupos em São Paulo, especialmente nessas três, além da Ciência da Computação (três dos quatro grupos que aparecem na amostra), como demonstra a Tabela 3.22.

TABELA 3.22

Número de Grupos de Pesquisa em Áreas Correlatas, por Área do Conhecimento e por UF

Área	AL	BA	CE	DF	MA	MG	PB	PR	RJ	RS	SC	SP	Total
Administração			1					1		3	1	6	12
Arquitetura e Urbanismo												1	1
Astronomia												1	1
Ciência da Computação											1	3	4
Ciência Política										1			1
Economia			1	1					2			4	8
Educação									1				1
Engenharia Biomédica						1							1
Engenharia de Materiais e Metalúrgica												1	1
Engenharia de Minas									1				1
Engenharia de Produção					1	1			2		1	5	10
Engenharia Mecânica												1	1
Física			1										1
Geociências	1						1					1	3

continua



continuação

Área	AL	BA	CE	DF	MA	MG	PB	PR	RJ	RS	SC	SP	Total
História				1						2			3
Matemática												1	1
Química		1											1
Total	1	1	3	2	1	2	1	1	6	6	3	24	51

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

• Mestres e Doutores por Área por UF em Áreas Correlatas

Nesse caso, a Engenharia de Produção apresenta um número de pesquisadores (252) maior que o de Administração (146), seguida pela Economia (91), com grande concentração em São Paulo – 464 dos 758 pesquisadores da amostra como se pode ver na Tabela 3.23.

TABELA 3.23

Número de Pesquisadores em Áreas Correlatas por Área do Conhecimento e por UF

Área	AL	BA	CE	DF	MA	MG	PB	PR	RJ	RS	SC	SP	Total
Administração			15					16		15	8	92	146
Arquitetura e Urbanismo												7	7
Astronomia												17	17
Ciência da Computação											8	42	50
Ciência Política										4			4
Economia			10	5					16			60	91
Educação									14				14
Engenharia Biomédica						19							19
Engenharia de Materiais e Metalúrgica												6	6
Engenharia de Minas									15				15
Engenharia de Produção					5	6			21		29	191	252

continua



continuação

Área	AL	BA	CE	DF	MA	MG	PB	PR	RJ	RS	SC	SP	Total
Engenharia Mecânica												10	10
Física			8										8
Geociências	21						27					11	59
História				9						6			15
Matemática												13	13
Química		17											17
Total	21	17	33	14	5	25	27	16	66	25	45	449	743

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

3.4.3 Breves Considerações

O país possui um número expressivo de grupos de pesquisa e de pesquisadores em áreas sensíveis à aeronáutica, número esse capaz de promover um processo de adensamento da cadeia produtiva em âmbito local. São 206 grupos de pesquisa com afinidades na área e que podem contribuir para a efetivação de uma política dessa envergadura.

Um próximo passo da pesquisa ora iniciada poderia averiguar com mais detalhamento o perfil desses grupos de pesquisa e analisar quais são as áreas a que se dedicam, o que apontaria nossos pontos fortes e fracos.⁹ Um dos trabalhos interessantes seria o levantamento de grupos de pesquisa nessas subáreas para se certificar da competência instalada no país em relação à aeronáutica.

De todo modo, do total de grupos cadastrados na Plataforma Lattes em áreas do conhecimento mais afins com o tema aeronáutica (foram selecionadas oito áreas totalizando 2.474 grupos), 5,3% dos grupos têm relação com o tema em questão. Uma das metas a serem alcançadas poderia ser buscar ampliar essa proporção, o que assinalaria a maior competência do país em aeronáutica.

⁹ Da forma como está estruturada a Plataforma Lattes, o levantamento de grupos de pesquisa requer um trabalho bastante dedicado. Informações mais detalhadas de cada um dos grupos de pesquisa exigiria um esforço ainda maior, o qual poderia ser facilitado caso a estrutura da Plataforma Lattes possibilitasse outras formas de busca.



Um dos aspectos mais interessantes da análise feita recai sobre a concentração dos grupos de pesquisa no estado de São Paulo. Naturalmente, esse fato tem sua razão de ser – é em São Paulo que se localiza a maior empresa de aviação do país, o que faz com que o empresariado e as instituições que desenvolvem pesquisa básica e aplicada gravitem em torno dela. Na verdade, a história dessa indústria passa pela região de São José dos Campos, em São Paulo, local onde se encontram os principais atores do país nessa área. Diante desse cenário, levantam-se algumas questões – vale a pena uma descentralização desse esforço? Ou, ao contrário, deve-se reforçar a vocação da região e, assim, de políticas que incentivem e atraiam investimentos para um mesmo espaço geográfico?

Cabe ressaltar que os outros estados que também exibem um número expressivo de grupos de pesquisa contam com empresas dessa área. No caso do Rio de Janeiro, está presente a Celma, e a história da aeronáutica também percorre esse estado, que já foi a capital do país. No Rio Grande do Sul também há importantes empresas instaladas, como a Aeromot e a Digicon (que fazem parte da amostra mencionada no Capítulo 2), assim como a Varig, que concentra nesse estado sua área de manutenção e de treinamento. A Helibrás, em Minas Gerais, ajuda a explicar instituições envolvidas com a aeronáutica nesse estado.

Outra informação importante para reforçar esses questionamentos emerge da análise do número de cursos de graduação em Engenharia e Ciências Aeronáuticas no país, como mostra a Tabela 3.24.

TABELA 3.24

Modalidades, Instituições e Localização de Cursos de Graduação em Engenharia e Ciências Aeronáuticas no País e Ano de Início do Programa

Mod.	Instituição	1950	1964	1976	1994	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
C.A.	FCEB (Bauru)										1		1
C.A.	FTC (Salvador)											1	1
E.A.	ITA (S.J. Campos)	1	1	1									3
C.A.	PUC-RS (Porto Alegre)				1								1

continua



continuação

Mod. Instituição	1950	1964	1976	1994	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
C.A. UBC (Mogi das Cruzes – SP)					2							2
C.A. UCG (Goiânia)						1						1
E.A. USO (São Carlos)								1				1
E.A. Unitau (Taubaté)											1	1
C.A. Uniube (Uberaba)					1					1		2
E.A. Univap (Jacareí)						1						1
C.A. Unesa (Rio de Janeiro)						2						2
E.A. Unicamp (Campinas)										1		1
C.A. Fumec (Belo Horizonte)								1				1
E.A. Ulbra (Canoas)									1			1
C.A. Unopar (Londrina)						1						1
E.A. Unip (S.J. Campos)											1	1
C.A. Unipac (Barbacena)										1		
C.A. UTP (Curitiba)					1							
C.A. UVA (Rio de Janeiro)							1					
Total	1	1	1	1	4	5	1	2	1	4	3	24

Sigla	Instituição
FCEB (Bauru)	Faculdade de Ciências Econômicas de Bauru
FTC (Salvador)	Faculdade de Tecnologia e Ciências
ITA (S.J. Campos)	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
PUC-RS (Porto Alegre)	Pont. Univ. Católica do Rio Grande do Sul
UBC (Mogi das Cruzes – SP)	Universidade de Braz Cubas
UCG (Goiânia)	Universidade Católica de Goiás
USO (São Carlos)	Universidade de São Paulo
Unitau (Taubaté)	Universidade de Taubaté
Uniube (Uberaba)	Universidade de Uberaba
Univap (Jacareí)	Universidade do Vale do Paraíba
Unesa (Rio de Janeiro)	Universidade Estácio de Sá
Unicamp (Campinas)	Universidade Estadual de Campinas
Fumec (Belo Horizonte)	Universidade Fumec
Ulbra (Canoas)	Universidade Luterana do Brasil

continua



continuação

Sigla	Instituição
Unopar (Londrina)	Universidade Norte do Paraná
Unip (S.J. Campos)	Universidade Paulista
Unipac (Barbacena)	Universidade Presidente Antônio Carlos
UTP (Curitiba)	Universidade Tuiuti do Paraná
UVA (Rio de Janeiro)	Universidade Veiga de Almeida

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

Nota: C.A. = modalidade Ciências Aeronáuticas; E.A. = modalidade Engenharia Aeronáutica.

Várias observações podem ser feitas com base nas informações contidas na Tabela 3.24. Os primeiros cursos de graduação em Engenharia Aeronáutica do país são originários do ITA e datam dos anos de 1950, 1964 e 1976. Até a década de 1990, existiam quatro cursos, pois, em 1994, a PUC-RS inaugurou seu curso de Ciências Aeronáuticas. O cenário mudou a partir de 1999, ano em que quatro cursos foram instaurados no país: duas habilitações na Universidade de Braz Cubas, um curso na Universidade de Uberaba e um na Universidade de Tuiuti, em Curitiba. Em 2000, cinco cursos foram abertos: um em Goiânia, duas habilitações no Rio de Janeiro, um curso em Jacareí e outro em Londrina. De 2001 a 2005, outros 11 cursos foram iniciados, descentralizando ainda mais a oferta no país, apesar de a região de São José dos Campos, em São Paulo, concentrar oito cursos/modalidades na área.

É impressionante a rápida proliferação desses cursos nos últimos sete anos – 20 novos cursos/modalidades dos 24 existentes, a maioria em universidades privadas. No total, são 14 cursos de Ciências Aeronáuticas e sete de Engenharia Aeronáutica. Questiona-se a qualidade dos profissionais formados por várias dessas instituições, pois se espera que aumente a demanda pelo profissional da área de aeronáutica, assim como a qualidade dos cursos.

Uma explicação para esse aumento bastante significativo pode estar relacionada ao processo de privatização da Embraer, que se deu nos anos 1990, e o desenvolvimento dos Programas ERJ 145 e Embraer 170/190, iniciados na segunda metade dos anos 1990. Desse período até 2005, o aumento do número de funcionários da Embraer impressiona: a empresa passou de quatro mil, em 1996, para 17 mil,



em 2005 (sendo três mil no exterior), pressionando fortemente a demanda por mão-de-obra especializada e, espera-se, qualificada, dado que desse total, tem-se atualmente cerca de 3.200 engenheiros, contra 550 em meados da década de 1990.

Outra informação interessante é que uma importante instituição não foi captada pelo levantamento na Plataforma Lattes: o Centro Logístico da Aeronáutica (Celog), localizado em São Paulo, na capital, por não estar cadastrado no Diretório de Grupos de Pesquisa. O Celog atua na certificação ISO 9001 e desenvolve projetos e atividades de controle de qualidade, não somente para o Ministério da Defesa – notadamente para o Comando da Aeronáutica –, mas para a indústria aeronáutica de um modo geral. Portanto, é mais uma instituição formada e capacitada a auxiliar numa estratégia de adensamento produtivo da cadeia aeronáutica no país.

De modo geral, entretanto, pode-se dizer que a situação do sistema de inovação na indústria da aeronáutica brasileira não é das mais favoráveis, diante do contexto de aceleração da fronteira tecnológica internacional. A Embraer, que aumentou consideravelmente seu corpo de engenheiros desde 1996, dispõe de fortes competências na área de integração de sistemas e de aerodinâmica. No entanto, nos campos emergentes – novos materiais, tecnologias de informática e de fabricação – suas competências são muito mais limitadas. Nesses campos, ela depende muito mais de seus fornecedores.

Com base no estudo de correlação entre as linhas de pesquisa (748) apontadas pelos grupos de pesquisa identificados no estudo de competências com tecnologias selecionadas por sistemas priorizados (apresentados no Quadro 3.2), pode-se perceber que a competência instalada no país está, em grande parte, em tecnologias/sistemas de mediano grau de relevância para o setor. O Quadro 3.2 aponta o número de ocorrências, a média do grau de relevância e a ocorrência pela média do grau de relevância.¹⁰

10 A relevância dos grupos foi analisada utilizando-se uma escala de grau 0 a 4 atribuído a cada grupo, segundo critérios de excelência em pesquisa disponíveis na Plataforma Lattes e nos sites dos grupos (publicações, cooperações, projetos etc.) e também avaliados por especialistas em tecnologia aeronáutica e aeroespacial. Trata-se de uma qualificação inicial que proporciona uma primeira impressão sobre o trabalho realizado pelos grupos identificados.



QUADRO 3.2

Número de Ocorrências e Relevância das Tecnologias e Sistemas

Total Geral	748	1,8
Não-Listada	344	1,0
Sistema ou Tecnologia	Ocorrências	Média do Grau*
Advanced Cutting Techniques (Ex.: Electron Beam)	2	4,0
Distributed Computer Architecture	2	4,0
Rapid Prototyping Manufacturing	1	4,0
Reconfigurable and Adaptative Flight Controls	1	4,0
Safety Critical Applications Software	8	3,9
High Performance Computing	4	3,8
Computer-Aided Software Engineering (Case)	6	3,5
Nano-Structured Materials	6	3,5
Metal-Ceramic	6	3,3
Simulation and Modeling	3	3,3
Advanced Joining Technologies	10	3,3
Active Structures with Embedded Sensors	14	3,2
Robotic Production	5	3,2
Aeroacoustics	9	3,0
Digital Terrain Recognition	4	3,0
Low Emission Fuels	1	3,0
Nanotubes Composites	1	3,0
Propulsion/Flight Control Integration	1	3,0
Superplastic Forming	3	3,0
Unmanned Aerial Vehicles (UAV)	3	3,0
Surface Treatment	8	2,9
Computational Fluid Dynamics (CFD)	10	2,8
Structural Health Monitoring and Diagnostics	17	2,8
Decision Support Using Artificial Intelligence	4	2,8
High Strength Composites	4	2,8
Corrosion Protection	14	2,7
Large Composite Structures	6	2,7
Composite Materials (Prepreg, Carbon Fiber)	23	2,7
Electromagnetic Radiation Hardening	2	2,5

continua



continuação

Sistema ou Tecnologia	Ocorrências	Média do Grau*
Sistema: Fabricação de Peças	10	2,5
Sistema: Controle (Comandos de Vôo)	12	2,4
Sistema: Combustível	5	2,2
Sistema: Matéria-Prima	48	2,2
Sistema: Produção e Projeto de Ferramental	12	2,2
Sistema: Aviônica	9	2,1
Sistema: Propulsão	17	2,1
Sistema: Engenharia	92	2,0
Multidisciplinary Design Optimization (MDO)	2	2,0
Sistema: Armazenamento e Movimentação de Materiais	2	2,0
Sistema: Proteção Superficial	5	2,0
Sistema: Rastreabilidade/Controle de Configuração	3	2,0
Sistema: <i>Software</i>	8	2,0
<i>Traceability Software</i>	1	2,0

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

* Notas médias atribuídas aos grupos de pesquisa que trabalham com as tecnologias listadas.

As cinco tecnologias ou sistemas (engenharia, matéria-prima, *composite materials*, *structural health monitoring and diagnostics* e propulsão) com maior número de ocorrências (ou seja, número de grupos ou de linhas de pesquisa envolvidos com esses sistemas/tecnologias no país) – com 92, 48, 23, 17 e 17 ocorrências, respectivamente – apresentam média do grau de relevância igual ou menor que 2,8 (numa escala de um a quatro, sendo um o menor e quatro o maior grau de relevância). Isso pode significar que a maior competência instalada no país está envolvida com sistemas/tecnologias de mediana relevância para o desenvolvimento dos setores aeronáutico e aeroespacial. Em sexto lugar, aparecem 14 ocorrências (com nove grupos de pesquisa e 14 linhas de pesquisa) para a tecnologia *active structure with embedded sensors*, com média do grau de relevância igual a 3,2.

Por sua vez, as únicas quatro tecnologias que apresentam média do grau de relevância igual a quatro apontam apenas uma ocorrência para as tecnologias *rapid prototyping manufacturing* (na UTFPR/



Universidade Tecnológica Federal do Paraná) e *reconfigurable and adaptive flight controls* (no ITA) e duas ocorrências para *advanced cutting techniques* (no CNEN e no CTA) e *distributed computer architecture* (no ITA e Cenpra), revelando menor capacitação justamente em tecnologias mais importantes para o desenvolvimento dos setores aeronáutico e aeroespacial do país. O Gráfico 3.38 apresenta o número de ocorrências em sistemas ou tecnologias com média do grau de relevância igual ou maior que três, com base nas informações do Quadro 3.3.

QUADRO 3.3

Sistemas ou Tecnologias com Média do Grau de Relevância ≥ 3

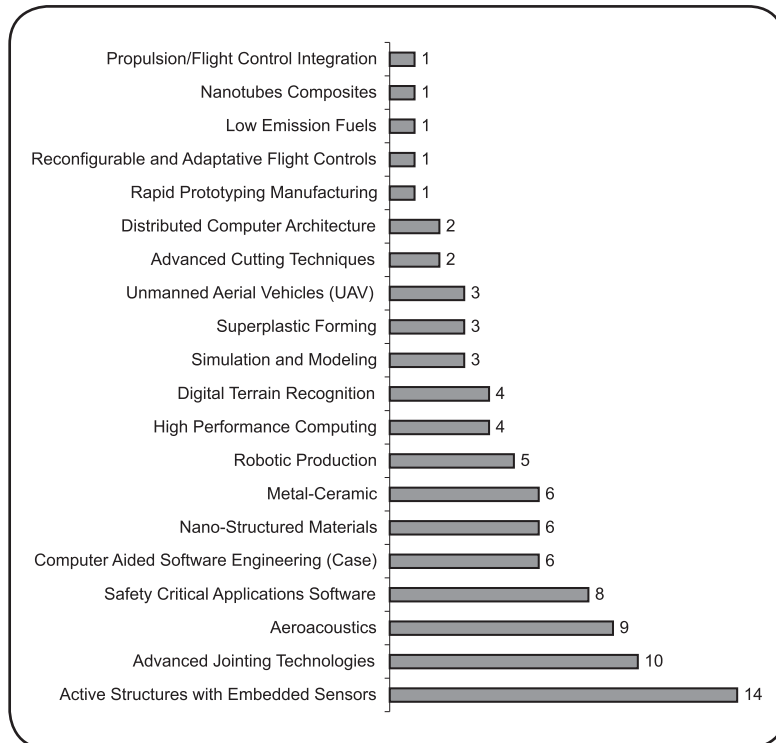
Sistema ou Tecnologia	Ocorrências	Média do Grau
Active Structures with Embedded Sensors	14	3,2
Advanced Jointing Technologies	10	3,3
Aeroacoustics	9	3,0
Safety Critical Applications Software	8	3,9
Computer-Aided Software Engineering (Case)	6	3,5
Nano-Structured Materials	6	3,5
Metal-Ceramic	6	3,3
Robotic Production	5	3,2
High Performance Computing	4	3,8
Digital Terrain Recognition	4	3,0
Simulation and Modeling	3	3,3
Superplastic Forming	3	3,0
Unmanned Aerial Vehicles (UAV)	3	3,0
Advanced Cutting Techniques	2	4,0
Distributed Computer Architecture	2	4,0
Rapid Prototyping Manufacturing	1	4,0
Reconfigurable and Adaptive Flight Controls	1	4,0
Low Emission Fuels	1	3,0
Nanotubes Composites	1	3,0
Propulsion/Flight Control Integration	1	3,0

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.



GRÁFICO 3.38

Número de Grupos ou de Linhas de Pesquisa em Sistemas ou Tecnologias com Média do Grau de Relevância ≥ 3

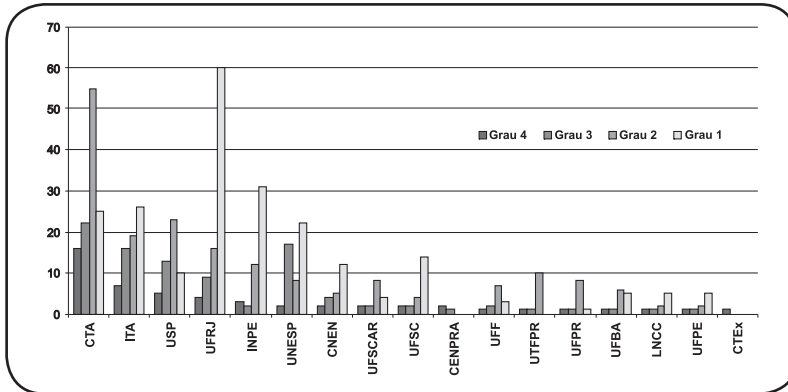


Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

O número de instituições com ao menos uma ocorrência (grupo ou linha de pesquisa) com grau máximo de relevância (4) encontra-se no Gráfico 3.39.

GRÁFICO 3.39

Número de Grupos ou Linhas de Pesquisa por Grau de Relevância por Instituição

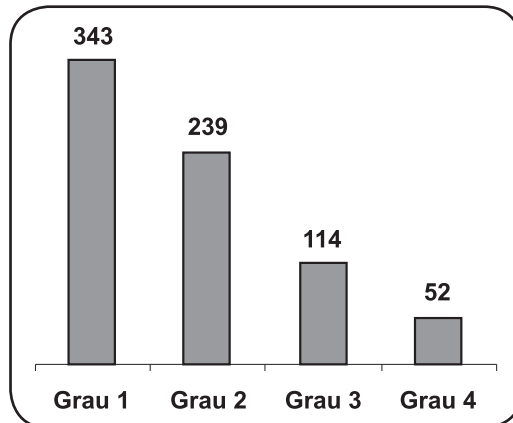


Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

Ao todo, são 343 sistemas/tecnologias com grau de relevância igual a 1 contra 52 sistemas/tecnologias com grau de relevância igual a 4 (ver Gráfico 3.40)

GRÁFICO 3.40

Grau de Relevância da Tecnologia



Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.



Tal situação reforça a percepção, quanto à capacitação existente (ou em desenvolvimento) no país, de que é preciso um esforço para que tecnologias com maior grau de relevância ocupem um espaço maior nas atividades relacionadas à CAB.

3.5 Cenários Alternativos do Adensamento Produtivo e Tecnológico da CAB

Outra metodologia de prospecção utilizada neste estudo é a construção de cenários alternativos do adensamento produtivo e tecnológico da CAB. O exercício de cenários fornece ao tomador de decisão referências alternativas de futuro que “auxiliam a navegação” em ambientes complexos e incertos. Por meio do desdobramento de um conjunto de incertezas críticas pertinentes ao contexto em foco, a metodologia consiste em construir simulações plausíveis da evolução do mundo atual, mas que levem, cada uma, a diferentes situações futuras. Os referenciais de futuro obtidos apóiam o processo decisório no presente e melhoram a capacidade de resposta caso eventos importantes ocorram. A correta internalização do exercício envolve o acompanhamento sistemático da evolução das incertezas críticas identificadas e discutidas, bem como a preparação de planos de ação para o caso de mudanças significativas, desejadas ou indesejadas, no curso atual. A revisão periódica dos resultados, com a incorporação de novas incertezas críticas e com o ajuste dos possíveis desdobramentos, é também recomendada e ajuda a ampliar e sedimentar as percepções de futuro construídas.

Os cenários aqui apresentados são resultantes de um exercício que envolveu o desdobramento de 45 incertezas críticas, relacionadas com as possibilidades de adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica no Brasil. Os desdobramentos foram realizados em um dia de trabalho com a participação de aproximadamente 80 especialistas e representantes de importantes elos da atual cadeia produtiva no país.

A metodologia fixou um horizonte de dez anos e agrupou as 45 incertezas críticas em sete principais dimensões de análise, para as quais diferentes especialistas opinaram sobre suas possibilidades.



O detalhamento das dimensões trabalhadas, com suas respectivas incertezas críticas e desdobramentos futuros, bem como o registro dos especialistas participantes, encontra-se no Anexo 1.

A seguir são descritos os cenários obtidos a partir do exercício realizado em abril de 2006, em São José dos Campos. Eles incluem todas as dimensões exceto a tecnológica, para a qual foram descritos cenários tecnológicos próprios. Assim, a descrição a seguir e aquelas apresentadas no Anexo 1 resumem a opinião dos participantes do exercício para 37 incertezas críticas.

3.5.1 Cenário A: Crise Sistêmica

Este é um cenário de crise sistêmica e global, com fortes implicações negativas sobre o setor aeronáutico, reordenando as trajetórias atuais.

O mercado global de aeronaves apresentaria retração nos investimentos, especialmente em função de um panorama recessivo nos EUA. Do ponto de vista produtivo, haveria descontinuidade da trajetória atual de terceirização e de parcerias na organização da cadeia produtiva, tendendo à verticalização. Ou seja, em razão de aumentos nos custos de transação, a indústria passaria a contratar menos e a internalizar mais. Da mesma forma, haveria um recrudescimento da concentração técnica e econômica por parte das grandes organizações, com um diferencial que seria o surgimento e crescimento de empresas com capacidade de investimento, em países emergentes de grande porte, como China e Rússia.

Nesse contexto, as estratégias de localização de investimentos se concentrariam em territórios próprios, valendo mais o controle sobre ativos (tangíveis e intangíveis) do que uma possível redução de custos de produção em função da mão-de-obra ou mesmo de custos financeiros e fiscais comparados. Para os países menos desenvolvidos (como é o caso do Brasil), esse cenário resultaria na redução do investimento estrangeiro no setor, podendo mesmo chegar ao desinvestimento. É também um cenário de aumento das barreiras comerciais, especialmente barreiras técnicas decorrentes da regulamentação de serviços no âmbito do General Agreement on Trade in



Services (Gats). Em consequência, os custos de transação se elevariam ainda mais.

O Brasil apresentaria uma piora das condições competitivas gerais. Ainda com taxas de crescimento lentas, a capacidade financeira do Estado é artificialmente expandida, com agravamento das condições de atração do capital externo. O financiamento à exportação fica incerto, com tendência à redução, dadas as restrições à capacidade do país para se financiar no longo prazo.

A Embraer enfrentaria dificuldades de crescimento e de sustentação no mercado internacional por três razões simultâneas: a) incerteza quanto ao financiamento às exportações; b) redução do mercado internacional de jatos regionais pelo acirramento da concorrência, tanto por parte das duas grandes empresas mundiais quanto por parte de novos entrantes, como Rússia e China; c) revisão das estratégias dos parceiros de risco (retração de investimentos) e enfraquecimento dos fornecedores nacionais.

3.5.2 Cenário B: Crise Setorial

Esse é um cenário de crise do setor aeronáutico no mundo, com sérias e diversas implicações para o setor aeronáutico nacional.

Eventos catastróficos com aeronaves levariam à redução da demanda por aviões de longo alcance. Não se configurariam as atuais previsões de crescimento da aviação regional em função da regulação nacionalista (com irracionalidade de mercado) e da competição por infra-estrutura terrestre (modais). Na verdade, haveria queda relativa do uso do transporte aéreo como um todo. No caso da aviação para defesa, a exacerbação da regulação e das restrições à exportação reforçaria o adensamento das cadeias produtivas nos países onde haja indústria de defesa forte. Os Estados Nacionais apoiariam as companhias aéreas a fim de mantê-las no mercado e, para acirrar a crise, o preço do petróleo sofreria uma alta radical em virtude da grande procura pelo produto no mercado.



Nas políticas *make or buy*, ou seja, de parcerias e *outsourcing*, haveria uma reversão da desverticalização, ou seja, as empresas voltariam a internalizar parte do processo produtivo, hoje descentralizada, reduzindo assim a formação de parcerias. Quanto à evolução das estratégias de localização de investimentos, prevê-se uma tendência à concentração espacial com surgimento de fornecedores em países com alto potencial de desenvolvimento de indústria aeronáutica própria e competitiva (basicamente Rússia e China). Ou seja, tal como no cenário anterior, a tendência seria de concentração geográfica com dificuldades para países como o Brasil.

No tocante às estratégias de especialização ou diversificação das linhas de produtos, aumentaria a importância da venda de soluções (ou seja, agregação de valor em serviço) em oposição à simples venda do produto. Essa seria uma das saídas das empresas aeronáuticas para a crise setorial: um transbordamento das competências em direção à prestação de serviços.

O cenário estaria mais fechado para a capacitação em certificação, concentrada em algumas empresas e regiões mundiais, as quais dominariam os procedimentos de qualidade e segurança, com normas mais exigentes. Disso decorreriam necessidades crescentes de investimento em certificação.

O financiamento para produção (tanto capital fixo como de giro) enfrentaria escassez por causa da quebra na cadeia de pedidos e do aumento da percepção de risco. O financiamento para programas de P&D se manteria como está – ampliação de recursos governamentais não-reembolsáveis. Já o financiamento para comercialização sofreria estrangulamento, deslocando a responsabilidade pela alavancagem de recursos cada vez mais dirigida aos fabricantes de aeronaves. Nesse caso, os governos que mantiverem linhas de crédito à comercialização proporcionariam vantagens em relação àqueles que reduzirem o apoio por meio desse tipo de crédito. O acirramento das tensões entre nações levaria a um incremento do orçamento militar, e aquelas que se valessem de políticas de compra e de encomendas teriam vantagens sobre as demais. Evidentemente que essa situação já se configura hoje em dia, mas seria agravada



pelo panorama de crise setorial – ou o Estado interfere de modo vigoroso ou a indústria se fragiliza.

A questão da oferta de mão-de-obra se agravaria ante as tendências atuais, especialmente pela crise setorial e pela oferta de emprego em outros setores. Tal situação repete-se de forma mais ou menos semelhante em todos os cenários, com o agravante de que, em função da crise, haveria queda de salários, afugentando a possibilidade de formação de quadros funcionais qualificados para a indústria.

As normas para certificação de sistemas de qualidade e de processos se tornariam mais exigentes e restritivas, elevando os custos envolvidos (presença de iniciativas nacionalistas retardando a unificação de sistemas de certificação). Quanto às exigências de certificação de aeronaves militares, o cenário apontaria para barreiras comerciais mais fortes em função das restrições para tecnologias sensíveis incorporadas em itens de fornecedores (*export control*).

O setor aeronáutico brasileiro entraria em crise, com enfraquecimento da cadeia produtiva pela redução do investimento de parceiros e pela perda de poder de mercado dos fornecedores de uma maneira geral (com a queda do número de fornecedores locais em razão do aumento das importações por parte da Embraer).

No tocante às condições de competitividade nacional, a situação macroeconômica apontaria para a prevalência de políticas desenvolvimentistas, com crescimento econômico, juros baixos, inflação controlada, câmbio estável.

Quanto aos aspectos relativos ao financiamento da produção, às condições de tributação e de burocracia do comércio exterior, a tendência seria a manutenção do panorama atual, qual seja, as mesmas fontes de financiamento e dificuldades de acesso ao crédito, sobretudo para as pequenas empresas, com excesso de burocracia e de controle da exportação e sem perspectivas de redução dos tributos sobre a produção.

Esse cenário negativo não seria melhor no que tange à estrutura de certificação, da mesma forma que para a infra-estrutura local de



P&D – na verdade, aqui seria até pior, pois haveria um desaparelhamento do complexo de Pesquisa, Desenvolvimento & Engenharia (P&D&E) e Inovação no país. No caso do financiamento para comercialização, o apoio do governo seria restrito, com melhores condições no mercado internacional. O Estado não usaria a política de poder de compra e, quanto à formação de recursos humanos, haveria continuidade na distorção do mercado de trabalho pela absorção de engenheiros por outros setores, especialmente serviços.

Em relação à evolução do setor no país, bem como da participação da Embraer no mercado global de aviões, a tendência seria uma regressão do adensamento produtivo e tecnológico local. As fornecedoras locais careceriam de gestão profissional e visão empresarial, o que tornaria difícil sua capacitação para atender a mercados globais. Esse fato seria reforçado pela presença de pequenas e médias empresas no país, muito dependentes da Embraer. O cenário de crise no setor em âmbito global se refletiria no mercado interno, com estagnação da demanda por transporte aéreo no país.

Concluindo, esse seria, para a indústria aeronáutica nacional, a pior situação: diminuição dos investimentos na cadeia produtiva local e dificuldades de inserção no mercado internacional de aeronaves.

3.5.3 Posicionamento Frente aos Cenários A e B

Os cenários A e B requerem um posicionamento cauteloso por parte da indústria local, justamente porque, no primeiro, a crise externa é maior que a setorial, afetando-o indiretamente; no segundo, a crise é setorial, impactando a indústria local de maneira direta. Em tais situações, um caminho para se manter a competitividade da indústria local seria a adoção de políticas anticíclicas, baseadas em parcerias entre os setores público e privado. O princípio norteador seria identificar as oportunidades que o momento de crise proporciona. Nesse contexto, o Brasil teria algumas oportunidades a explorar, visto que a indústria local está baseada na construção de aeronaves regionais e mais econômicas (tanto em custos de produção quanto de operação e manutenção), perfil importante para momentos de crise. As empresas, em um cenário recessivo, necessitariam do apoio direto do



setor público e deveriam atuar em parceria com ele a fim de combinar diferentes frentes de atuação, como as apresentadas a seguir:

- Fortalecer as parcerias com fornecedores globais (sempre com mais de uma opção para reduzir custos de transação e riscos associados ao panorama recessivo).
- Enquanto a crise durar, criar condições de fortalecimento de fornecedores locais por meio de crédito e política cambial adequados, políticas fiscais atraentes e investimentos em infra-estrutura.
- Fomentar o transporte aéreo no país por meio de gerenciamento dos preços dos combustíveis e pelo incentivo ao surgimento e crescimento de empresas aéreas do tipo *low fare* no país. Complementarmente, fomentar a aquisição de aeronaves Embraer no mercado interno (hoje literalmente fora dos negócios da empresa). Fundamental para isso é o acesso a linhas adequadas de financiamento para aquisição de aeronaves a fim de explorar os mercados regionais (no Brasil e em países vizinhos).
- Reforçar os investimentos na estrutura de certificação, cuidando para atender às evoluções (incertas) dos requisitos no cenário internacional.
- Intensificar o apoio a P&D não-reembolsável, especialmente para empresas, com linhas específicas de fomento ao setor, sempre dentro dos limites permitidos pela regras do Comércio Internacional.
- Ampliar os recursos destinados ao financiamento da compra de aeronaves no cenário internacional e implementar política mais agressiva de vendas no exterior.

Nesses dois cenários as medidas seriam, portanto, de “correr para frente”, uma vez que o caminho alternativo seria o da estagnação ou deterioração. Em ambos os cenários, o Estado brasileiro deveria atuar de forma mais ativa, preocupado não apenas com o financiamento para comercialização, mas também com todo o entorno necessário ao fortalecimento da indústria. O setor privado, por sua



vez, deveria desenvolver políticas convergentes que interajam com as públicas. O risco é o de desperdiçar uma das poucas chances para se construir uma indústria de alto conteúdo tecnológico e de elevado poder de *spill over* e de fortalecimento de competências superiores no país. O momento seria oportuno para emergir com a indústria aeronáutica brasileira ainda mais fortalecida, a exemplo do que ocorreu após o atentado de 11 de setembro.

3.5.4 Cenário C: Mercado Aquecido

Confirmam-se as projeções atuais de progresso da indústria aeronáutica no mundo, com a crescente segmentação dos mercados e aprofundamento das relações contratuais de parceria nas cadeias produtivas.

Esse cenário caracteriza-se pelo crescimento do setor, com ampliação das vendas de aeronaves de acordo com as projeções otimistas que aparecem na grande maioria dos estudos prospectivos (ver Seção 3.1). A esse movimento de expansão estaria associado outro, de concentração econômica. Enquanto no primeiro cenário a concentração ocorre por conta de estratégias defensivas, de ganhos de escala e de mercados, no presente cenário isso aconteceria em função do acirramento da concorrência e das oportunidades relacionadas à expansão dos mercados. Ou seja, constatamos que a concentração é uma tendência tanto em circunstâncias de crise como de crescimento.

Ao contrário dos cenários de crise, a perspectiva de mercado aquecido aponta para uma estrutura produtiva cada vez mais desverticalizada (contratual), com novos modelos de parcerias e de fornecimento de partes e componentes. Nessa linha, os investimentos produtivos tendem a seguir a lógica do atual processo de globalização, localizando-se onde quer que haja confluência de condições favoráveis (mão-de-obra relativamente barata e qualificada; estrutura tributária atraente; infra-estrutura de transporte e telecomunicações; burocracia alfandegária razoável em termos de prazos e custos; entre outras).



O estabelecimento de contratos de parceria se estenderia para as aeroestruturas, interiores (estes com mais opções de fornecedores globais) e ferramental. Já em matérias-primas, equipamentos e sistemas, espera-se o aumento da concentração técnica e econômica com elevação das barreiras à entrada, seja pela escala, seja pela sofisticação tecnológica. Nesses casos, a localização de investimentos em países menos desenvolvidos se tornaria mais difícil.

Essa globalização produtiva, com barreiras variáveis para o conjunto da cadeia, deveria ser seguida de uma desconcentração geográfica dos sistemas de certificação, com maior oferta de certificadores acreditados em bases unificadas globalmente. Em outras palavras, seria criado um ambiente de metrologia e normalização unificado, com conseqüente redução dos custos associados (de serviços e de transação – estes principalmente decorrentes de redução de incerteza e oportunismo). Mesmo no que diz respeito à certificação de aeronaves militares, espera-se um processo de convergência de sistemas com conseqüente redução de custos.

Do ponto de vista das estratégias de diversificação de produtos, as empresas aeronáuticas conservariam a tendência atual de especialização. Essa tendência, centrada em aeronaves de médio e grande porte, manteria a abertura para empresas voltadas exclusivamente a aeronaves menores (até 90 lugares).

Trata-se também de um cenário no qual se espera oferta limitada de crédito, condicionada ao desempenho da economia mundial (guardando-se os níveis atuais de crescimento médio, deve haver aumento moderado de crédito à produção). Já o financiamento para P&D deveria aumentar a taxas maiores que o financiamento para produção e para comercialização (embora deste se esperem níveis altos e maiores que os da produção). P&D deve se transformar em pilar de competitividade em níveis superiores aos verificados atualmente.

A economia brasileira se desenvolveria a taxas relativamente elevadas (próximas ou acima da média mundial), com redução das taxas de juros, câmbio estabilizado e inflação sob controle (embora mais alta). No campo da regulamentação do comércio externo, seriam implantados regimes aduaneiros diferenciados, com redução de tributos e menores custos burocráticos.



Por outro lado, o processo de unificação e globalização dos sistemas de certificação deveria superar as condições existentes no país, que deixaria de ser um centro certificador de referência. A estrutura atual de certificação perderia a capacidade em função de níveis de investimento relativamente menores do que aqueles observados no cenário global. Ou seja, o nível e o ritmo de crescimento global, não sendo acompanhados pelo país, levariam a um desaparelhamento local das condições de certificação.

O país teria, então, uma política dúbia: apesar do crescimento global e da melhora das condições macroeconômicas, o governo não teria um papel proativo para a promoção do setor aeronáutico. A única política prevista para se seguir oferecendo apoio à indústria seria exatamente a política de financiamento às exportações. Nem mesmo no plano do P&D os incentivos seriam ampliados a ponto de favorecer, em níveis competitivos, a indústria aeronáutica local. As políticas de compras e de encomendas públicas permaneceriam nos níveis históricos, ou seja, muito baixos ou ausentes (especialmente no caso do *public procurement*). Já a formação de recursos humanos especializados continuaria à mercê de um mercado de trabalho que valoriza mais o emprego nos mercados financeiro e de capitais. Ou seja, continuariam as carências de mão-de-obra qualificada.

A Embraer seguiria bem no cenário internacional, com taxas médias de crescimento semelhantes às atuais, sem, entretanto, evoluir no mercado corporativo. Haveria, ainda, maior presença dos parceiros de risco e fortalecimento dos fornecedores locais, promovendo o aumento da densidade tecnológica e produtiva local. O mercado de aviação regional prosseguiria sua trajetória evolutiva, mas em ritmo mais acelerado que o atual, em especial pela ampliação do turismo e o barateamento dos bilhetes aéreos (decorrente do crescimento das empresas de *low cost low fare*).

Em síntese, esse seria um cenário de acentuado avanço do mercado internacional e crescimento moderado do mercado interno, com algumas perdas no que diz respeito à infra-estrutura de certificação, mas com ganhos relativos na densidade produtiva e tecnológica da cadeia produtiva. A Embraer progrediria exatamente pela manutenção dos nichos regionais em âmbito internacional, mas sua depen-



dência de fontes de financiamento às exportações aumentaria, possivelmente acarretando uma defasagem tecnológica no longo prazo, precisamente pelo menor investimento relativo em P&D *vis-à-vis* o plano global.

3.5.5 Cenário D (Complementar ao C): Crescimento Setorial no Brasil

Esse cenário é uma vertente do anterior e coloca o Brasil em uma posição mais favorável. É, portanto, uma perspectiva de crescimento do setor, alavancado por medidas internas, a partir das condições internacionais propícias apresentadas pelo cenário C.

Em relação às condições da competitividade do setor no país, o Brasil seria visto como *investment grade*, em função da estabilidade econômica, com redução das taxas de juros e diminuição da instabilidade cambial. As empresas nacionais (micro, pequenas, médias e grandes) teriam acesso aos recursos nacionais e internacionais (captação externa), com eliminação da assimetria da carga tributária entre o produto brasileiro e o do exterior; homogeneização do tratamento tributário oferecido à Embraer e às companhias aéreas para todo o setor aeronáutico; e a implantação de um novo regime aduaneiro que agilizasse o processo de exportação e permitisse alavancar a competitividade.

Além das circunstâncias apresentadas no cenário C, o Brasil apareceria com boas possibilidades de crescimento setorial, não somente pela melhoria das condições macroeconômicas como também pela formação de um regime tributário e aduaneiro compatível com as necessidades de competitividade global.

O apoio dos Estados Nacionais às indústrias locais deve se intensificar, com ofertas de financiamento e uma política explícita de amparo ao setor mais ampla que a atual. Projeta-se a criação de condições favoráveis (mais do que no cenário C) para a atração de investimento estrangeiro, especialmente dos parceiros de risco; e de investimentos locais que aumentassem a densidade tecnológica e produtiva da CAB. Vislumbram-se investimentos para a produção local de



matérias-primas estratégicas (como titânio). O gasto militar também seria ampliado, tornando mais consistente o desenvolvimento da indústria local (estimulado tanto pelo poder de compra quanto pelas encomendas). O investimento tecnológico aumentaria, tanto em infra-estrutura quanto em recursos financeiros atraentes para P&D. Simultaneamente, aumentaria a oferta de mão-de-obra especializada, adequando-se ao crescimento do setor. Os investimentos em certificação ocorreriam e seriam suficientes para acompanhar as exigências do mercado internacional.

Haveria um aumento da participação da Embraer no mercado corporativo e de defesa e a manutenção da participação no mercado regional. Por sua vez, os parceiros de risco intensificariam suas atividades no Brasil, com ênfase em exportação (novas áreas de atuação, como *software*, aviãoica, eletrônica embarcada, entre outros). Além disso, espera-se o progressivo desenvolvimento das empresas de aeroestruturas no Brasil, com ênfase em exportação e mercado local (atendimento à Embraer e aos parceiros de risco), por meio de *joint venture*, fusão etc. O modelo HTA seria reproduzido de forma a dar visibilidade e melhorar o nível de capacitação e qualificação das empresas no país. Finalmente, quanto à evolução da demanda por transporte aéreo no país, a tendência seria de um crescimento continuado da aviação comercial, decorrente do aumento do PIB, da desconcentração de renda e de uma nova regulamentação no setor.

3.5.6 Posicionamento Frente aos Cenários C e D

O fato de esses dois cenários retratarem condições favoráveis não elimina os riscos associados e a necessidade de posicionamento estratégico. O principal risco no cenário C (Mercado Aquecido) é a perda de competitividade relativa da indústria aeronáutica no país ou mesmo, em leitura extrema, a desnacionalização da Embraer com migração maciça da cadeia produtiva para países com ambientes institucionais mais favoráveis. No cenário D (Crescimento Setorial no Brasil), o desafio passa a ser a necessária articulação de políticas para garantir a manutenção, a longo prazo, dos fatores responsáveis pelo sucesso, uma vez que as vantagens competitivas porventura alcançadas estariam constantemente ameaçadas pela evolução dos mercados e das novas tecnologias.



Do ponto de vista das oportunidades, em ambos os cenários o Brasil estaria em posição de consolidar sua liderança no nicho de aeronaves regionais. No cenário D, haveria também a possibilidade de expandir a presença brasileira no mercado aeronáutico, com eventual entrada em novas famílias de maior porte, aviões militares não-tripulados, jatos corporativos, helicópteros e outros.

O adensamento da cadeia produtiva no Brasil não está garantido no cenário C, apesar das condições globais favoráveis. Confirmando-se as circunstâncias desse cenário, considerado o mais provável atualmente segundo os estudos prospectivos para o setor, seriam necessárias políticas corretivas cuja meta fosse o cenário D. Entre as medidas estariam:

- Intensificação das encomendas militares, como forma de gerar demanda interna suficiente para a ampliação e manutenção do dinamismo tecnológico e a formação de fornecedores especializados nacionais.
- Fortalecimento da capacidade instalada de certificação.
- Melhora da qualidade dos cursos de graduação e pós-graduação em temas aeronáuticos e correlatos (ver Seção 3.4).
- Fortalecimento da capacidade de pesquisa aeronáutica pública, militar e civil.
- Financiamento público à P&D&E privada, até os limites tolerados pela OMC.
- Revisão do marco regulatório de modo a adequar o ambiente institucional local aos dos países competidores.
- Aprimoramento da política de propriedade intelectual e licenciamento de novas tecnologias desenvolvidas no país.

No cenário D, a implementação e a manutenção dessas ações são mais fáceis, pelas condições favoráveis, mas isso não significa que o esforço seja menor.



3.5.7 Breves Comentários

Em todos os cenários, os posicionamentos discutidos mantêm algumas ações como constantes: o investimento em capacitação, o incentivo à inovação e a presença do Estado como financiador, seja direta ou indiretamente, da indústria e de seu dinamismo competitivo (via capacidade inovativa e técnica).

Conclui-se que essas ações são praticamente indispensáveis para o adensamento da cadeia produtiva aeronáutica no Brasil e, até mesmo, para atravessar bem possíveis cenários negativos.

Trata-se, em última análise, de modular a presença e a intensidade de cada frente de ação de acordo com a evolução da situação atual. Os cenários apresentados fornecem um pano de fundo para justificar e esclarecer a pertinência de cada ação, ante os fatores incertos que as precedem e demandam.

O desenho de estratégias para adensar a cadeia produtiva não deve abrir mão do monitoramento dos ambientes competitivo, tecnológico e institucional (descritos nos cenários por meio de incertezas críticas e de suas possíveis evoluções) e, mais importante, da preparação antecipada das condições para que diferentes componentes de uma política planejada possam ser ativados e articulados de acordo com a conjuntura.

3.5.8 Cenários Tecnológicos

Apresentamos, a seguir, os resultados das análises relativas às tecnologias do setor aeronáutico. O primeiro estudo abrangeu a dimensão Evolução Tecnológica do Exercício de Cenários Futuros da Indústria Aeronáutica para um período de dez anos, realizado em 7 de abril de 2006, em São José dos Campos, com a participação de vários especialistas da área.

O segundo investigou a prospecção tecnológica com base em um levantamento de informações em trabalhos e análises prospectivos,



dando-se destaque para levantamentos e estratégias de duas das empresas mundialmente mais importantes da área: Boeing e EADS.

3.5.8.1 Cenário A: Restrições e Concentração

Em relação à tecnologia de propulsão, a tendência estaria no desenvolvimento de motores utilizando combustíveis alternativos. Em aviônica, a tecnologia disruptiva se tornaria padrão e levaria à concentração em um único ou poucos fornecedores, empregando largamente a nanotecnologia.

No caso de tecnologias de sistemas de controle de tráfego aéreo, aeronaves com alto grau de inteligência conviveriam com plataformas tradicionais, sendo necessária a regulamentação dessa convivência.

Quanto às tecnologias de projeto e de desenvolvimento de produtos, prevêem-se a sofisticação das ferramentas, o alto custo, porém menos tempo de projeto e maior otimização; e a geração automática de projetos com sistemas especialistas e bibliotecas de *airframes*.

Em tecnologia de materiais (ligas metálicas), a tendência é de um mercado de ligas proprietárias (especificidade e não reprodutibilidade) concentrado e caro; novas tecnologias disruptivas – novas ligas proprietárias – e acesso à matéria-prima. Para materiais compostos, prevê-se o maior aprisionamento tecnológico dependente de quem domina os segmentos da cadeia (fio, resinas, processo para peças certificáveis).

Em manufatura e processos industriais, projeta-se a eventual quebra de paradigma de novas tecnologias (equipamentos e processos específicos) que levaria à obsolescência do parque industrial instalado, com comprometimento da competitividade da base industrial instalada.

Finalmente, em outros sistemas (geração de energia, interiores, hidráulico, pneumático), esperam-se sistemas mais integrados e concentrados, na contramão da tendência de *outsourcing*.



Incertezas Críticas	Cenário A
Evolução da tecnologia de propulsão	Desenvolvimento de motores utilizando combustíveis alternativos
Evolução da tecnologia de aviônica	Tecnologia disruptiva que se torne padrão e leve a concentração em único ou poucos fornecedores, por exemplo, nanotecnologia
Evolução da tecnologia de sistemas de controle de tráfego aéreo	Convivência entre aeronaves com grande grau de inteligência e interconexão com plataformas tradicionais. Necessidade de regulamentação da convivência
Evolução das tecnologias de projeto e de desenvolvimento de produto	Sofisticação das ferramentas ainda mantidas caras, porém com menor tempo de projeto e maior otimização. Geração automática de projetos com sistemas especialistas e bibliotecas de <i>airframes</i>
Evolução da tecnologia de materiais – ligas metálicas	Mercado de ligas proprietárias (especificidade e não reprodutibilidade). Mercado concentrado e caro. Novas tecnologias disruptivas – novas ligas proprietárias. Acesso à matéria-prima
Evolução da tecnologia de materiais compostos	Maior aprisionamento tecnológico dependente de quem domina os segmentos da cadeia (fio, resinas, processo para peças certificáveis)
Evolução da tecnologia de manufatura e processos industriais – máquinas, ferramentas, automação e controle	Eventual quebra de paradigma de novas tecnologias que levaria à obsolescência do parque industrial instalado. Comprometimento da competitividade da base industrial instalada
Outros sistemas (geração de energia, interiores, hidráulico, pneumático)	Sistemas mais integrados e concentrados na contramão da tendência de <i>outsourcing</i>

3.5.8.2 Cenário B: Aprendizagem e Externalidades

No caso da tecnologia de propulsão, haveria um aumento na demanda por turbinas em geral e a descentralização da produção com potencial transferência de conhecimento.

Em tecnologia de aviônica, um aumento da densidade do tráfego aéreo levaria à criação de novos padrões para navegação, comunicação, infra-estrutura de solo, e a uma tendência de migração



em desenvolvimento de *software* e *hardware* para soluções-padrão abertas (não-proprietárias).

No caso de tecnologias de sistemas de controle de tráfego aéreo, haveria soluções abertas e mobilidade (troca de dados mais intensas) para aplicações e uso dos radares (3D) permaneceria. Quanto às tecnologias de projeto e de desenvolvimento de produtos, a ampliação da concorrência entre fornecedores de ferramentas de simulação levaria ao barateamento e conseqüente descentralização do projeto, com códigos e algoritmos mais acessíveis.

No tocante à evolução da tecnologia de materiais (ligas metálicas), a base seria magnésio, alumínio, lítio e titânio, e inovações em novas ligas forçariam a difusão acelerada para utilização em aeronáutica. Para materiais compostos, as restrições (mudança da condutividade do material, certificação, custo etc.) seriam eliminadas, proporcionando a aceleração da adoção pela indústria aeronáutica e transbordamentos para outros setores.

Finalmente, para outros sistemas (geração de energia, interiores, hidráulico, pneumático), aumentaria a exigência do mercado em relação à funcionalidade, apareceriam requisitos ambientais e haveria uma tendência à evolução para onerar menos o desempenho do produto final (geração, iluminação, pressão, ar condicionado, cablagem), aumentando as oportunidades para descentralização.

Incertezas Críticas	Cenário B
Evolução da tecnologia de propulsão	Aumento na demanda para turbinas em geral e descentralização da produção com potencial transferência de conhecimento
Evolução da tecnologia de avionica	Aumento da densidade do tráfego aéreo leva à criação de novos padrões para navegação, comunicação, infra-estrutura de solo. Tendência de migração em desenvolvimento de <i>software</i> e <i>hardware</i> para soluções-padrão abertas (não proprietárias)

continua



Incertezas Críticas	Cenário B
Evolução da tecnologia de sistemas de controle de tráfego aéreo	Soluções abertas e mobilidade (troca de dados mais intensas) para aplicações. Continuação do uso dos radares (3D)
Evolução das tecnologias de projeto e de desenvolvimento de produto	Ampliação da concorrência entre fornecedores de ferramentas de simulação leva a barateamento e conseqüente descentralização do projeto. Códigos e algoritmos mais acessíveis
Evolução da tecnologia de materiais – ligas metálicas	Base magnésio, alumínio, lítio e titânio. Inovações em novas ligas forçam difusão acelerada para utilização em aeronáutica
Evolução da tecnologia de materiais compostos	Eliminação das restrições (mudança da condutividade do material, certificação, custo etc.), que proporcionará aceleração da adoção pela indústria aeronáutica e transbordamentos para outros setores
Evolução da tecnologia de manufatura e processos industriais – máquinas, ferramentas, automação e controle	Quebra de paradigma. Tecnologia de material composto não dependendo do uso de ferramental caro
Outros sistemas (geração de energia, interiores, hidráulico, pneumático)	Aumento da exigência do mercado em relação à funcionalidade. Requisitos ambientais. Evolução para onerar menos desempenho do produto final (geração, iluminação, pressão, ar condicionado, cablagem) aumentando oportunidades para descentralização

3.5.8.3 Cenário C: Incremento e Oportunidades

Em relação à tecnologia de propulsão, os requisitos de esforço (ambientais e de eficiência) levariam a um maior nível de investimento e concentração de competências em poucos países. Em tecnologia de aviônica, seriam apontadas novas oportunidades, como a intensificação da demanda por soluções de conforto (entretenimento digital, celular) para uso em aeronaves e o aumento da utilização de *health monitoring systems*.

No caso de tecnologias de sistemas de controle de tráfego aéreo, tal qual no cenário A, as aeronaves com alto grau de inteligência



conviveriam com plataformas tradicionais, sendo necessária a regulamentação dessa convivência.

Quanto às tecnologias de projeto e de desenvolvimento de produtos, aumentaria a importância da simulação no projeto e, em paralelo, na produção, com entrada em pequenas e médias empresas; e prevê-se a aceitação das ferramentas de simulação para certificação.

No tocante à evolução da tecnologia de materiais (ligas metálicas), a base seria magnésio, alumínio, lítio e titânio, e inovações em novas ligas forçariam a difusão acelerada para sua utilização em aeronáutica. No caso dos materiais compostos, a indústria de metal reagiria, acirrando a competição.

Em manufatura e processos industriais, haveria um aprofundamento da adoção da automação e a intensificação da pesquisa em novos métodos de manufatura.

Finalmente, outros sistemas (geração de energia, interiores, hidráulico, pneumático) podem vir a ser a causa de desequilíbrio da cadeia existente, reconfigurando as cadeias de fornecedores.

Incertezas Críticas	Cenário C
Evolução da tecnologia de propulsão	Requisitos de esforço (ambientais e de eficiência) que levam a um maior nível de investimento e concentração de competências em poucos países
Evolução da tecnologia de aviônica	Novas oportunidades em soluções para aviônica: Aprofundamento de demanda em soluções de conforto (entretenimento digital, celular) para uso em aeronaves e aumento da utilização de <i>health monitoring systems</i>
Evolução da tecnologia de sistemas de controle de tráfego aéreo	Convivência entre aeronaves com grande grau de inteligência e interconexão com plataformas tradicionais. Necessidade de regulamentação da convivência

continua



continuação

Incertezas Críticas	Cenário C
Evolução das tecnologias de projeto e de desenvolvimento de produto	Maior importância da simulação no projeto e em paralelo na produção, com entrada em pequenas e médias empresas. Aceitação das ferramentas de simulação para certificação
Evolução da tecnologia de materiais – ligas metálicas	Base magnésio, alumínio, lítio e titânio. Inovações em novas ligas forçam difusão acelerada para utilização em aeronáutica
Evolução da tecnologia de materiais compostos	Metal reage e resulta competição mais acirrada
Evolução da tecnologia de manufatura e processos industriais – máquinas, ferramentas, automação e controle	Aprofundamento da adoção da automação e aumento da pesquisa em novos métodos de manufatura
Outros sistemas (geração de energia, interiores, hidráulico, pneumático)	Pode vir a ser fonte de desequilíbrio da cadeia existente, reconfigurando as cadeias de fornecedores

3.6 Conclusões

Nesta seção, reúnem-se os principais achados do estudo prospectivo. Trata-se de um resumo de quatro frentes de trabalho simultâneas e complementares: a síntese de estudos prospectivos disponíveis sobre previsões para o mercado aeronáutico no mundo; a síntese de estudos prospectivos tecnológicos para o setor; a análise de tendências tecnológicas pela mineração de patentes a partir de sistemas e tecnologias aeronáuticas priorizadas; a análise do perfil de competências tecnológicas existentes no país para o setor aeronáutico e sua relação com sistemas e tecnologias priorizadas; e um estudo de cenários para o setor no país, dividido entre cenários para a indústria e cenários tecnológicos para o setor. A seguir, apresentam-se as principais conclusões.

3.6.1 Sobre as Tendências do Mercado de Aeronaves

A indústria aeroespacial é altamente concentrada (EADS, Boeing, Embraer e Bombardier) e assim deve continuar, dadas as elevadas barreiras aos novos entrantes, embora China e Rússia estejam se movimentando para participar ativamente desse mercado. Normalmente, novos entrantes no mercado global de aeronaves vêm



acompanhados de forte apoio do Estado (ou de mais de um, como no caso da União Européia). Aqui surge a primeira das várias excepcionalidades da indústria aeronáutica brasileira: o atualmente reduzido apoio do Estado ao setor aeroespacial.

A concentração ocorre até nos principais segmentos que compõem a cadeia de fornecimento, a exemplo dos sistemas de propulsão, aerestruturas, aeropeças, aviônica embarcada, incluindo as empresas que prestam manutenção e suporte.

Uma primeira conclusão que pode ser tirada dos estudos prospectivos realizados pelas próprias empresas é que todas indicam o florescimento do mercado global de aeronaves, e os números são muito próximos. Embraer, Boeing e Airbus prevêem números parecidos em relação ao aumento do tráfego aéreo e do PIB. Salvo eventos não esperados (o que é possível, dados os próprios resultados do exercício de cenários), a indústria deverá crescer nos próximos vinte anos.

As projeções para produção de aviões *wide-body* são quase idênticas – 6.425 (Boeing) e 6.426 (Airbus) até o ano de 2024, reflexo da própria definição na classificação *wide-body* e também da proximidade das previsões de PIB e tráfego aéreo.

Já nas estimativas de produção de aviões regionais, constatamos uma diferença considerável. A Embraer prevê 7.950 novas aeronaves desse tipo, enquanto a Boeing projeta 3.855, uma diferença de mais de quatro mil aviões. No entanto, na categoria *narrow-body*, a Boeing prevê 15.420 unidades, e a Airbus, 10.902, totalizando também uma diferença de mais de quatro mil aviões. Essa discrepância evidencia que aproximadamente quatro mil aviões estão na intersecção entre jatos regionais e *narrow-body*, que seriam considerados jatos regionais pela Embraer e não teriam sido levados em conta pela Airbus.

Essa intersecção mostra também que, em alguns tipos de aviões, a Embraer está muito próxima de concorrer diretamente com a Boeing, como já é o caso do Embraer 195. Essa possibilidade de enfrentamento é um elemento fundamental para definir as estratégias e as possibilidades da CAB no futuro próximo.



Todos os estudos concordam com a relação diretamente proporcional entre PIB *per capita* e demanda por tráfego aéreo. Dessa forma, as análises da demanda utilizaram como premissa básica as previsões otimistas de aumento do PIB mundial.

Com relação à distribuição geográfica, os estudos da Airbus e Boeing concordam que o maior número de assentos será entregue na Ásia-Pacífico (aviões maiores) e os menores, nos EUA e na Europa. América Latina pouco afeta o mercado global. Os jatos regionais estarão mais concentrados nos EUA, seguidos de Europa e Ásia (estudos da Embraer e Boeing).

A Embraer vem conquistando *market share* no segmento de jatos regionais desde 1995, em todos os segmentos. O maior ganho está no segmento de 91-120 assentos, no qual a empresa atingiu 58,5% das entregas. O estudo prospectivo feito por essa empresa não cita as expectativas sobre seu *market share*.

A China e a Rússia, no contexto atual, são consideradas “novas entrantes”.¹¹ O setor de aviação chinês vem progredindo a taxas muito altas nos últimos anos e a demanda por novas rotas e aeronaves é crescente, assim como sua economia. O governo chinês promoveu a fusão das empresas do setor, visando justamente aos ganhos de escala e mercado para competir em termos globais. A produção de aviões comerciais civis completos na China baseia-se, sobretudo, no ERJ 145, sob licença da Embraer, e no ARJ21 – jato de 70 a 90 assentos, desenhado totalmente na China, com primeiro vôo comercial planejado para 2009. A China Aviation Industry Corporation (Caic) entregou, em 2005, 144 aeronaves, incluindo exportação de 67 aeronaves para Paquistão e Egito.

A Rússia também segue a tendência de concentração de suas empresas aéreas. A expectativa é fabricar até 120 aeronaves por ano nos próximos dez anos e atingir um retorno anual entre US\$ 8,2 bilhões e US\$ 8,5 bilhões.

¹¹ Os nomes vêm entre aspas pelo fato de que ambos os países (especialmente a Rússia) já têm sua indústria e que agora, aparentemente, devem partir para uma estratégia de competição global com as construtoras de aeronaves, entre elas a Embraer (nesse caso, especialmente China).



A entrada da China e da Rússia pode reconfigurar o mercado aeronáutico, que se caracteriza pela produção de poucas unidades de alto valor, com poucas possibilidades de reduções drásticas de custos (e conseqüente aumento da demanda). Parte da atual demanda deve se transferir para os novos entrantes, reduzindo o faturamento das outras empresas. Evidentemente, essa expectativa (assim como os estudos de demanda das construtoras) não leva em conta maiores expansões dos mercados asiático e russo.

Como o segmento de aviões regionais levanta uma barreira menor à entrada que os equipamentos de grande porte, aponta-se a tendência de que esse segmento seja o primeiro a ser afetado pelos novos concorrentes, atingindo diretamente a Embraer. É de todo provável que, em um cenário de 20 anos, o perfil da indústria esteja reconfigurado, com uma produção maior de aeronaves de médio porte do que de grande porte.

A integração da produção civil e militar é uma característica fundamental na competitividade dessas organizações. Deve-se ainda ressaltar que, no panorama competitivo global, há uma estreita relação entre as atividades civis e militares nessa indústria. Em primeiro lugar, a indústria aeronáutica de porte global integra-se à indústria espacial, constituindo o que normalmente se chama de setor aeroespacial. Em segundo lugar, os *spill overs* de lado a lado (militar-civil-militar) são parte importante, senão fundamental, do desenvolvimento e da própria sustentabilidade da indústria. Não há, historicamente, exemplo de indústria aeronáutica que tenha sobrevivido sem as seguintes condições: integração aeroespacial (direta ou indireta) e ligação civil-militar.

Esta é outra excepcionalidade do caso da indústria aeronáutica brasileira: ela vem ganhando competitividade nos últimos dez anos com uma interação civil-militar muito fraca (para não dizer ausente) e sem um segmento espacial integrado (hoje a indústria espacial no Brasil está apenas tangencialmente associada à indústria aeronáutica).



3.6.2 Sobre as Tendências de Tecnologias Aeronáuticas por Sistemas Priorizados

Com base na análise das fontes sobre tecnologias avançadas para o futuro da indústria aeronáutica e considerando o caso específico da indústria aeronáutica brasileira, foram selecionadas as tecnologias mais relevantes para os sistemas priorizados neste estudo, tendo em vista um horizonte temporal de dez anos.

No caso específico da indústria aeronáutica brasileira, para apoio à seleção das tecnologias, foram contemplados os seguintes aspectos:

- A indústria aeronáutica brasileira, incluindo algumas empresas do setor de defesa, é formada por: uma grande empresa integradora (Embraer), empresas nacionais de médio porte (por exemplo: Avibrás, Mectron, Aeromot), empresas com participação estrangeira (por exemplo: Helibrás, Aeroeletrônica, GE-Celma) e diversas empresas de pequeno porte, concentradas, principalmente na região de São José dos Campos.
- Os sistemas, componentes e materiais de fornecedores estrangeiros da Embraer podem ser divididos em: itens de alto valor e de alta tecnologia (por exemplo: motores, aviônicos, sistema de ar condicionado, APU); itens de menor valor (por exemplo: componentes elétricos, componentes hidráulicos, assentos); e matéria-prima (por exemplo: ligas de alumínio, aços especiais, materiais compostos).
- As tecnologias críticas relacionadas a um determinado sistema dependem da atividade exercida pela empresa. Como exemplo, pode-se citar que, na área de propulsão, para uma empresa desenvolvedora de motores, a tecnologia *single crystal cast*, utilizada na fabricação de palhetas de turbina, é muito importante para um futuro ganho de competitividade. Já para uma fabricante de aeronaves, as tecnologias críticas na área de propulsão podem ser a integração do sistema de controle do motor com o de comando de voo da aeronave (*Fadec and Flight Control Interface*) e as técnicas para redução de ruído.



- É pouco provável que nos próximos dez anos o Brasil venha a ter indústrias nacionais que produzam itens de alto valor agregado para o setor aeronáutico, como os motores.

Com base nesses aspectos, chegou-se à seleção das tecnologias que poderão vir a ser desenvolvidas por empresas do setor aeronáutico brasileiro, agrupadas de acordo com as áreas priorizadas neste estudo (ver Quadro 3.4).

QUADRO 3.4

Tecnologias Seleccionadas por Sistemas Priorizados

Sistemas Priorizados	Tecnologias
Engenharia	Multidisciplinary Design Optimization
	Computational Fluid Dynamics (CFD)
	Aeroacoustics
	Active Structures with Embedded Sensors
	Structural Health Monitoring and Diagnostics
	All-Electric Systems
Controle (comandos de voo)	Unmanned Aerial Vehicles (UAV)
	Active Control
	Reconfigurable and Adaptive Flight Controls
	Fault Tolerant Systems
	Propulsion/Flight Control Integration
	Flight Load-limiting Automatic Systems
Propulsão	Fly-by-Wire
	Fly-by-Light
	Full Authority Digital Engine Control (FADEC)
	Oil-Free Engine
Combustível	Noise and Emission Reduction
	Fuel-Cells APU
	Alcohols (Ethanol and Methanol)
	Cryogenic Fuels (Methane and Hydrogen)
	Low Emission Fuels

continua



continuação

Sistemas Priorizados	Tecnologias
Aviônica	Distributed Computer Architecture Common Core Cockpit and Flight Control Systems with Programmable Functionality All-weather Synthetic Vision Digital Terrain Recognition Electromagnetic Radiation Hardening High Density Data Storage Fail-Safe Avionics
Comunicação	High Bandwidth Data Link Satellite Communications Secure Communications Network (Encryption, Frequency Hopping) Centric Networks
Software	Simulation and Modeling High-Performance Computing Computer-Aided Software Engineering (CASE) Safety Critical Applications Software Decision support using artificial intelligence Augmented Reality Virtual Aircraft
Matéria-prima	Composite Materials (Prepreg, Carbon Fiber) High Strength Composites Metal-Ceramic Nano-Structured Materials Nanotubes Composites
Fabricação de peças	Large Composite Structures Highly Automated Manufacturing Milling Machine with 5 Axes Multitask Machine Tools Advanced Cutting Techniques (Water Jet, Laser Beam, Electron Beam) Superplastic Forming
Proteção superficial	Corrosion Protection Coating Materials Surface Treatment

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados do USPTO.



Evidentemente, tais tecnologias e sistemas apresentam níveis variados de dificuldades de desenvolvimento e/ou de produção internos. Entretanto, o estudo do perfil de competências realizado revela um número razoável de grupos de pesquisa no país com capacidade para avançar nos sistemas e tecnologias apontados.

Cruzando-se o diretório de grupos de pesquisa da Plataforma Lattes com os 15 sistemas e as 69 tecnologias do Quadro 3.4, chegou-se à identificação de 748 linhas de pesquisa relacionadas em cerca de 200 grupos de pesquisa. Entre essas linhas e grupos, foram analisados os níveis de excelência científica e tecnológica, obtendo-se 166 linhas de pesquisa consideradas de alta e muito alta relevância nos cenários nacional e internacional. Ou seja, há um nível não desprezível de competências instaladas nas organizações de pesquisa no Brasil relacionados a um conjunto de temas tecnológicos de expressão para o futuro da indústria aeronáutica.

3.6.3 Sobre a Evolução das Patentes no Setor Aeronáutico

O trabalho de mineração de dados de patentes mostrou um perfil geral de aumento do número de patentes das empresas aeronáuticas e dos principais parceiros da Embraer.

BAE, Honeywell, Lockheed Martin, Northrop Grumman, Boeing, EADS, Airbus, Hamilton Sundstrand e Parker Hannifin são alguns exemplos de empresas que registraram um alto número de patentes nos últimos seis anos. Isso denota um ponto positivo ao revelar que os principais fornecedores e parceiros de risco têm crescente atividade tecnológica inovadora. Entretanto, a mesma análise de patentes mostra que a Embraer é a única entre os grandes fabricantes de aeronaves que não tem atividade patentária. Naturalmente, a maior ou menor atividade patentária é um indicador parcial da capacidade de inovar de uma empresa. Para alguns setores (como o farmacêutico e o de especialidades químicas em geral), esse indicador é crítico; para outros, essa prática não demonstra competitividade industrial.

O caso do setor aeronáutico é particular. Primeiro porque, como comprova a Embraer, é possível ser um protagonista em âmbito global sem



ser um inovador patenteador. Um conjunto expressivo de inovações pode ser introduzido sem esforço de P&D tecnológico. Inovações organizacionais, gerenciais, relacionais, entre outras, às vezes são tão ou mais importantes que as inovações tecnológicas que se traduzem em patentes. Entretanto, em dado momento da organização produtiva de uma indústria (e esse é justamente o caso da Embraer, que se aproveitou de forma inteligente de avanços não estritamente tecnológicos), as inovações tecnológicas serão sempre críticas para a manutenção da liderança produtiva e comercial, sobretudo em setores nos quais este tema é praticamente uma pré-condição.

Embora a ausência de P&D forte e de atividade patentária não tenha sido um empecilho para o crescimento e a competitividade da Embraer nos últimos anos, sua ausência (ou seus baixos níveis) é um dado que preocupa no médio e no longo prazos. A dependência extrema de tecnologias trazidas por fornecedores e parceiros (sobre os quais não se tem o mínimo controle) é sinal de fragilidade competitiva no longo prazo, e embora essa fragilidade possa demorar a se manifestar, isso não quer dizer que a falta de atividade patentária (e, conseqüentemente, de desenvolvimento tecnológico *in house* – ou controlado) não seja importante no longo prazo.

Esta é mais uma excepcionalidade da indústria aeronáutica brasileira: a falta de atividade sistemática de desenvolvimento tecnológico nos diversos segmentos da cadeia, em especial na empresa integradora.

3.6.4 As Competências Científicas e Tecnológicas no Brasil

Diante desse contexto de aceleração da fronteira tecnológica internacional, a situação do sistema de inovação brasileiro na indústria da aeronáutica não é das mais favoráveis. A Embraer, que aumentou consideravelmente seu corpo de engenheiros desde 1996, dispõe de fortes competências na área de integração de sistemas e de aerodinâmica, mas depende da atualização tecnológica proporcionada por seus parceiros e fornecedores.

No entanto, o mapeamento de competências realizado no presente estudo revelou um panorama relativamente diversificado e de bom



nível nas principais áreas emergentes em sistemas aeronáuticos escolhidos como os de maior potencial de internalização no Brasil. Há um número expressivo de grupos de pesquisa operando, no país, nas 69 tecnologias selecionadas pela análise de patentes e consideradas prioritárias por este estudo. Sistemas de engenharia e matéria-prima são os que apresentam maior número de grupos de pesquisa atuantes, sendo engenharia substantivamente maior que os demais, o que está em acordo com o encontrado na composição da CAB. Outro destaque desse tema de competências é a grande diversidade de número de grupos de pesquisa entre os sistemas. Alguns aparecem com um número bastante elevado, outros com apenas um grupo.

Do ponto de vista das políticas, é preciso buscar tanto um maior equilíbrio quanto o preenchimento de algumas lacunas observadas. Embora haja uma grande concentração de competências em apenas uma instituição de pesquisa – o CTA (detém 23% dos grupos de pesquisa encontrados para os temas pesquisados) –, nos últimos anos tem havido certa diversificação institucional, embora isso não aponte necessariamente uma tendência.

Da mesma forma que se observa alguma diversificação institucional na pesquisa em tecnologia aeronáutica, nota-se também um aumento da quantidade de cursos de pós-graduação em engenharia e ciências aeronáuticas, que passaram de apenas um, no início dos anos 1990, para 24 na atualidade. É certo que a maioria desses novos cursos não forma engenheiros aeronáuticos, mas principalmente profissionais de ciências aeronáuticas, cujo perfil não reúne as competências necessárias para realizar P&D aeronáutico.

É normal que uma área do conhecimento tão especializada encontre abrigo em poucas organizações de pesquisa. Na verdade, a concentração excessiva só preocupa quando a principal organização de pesquisa passa por sucessivas crises financeiras, gerenciais e organizacionais. O prolongamento de tal processo pode representar a ameaça de perda de competências.

No Brasil, essa organização principal é militar, o CTA, referência internacional de excelência em pesquisa e ensino, berço da própria indústria aeronáutica brasileira e de tantas outras conquistas, como o



motor movido a etanol, que hoje impulsiona investimentos bilionários no país. Ali estão os principais grupos de pesquisa e as principais competências em sistemas e tecnologias aeronáuticas. Qualquer política de fortalecimento das competências científicas e tecnológicas e, mais do que isso, de fortalecimento da base de competências da cadeia aeronáutica, precisa levar em conta a recuperação institucional desse Centro (hoje chamado Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial).

A mesma força que um dia construiu o CTA precisa, hoje, promover sua atualização gerencial e modernização institucional. O fato de ser uma organização militar não é, em princípio, vantagem ou desvantagem. Entretanto, nos últimos anos tem havido uma má compreensão do significado de se manter uma organização pública de pesquisa aplicada a um setor econômico que só tem feito crescer. O CTA deve ser uma instituição que não apenas acompanha a evolução da indústria que ele mesmo ajudou a criar, como também líder científico e tecnológico em um setor que, para crescer, exige nada menos que a fronteira do conhecimento.

É preciso haver uma revisão dos modelos institucional e gerencial desse Centro, sob pena de se tornar uma ilha de boas competências desintegradas da realidade sistêmica do desenvolvimento científico, tecnológico e produtivo. As mudanças promovidas no Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI), no tema de certificação, são um reflexo claro da necessidade de mudança do modelo institucional e gerencial do Centro.

A organização militar que um dia foi visionária e antecipou a história criando um complexo de pesquisa, ensino e indústria, contra todas as apostas, não pode hoje fechar os olhos para o fato de que o atual modelo não mais responde às necessidades da indústria e do país que a cerca.

3.6.5 Competências e Prioridades de Pesquisa em Tecnologias e Sistemas Aeronáuticos

Com base na correlação estabelecida entre as linhas e os grupos de pesquisa no estudo de competências com tecnologias selecionadas



por sistemas priorizados (apresentados no Quadro 3.4), pode-se perceber que a competência instalada no país está, em grande parte, em tecnologias/sistemas de mediano grau de relevância para o setor. Entre as tecnologias e sistemas analisados, o Brasil é altamente qualificado em cerca de 26% delas.

Quatro tecnologias principais foram identificadas como sendo de máxima competência no país: *rapid prototyping manufacturing* (na UTF-PR/Universidade Tecnológica Federal do Paraná) e *reconfigurable and adaptative flight controls* (no ITA) e duas ocorrências para as tecnologias *advanced cutting techniques* (no CNEN e no CTA) e *distributed computer architecture* (no ITA e no Cenpra). O Quadro 3.5 mostra o número de ocorrências em sistemas ou tecnologias com média do grau de relevância igual ou maior que três (escala de 1 a 4).

QUADRO 3.5

Sistemas ou Tecnologias com Média do Grau de Relevância ≥ 3

Sistema ou Tecnologia	Ocorrências	Média do Grau
Active Structures with Embedded Sensors	14	3,2
Advanced Jointing Technologies	10	3,3
Aeroacoustics	9	3,0
Safety Critical Applications Software	8	3,9
Computer-Aided Software Engineering (Case)	6	3,5
Nano-Structured Materials	6	3,5
Metal-Ceramic	6	3,3
Robotic Production	5	3,2
High Performance Computing	4	3,8
Digital Terrain Recognition	4	3,0
Simulation and Modeling	3	3,3
Superplastic Forming	3	3,0
Unmanned Aerial Vehicles (UAV)	3	3,0
Advanced Cutting Techniques	2	4,0
Distributed Computer Architecture	2	4,0
Rapid Prototyping Manufacturing	1	4,0

continua

continuação

Sistema ou Tecnologia	Ocorrências	Média do Grau
Reconfigurable and Adaptative Flight Controls	1	4,0
Low Emission Fuels	1	3,0
Nanotubes Composites	1	3,0
Propulsion/Flight Control Integration	1	3,0

Fonte: Elaboração própria com base no DGP/PL, Censo 2004.

Em resumo, há, no país, competências em temas relevantes para a indústria aeronáutica. Essas competências estão concentradas em poucas instituições e cobrem uma parte nada desprezível das tecnologias e sistemas de importância e oportunidade para o Brasil que foram priorizados neste estudo. A base de competências existe e precisa ser ampliada.

A tarefa, entretanto, é um pouco mais árdua do que simplesmente aumentar a base de competências. Não basta, como se sabe, preencher lacunas de competências se estas não estão de alguma forma integradas à cadeia produtiva. Incorporar as competências existentes a processos de desenvolvimento tecnológico e, sobretudo, de inovação é o grande desafio.

A incorporação de P&D ao processo de inovação por meio de estímulo da própria cadeia, sobretudo da empresa integradora, é um vetor de impacto na competitividade e a principal razão de se investir em mais competências no país. Este é, sem dúvida, um ponto de convergência de estratégias empresariais com políticas públicas (talvez um dos mais importantes para a competitividade de longo prazo da cadeia produtiva) e que tem sido apenas timidamente explorado pelos dois lados (empresas e governo).

A Embraer e o governo não devem ter receio de investir pesadamente em desenvolvimento tecnológico e na formação de competências integradas ao processo de inovação no país. Só assim se pavimentará o caminho de longo prazo de uma indústria que é, por vários aspectos, uma exceção em âmbito global.



3.6.6 Cenários para a Indústria

Os cenários da indústria aeronáutica, elaborados com base em um painel realizado com integrantes do setor, apontam importantes desafios. Dois dos cenários são de crise, cuja origem pode ser uma crise econômica mundial, com consideráveis efeitos sobre o setor, ou setorial, suscitada por fatores relacionados ao setor. Nesses dois casos, os desdobramentos seriam muito desfavoráveis para a indústria aeronáutica brasileira, que depende fundamentalmente de encomendas externas e da aliança com fornecedores internacionais.

Surgiram também dois cenários relativamente otimistas, sendo o primeiro favorável no plano global, mas não necessariamente no plano nacional, e o segundo propício também no plano nacional. Ambos apóiam-se no pressuposto de uma continuidade da expansão da economia mundial e na implementação de uma política nacional proativa que coopere para o adensamento da cadeia produtiva e tecnológica nacional. Essa situação estaria condicionada a incentivos que não se restringiriam ao financiamento das exportações, mas que enfocariam programas consistentes de cunho militar e civil que melhorem o adensamento da cadeia como um todo. Políticas de fomento a P&D fariam parte desse conjunto de iniciativas.

Em todos os cenários, otimistas e pessimistas, o posicionamento da indústria deveria ser de “correr para frente”. Não há outra saída para um setor que atingiu grau global e liderança em segmentos industriais importantes. Assim, o adensamento tecnológico é uma obrigação, não uma opção. Num setor econômico e tecnicamente concentrado, com alto conteúdo tecnológico, de inovações sendo geradas em diversas áreas do conhecimento, oriundas dos mais diversos setores, a única alternativa é competitividade construída. E essa competitividade construída passa por investimentos em novo conhecimento. O quanto disto deve impactar o aumento da densidade produtiva é um tema a se discutir.

A Embraer só poderá existir no futuro se construir um novo tipo de competência que lhe permita participar diretamente das negociações com as novas gerações de aeronaves. A densidade produtiva não é uma condição essencial, mas a densidade tecnológica e de conhecimento, sim.



Um dos cenários mostrou que, mesmo em condições favoráveis nos âmbitos interno e externo, o Brasil perderá progressivamente posição internacional exatamente pela fragilidade da cadeia instalada no território nacional e pela entrada decisiva de China e Rússia no mercado de jatos regionais. A continuidade da política pública atual, de ênfase quase exclusiva no financiamento da comercialização, para reverter qualquer um dos cenários pessimistas e para estimular os cenários otimistas, deveria ser substantivamente ampliada. Essa ampliação deveria ocorrer em especial no incentivo ao investimento tecnológico, não apenas por parte da Embraer (este um fenômeno que, em certa medida, já começou a ocorrer nos últimos meses), mas também na reorganização institucional do sistema setorial de inovação. Na verdade, o tema central seria justamente o da construção do sistema setorial de pesquisa, desenvolvimento e, principalmente, inovação.

É preciso ter em mente que a indústria aeronáutica é altamente dependente de tecnologias avançadas. As empresas, para manter a competitividade, necessitam de uma base tecnológica que lhes possibilite negociar fornecimento e, principalmente, desenvolvimento com os fornecedores.

EUA, UE, Canadá e China possuem sistemas de inovação evidentemente em graus de maturidade diferentes. A ausência de um tal sistema de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) é outra excepcionalidade da indústria aeronáutica brasileira.

Em síntese, a indústria aeronáutica brasileira é um sucesso em condições excepcionais, fora dos padrões esperados para essa indústria em âmbito global. Recuperando as excepcionalidades comentadas nesta seção, trata-se de um setor (na verdade, de uma empresa) que vem crescendo de forma extraordinária, com reduzido apoio governamental (exceto para comercialização), sem demandas militares substantivas, sem uma cadeia produtiva internalizada e sem um sistema de P&D&I minimamente desenvolvido. Em termos prospectivos, é difícil imaginar como será um setor com tais características daqui a 20 anos (ou menos). Assim:

- Os limites de crescimento para cima (jatos de maior porte) aparentemente já foram atingidos com a família 170/190.



- O foco na demanda por aviação regional enfrentará uma concorrência crescente e vinda de países que possuem políticas para o setor aeronáutico que o Brasil não tem.
- O aumento da densidade produtiva é restrito em função da escala de produção e dos fatores relativamente fracos de atração (é possível que a densidade aumente por nichos de mercado, para os fornecedores atuais, que necessariamente teriam de passar a grau global). Esse aumento também é possível pela atração de parceiros de risco de maior envergadura, ainda que isso seja limitado.
- A menor densidade produtiva, que é aparentemente vantajosa para atravessar tempos de crise sofrendo um menor impacto (em razão dos menores custos e ao menor capital imobilizado), não parece ser um fator de competitividade de longo prazo, ainda mais que os principais concorrentes, apesar de não apresentarem essa condição, possuem outras que os ajudam a enfrentar as crises.
- O sistema de P&D&I está por ser construído e, hoje, apresenta fragilidade não apenas por ter competências fragmentadas e por possuir um modelo institucional desatualizado, mas também porque a pesquisa *in house* na integradora da cadeia é muito reduzida quando comparada à existente no âmbito das concorrentes (atuais e potenciais).

Dadas as condições atuais, uma simples projeção de tendências indicaria grandes obstáculos ao futuro do setor no Brasil. Como reverter essa trajetória é a questão que interessa. Na verdade, a solução passa por ações simultâneas em todas as frentes, tomando-se cuidado para que a dose não mate o paciente. Assim, dois pontos emergem do estudo prospectivo e que vão se somar às conclusões gerais do estudo:

- A necessidade de adensamento produtivo deve ser vista com cuidado, não só porque a tarefa de desenvolver a indústria no país é por si só difícil, mas também porque pode interessar ampliar a capacidade industrial em nichos nos quais possamos competir globalmente. A atração de capitais (parceiros de risco e empresas de outros setores), embora limitada, é parte essencial do fortalecimento da indústria.



- O adensamento tecnológico é outro ponto que ganha destaque, talvez maior que o ponto do adensamento produtivo. É possível criar uma referência em certas áreas do conhecimento e em certas tecnologias. Para tanto, devem-se reorganizar os atuais vestígios de um sistema setorial de inovação a fim de aumentar a capacidade de enfrentamento de novas gerações de materiais, propulsão e consumo, aviônica, entre outras tecnologias e sistemas absolutamente centrais para a competitividade da indústria. Não se trata de sair criando tecnologia para competir com parceiros de risco e seus fornecedores. Trata-se, sobretudo, de desenvolver competências que sejam respeitadas internacionalmente e que permitam dialogar com os atores que vão construir o futuro da indústria. Em outras palavras, trata-se de participar da construção do futuro dessa indústria.



ANEXO 1 – ESTRUTURA DOS CENÁRIOS SEGUNDO DIFERENTES DIMENSÕES E SUAS INCERTEZAS CRÍTICAS

Cenários da Indústria Aeronáutica para Dez Anos

Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Mercado Global de Aeronaves				
Evolução da demanda por aviões de longo alcance.	EUA e/ou Sudeste Asiático entram em grave crise econômica no período. Ocorrem grandes oscilações de demanda e investimento.	Ocorre um ou mais eventos catastróficos com grandes aeronaves (terrorismo, acidentes etc.) de modo que a demanda se reduz.	Em dez anos, o ritmo do crescimento econômico mundial se mantém e as projeções otimistas atuais se concretizam.	Em dez anos, o ritmo do crescimento econômico mundial se mantém e as projeções otimistas atuais se concretizam.
Evolução da demanda por aviões regionais.	EUA entram em grave crise econômica no período. Ocorrem grandes oscilações de demanda e investimento.	Regulação nacionalista (com irracionalidade de mercado) e competição com infraestrutura terrestre (modais) prejudicando a aviação regional.	Estrutura da indústria globalizada; sofisticação (capacidade de compra); volume crescente da demanda.	Estrutura da indústria globalizada; sofisticação (capacidade de compra); volume crescente da demanda.
Evolução da demanda por aviões executivos.	Desempenho das grandes corporações globais e da renda dos ricos caem, afetando negativamente a demanda.	Outros modais exercem forte concorrência, estagnando a demanda.	Restrições tecnológicas e de infraestrutura de voo são removidas, impulsionando a demanda.	Restrições tecnológicas e de infraestrutura de voo são removidas, impulsionando a demanda.
Evolução da demanda por aeronaves de defesa.	Cai a demanda em função da redução das tensões internacionais.	A exacerbação da regulação e das restrições à exportação por parte dos detentores de tecnologias força o adensamento das cadeias produtivas em outros pólos.	Aumento da demanda, mas com inteligência e precisão substituindo crescentemente aeronaves tripuladas e deslocamento de tropas.	A exacerbação da regulação e das restrições à exportação por parte dos detentores de tecnologias força o adensamento das cadeias produtivas em outros pólos.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Evolução das companhias aéreas (executivo, regional e longa distância).	Racionalismo econômico; aumento da concorrência levará a associações e fusões de empresas (especialmente no mercado longa distância).	Nacionalismo, manutenção de empresas nacionais via regulação e apoio dos estados (especialmente nos mercados regionais).	Racionalismo econômico; aumento da concorrência levará a associações e fusões de empresas (especialmente no mercado longa distância).	Nacionalismo, manutenção de empresas nacionais via regulação e apoio dos estados (especialmente nos mercados regionais).
Aumento do preço do petróleo e consumo de combustível.	Queda do preço do petróleo a ponto de estimular a reutilização de aeronaves antigas.	Grande escassez de petróleo, alta radical nos preços.	O preço do petróleo permanece em alta, motores mais eficientes, novos materiais e aerodinâmica mais eficiente. Aumento do volume de investimento em P&D.	Alta volatilidade nos preços, dificultando as projeções e decisões.

Modelos de Parcerias e Outsourcing em Âmbito Global

Evolução das políticas de <i>make or buy</i> em âmbito global.	Reversão da tendência de desverticalização.	Reversão da tendência de desverticalização.	Modelo de desverticalização se perpetua.	Modelo de desverticalização se perpetua.
Evolução das parcerias estratégicas para desenvolvimento de produtos.	Reversão (ou diminuição do espaço) da tendência de formação de parcerias.	Reversão (ou diminuição do espaço) da tendência de formação de parcerias.	Intensificação da importância dos aspectos econômico-financeiros e comerciais, com manutenção da tendência de estabelecimento de parcerias, mesmo afastando os construtores do domínio de algumas tecnologias fundamentais.	Políticas governamentais incentivarão o fortalecimento de grupos empresariais que viabilizassem parcerias locais em detrimento de parcerias globais.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Evolução das estratégias de localização dos investimentos em aeroestruturas no plano global.	Reversão da tendência, com a internalização da atividade de produção de aeroestruturas.	Tendência mantida, porém com limitações por causa da infraestrutura logística e operacional local que impediria a escolha ótima de locais de produção de aeroestruturas.	Tendência à terceirização da produção de aeroestruturas dos construtores de aeronaves. Direcionamento e realocização das operações produtivas.	Tendência à terceirização da produção de aeroestruturas dos construtores de aeronaves. Direcionamento e realocização das operações produtivas.
Evolução das estratégias de localização dos investimentos em interiores no plano global.	Tendência de verticalização da produção, com a internalização da atividade de produção de interiores.	Alteração radical do conceito de interiores levará ao surgimento de novos fornecedores, tornando mais flexível a escolha e diminuindo a concentração no segmento.	Alteração radical do conceito de interiores levará ao surgimento de novos fornecedores, tornando mais flexível a escolha e diminuindo a concentração no segmento.	Fortalecimento da tendência atual, especialmente no que tange à customização. Localização é menos importante do que a capacidade de entregar novos desenvolvimentos. Fornecimento dos componentes básicos a partir de múltiplas fontes.
Evolução das estratégias de localização dos investimentos em peças e ferramental no plano global.	Reversão da tendência pela retração da demanda por aviões.	Escassez da matéria-prima ou evolução do processo de manufatura levará a uma concentração dos fornecedores.	Manutenção com fortalecimento da tendência de terceirização de baixo custo, especialmente a direcionada para produtores que tenham acesso a máquinas mais baratas.	Manutenção com fortalecimento da tendência de terceirização de baixo custo, especialmente a direcionada para produtores que tenham acesso a máquinas mais baratas.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Evolução das estratégias de localização dos investimentos em matérias-primas no plano global.	Crise no fornecimento de matérias-primas por causa da priorização de uso nos países produtores.	Crise no fornecimento de matérias-primas por causa da priorização de uso nos países produtores.	Fortemente concentrada, barreiras à entrada provocadas pela necessidade de escala. Evolução crescente do mercado para o uso de materiais compostos de alta resistência.	Política pública de apoio ao desenvolvimento de novos fornecedores no próprio país, principalmente para matérias-primas estratégicas, como o titânio.
Evolução das estratégias de localização dos investimentos em equipamentos e sistemas no plano global.	Surgimento de novos fabricantes, <i>joint ventures</i> ou licenciamento para a fabricação de componentes de menor complexidade, mais modularizáveis.	Surgimento de novas empresas integradoras de sistemas.	Concentração e movimentos de fusões, formação de grandes grupos que dominam a concepção e certificação. Maior flexibilidade no que tange às possibilidades de fabricação. Tendência de comunalidade. Barreiras à entrada elevadas derivadas de alta complexidade e custo, com escala reduzida.	Concentração e movimentos de fusões, formação de grandes grupos que dominam a concepção e certificação. Maior flexibilidade no que tange às possibilidades de fabricação. Tendência de comunalidade. Barreiras à entrada elevadas derivadas de alta complexidade e custo, com escala reduzida.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Evolução das estratégias de localização dos investimentos em sistemas de propulsão no plano global.	Surgimento de novos fabricantes, <i>joint ventures</i> ou licenciamento para a fabricação de componentes de menor complexidade, mais modularizáveis.	Surgimento de novas empresas integradoras de sistemas de propulsão atuando em nichos.	Grande concentração e movimentos de fusões, formação de grandes grupos. Tendência de comunalidade. Barreiras à entrada elevadas derivadas de alta complexidade e custo, com escala reduzida.	Grande concentração e movimentos de fusões, formação de grandes grupos. Tendência de comunalidade. Barreiras à entrada elevadas derivadas de alta complexidade e custo, com escala reduzida.
Fatores Críticos de Competitividade em Âmbito Global				
Especialização <i>versus</i> diversidade das linhas de produtos (av. civil grande e médio portes, porte médio, executiva, agrícola, trein., defesa).	Diversificação das plataformas, revertendo a tendência de especialização.	Importância cada vez maior da venda de solução (agregação de valor em serviços) em oposição à simples venda do produto.	Manutenção da tendência à especialização.	Importância cada vez maior da venda de solução (agregação de valor em serviços) em oposição à simples venda do produto.
Capacitação em certificação.	Asiáticos e russos desenvolvem sistemas de certificação próprios aceitos pelos mercados.	Concentração em algumas regiões e empresas do domínio sobre procedimentos de qualidade e segurança; normas cada vez mais exigentes.	Desconcentração geográfica das empresas que dominam os processos de certificação de qualidade e de segurança.	O país de algum grande fabricante (exceto Brasil) perde a capacidade de certificação.
Financiamento para produção (capital fixo e capital de giro).	Quebra na cadeia de pedidos, há aumento da percepção de risco, levando à escassez de financiamento de capital (com o concomitante aumento da necessidade de capital de giro).	Quebra na cadeia de pedidos, há aumento da percepção de risco, levando à escassez de financiamento de capital (com o concomitante aumento da necessidade de capital de giro).	Manutenção da situação atual, condicionada ao crescimento econômico mundial.	Manutenção da situação atual, condicionada ao crescimento econômico mundial.

continua

Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Financiamento e incentivos para a P&D.	Reversão da tendência atual decorrente de restrições fiscais.	Manutenção da tendência atual, inclusive com a entrada de novos governos apoiando o desenvolvimento tanto de programas militares como civis.	Os recursos estarão apenas nos países ricos. Países menos desenvolvidos com estrangulamento de recursos para P&D.	Redução do apoio do governo em função de momento de poucos conflitos (redução do vínculo entre soberania e investimento em tecnologia aeronáutica). Ampliação da participação do setor privado no investimento a P&D.
Financiamento para comercialização.	Desequilíbrio global, alguns Estados mantendo financiamento e outros descontinuando as políticas de apoio	Estrangulamento da capacidade de financiamento privado em decorrência de uma aceleração na aposentadoria de aeronaves ou de recessão econômica, permanecendo a responsabilidade dos fabricantes em levantar recursos.	Financiamento abundante à comercialização com recursos privados e/ou públicos.	Dependência cada vez menor de recursos públicos para o financiamento a vendas, com aperfeiçoamento da atuação dos intermediários financeiros e responsabilidade dos fabricantes de levantarem os recursos necessários.
Poder de compra do Estado no mercado militar e parapúblico.	Menos países/governos mantêm estratégia de compra interna.	Acirramento das tensões entre nações levam a um incremento do orçamento militar.	Menos países/governos mantêm estratégia de compra interna.	Políticas governamentais indutoras dos gastos públicos militares na indústria local. Muitos Estados realizam compras internas e vinculam importações à geração de <i>offsets</i> .

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Oferta de mão-de-obra qualificada.	Diminuição da demanda em decorrência de crise mundial que afetaria a indústria aeronáutica. Oferta de mão-de-obra operacional com baixa mobilidade em diferentes países emergentes.	Diminuição da oferta em função da concorrência ensejada por outros setores ou por países com salários mais baixos. Escassez de mão-de-obra com forte mobilidade (na engenharia).	Aumento da demanda, com migração para regiões produtoras mais favoráveis.	Oferta concentrada em algumas regiões do mundo onde existe produção aeronáutica; níveis de qualificação e conhecimento técnico-científico cada vez mais elevados.
Regulamentação e Certificação				
Certificação de sistemas da qualidade e de processos.	Governos utilizando sistema de metrologia e normalização como instrumento de negociação de contrapartidas de entrada em seus mercados.	Mais exigente e restritiva, acarretando maiores custos e acordos internacionais para certificação entre países.	Criação de um ambiente de metrologia e normalização unificado.	Criação de um ambiente de metrologia e normalização unificado.
Evolução das exigências de certificação de aeronaves civis.	Governos utilizando sistema de metrologia e normalização como instrumento de negociação de contrapartidas de entrada em seus mercados.	Criação de um ambiente de metrologia e normalização unificado. Desenvolvimento de uma rede de certificação internacional	Aumento do número de acordos internacionais para certificação e homologação, com vistas à redução de custos.	Governos utilizando sistema de metrologia e normalização como instrumento de negociação de contrapartidas de entrada em seus mercados.
Evolução das exigências de certificação de aeronaves militares.	Barreiras comerciais mais fortes devido a restrições por tecnologias sensíveis incorporadas em itens de fornecedores (<i>export control</i>).	Barreiras comerciais mais fortes devido a restrições por tecnologias sensíveis incorporadas em itens de fornecedores (<i>export control</i>).	Autonomia para especificação de missão pelo Estado de origem condiciona o engajamento em projetos de cooperação tecnológica internacionais.	Autonomia para especificação de missão pelo Estado de origem condiciona o engajamento em projetos de cooperação tecnológica internacionais.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Bases de Competitividade no Brasil				
Condições macro-econômicas brasileiras, em relação aos principais concorrentes (atuais e potenciais).	Prevalência de políticas desenvolvimentistas, com descontrole da inflação, baixas taxas de crescimento, descontrole das contas públicas.	Prevalência de políticas desenvolvimentistas, com crescimento econômico, juros baixos, inflação controlada, câmbio estável.	Prevalência de políticas desenvolvimentistas, com crescimento econômico, juros baixos, inflação controlada, câmbio estável.	Brasil como <i>investment grade</i> : atingirá maior estabilidade econômica, com redução das taxas de juros e diminuição da instabilidade cambial.
Financiamento para produção (capital fixo e capital de giro).	Empresas nacionais (micro, pequena, média e grande) com acesso aos recursos nacionais e internacionais (captação externa).	Tendência de manutenção das fontes de financiamento e de acesso ao crédito; as pequenas empresas continuarão com dificuldades para acessar esses recursos.	Flexibilização das políticas de financiamento para PMEs, apostando mais no <i>business plan</i> , requerendo para isso menores taxas de garantias reais, que vão além da participação e intervenção das agências de fomento.	Empresas nacionais (micro, pequena, média e grande) com acesso aos recursos nacionais e internacionais (captação externa).
Condições de tributação e burocracia do comércio exterior.	Redução de alguns tributos e implantação de regimes aduaneiros diferenciados, os quais afetam parte da cadeia.	Manutenção da situação atual de excesso de burocracia e de controle, sem perspectiva de redução dos tributos sobre a produção.	Redução de alguns tributos e implantação de regimes aduaneiros diferenciados, os quais afetam parte da cadeia.	Eliminação da assimetria da carga tributária sobre o produto brasileiro e o produto no exterior; homogeneização do tratamento tributário oferecido à Embraer e às companhias aéreas para todo o setor aeronáutico; e a implantação de um novo regime aduaneiro que agilize o processo de exportação e permita alavancar a competitividade.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Estrutura de certificação.		Instabilidade na estrutura de certificação, com conseqüente perda de tempo de resposta.	Deterioração das competências já consolidadas e perda da capacidade de certificação.	Aumento dos investimentos na estrutura de certificação de forma a manter a competência instalada, de referência mundial.
Infra-estrutura local de P&D.		Intenso desaparecimento do complexo de P&D&E e Inovação.	Manutenção da estrutura atual de P&D&E e Inovação (contingenciamento dos recursos e escassez de linhas de financiamento destinados à P&D&E e Inovação).	Ampliação da estrutura (a partir do sucesso da nova legislação voltada à P&D&E e Inovação – sobretudo, a partir da entrada em vigor da Lei de Inovação).
Financiamento para comercialização.	Restrição dos financiamentos proporcionados pelo governo brasileiro para as exportações e condições ruins de captação de recursos no mercado internacional.	Falta do apoio do governo brasileiro, mas condições adequadas no mercado internacional.	Apoio do governo brasileiro, tanto a partir da maior exposição do BNDES, quanto mediante a consolidação dos mecanismos de seguros a exportação. Excesso de liquidez. Condições favoráveis no mercado internacional para captação de recursos.	Apoio do governo brasileiro, tanto a partir da maior exposição do BNDES, quanto mediante a consolidação dos mecanismos de seguros a exportação. Por outro lado, o mercado internacional oferece condições desfavoráveis.

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Poder de compra do Estado no mercado militar.	Existência, porém ineficaz, de uma política de compra no setor de defesa.	Política ausente e sem efeitos multiplicadores para o setor e para o país.	Política ausente e sem efeitos multiplicadores para o setor e para o país.	Consolidação da política nacional de defesa de compra e direcionamento das encomendas para o mercado doméstico com recursos orçamentários garantidos.
Formação de RH.	Estagnação e falta de profissionais especializados (em termos quantitativos), decorrente do número limitado de engenheiros formados ano a ano.	Continuidade da distorção do mercado de trabalho para absorção de engenheiros no Brasil, que acabam sendo absorvidos por outros mercados que não aqueles ligados à engenharia.	Continuidade da distorção do mercado de trabalho para absorção de engenheiros no Brasil, que acabam sendo absorvidos por outros mercados que não aqueles ligados à engenharia.	A oferta de recursos humanos qualificados tende a se adequar ao crescimento da indústria.
Evolução do Setor no Brasil				
Evolução da participação da Embraer no mercado global de aviões.	Acirramento da concorrência no mercado regional (China e Rússia) levando a Embraer a reduzir sua participação em tal mercado.	Alianças estratégicas com outras integradoras nos mercados civil e/ou de defesa.	Embraer se mantém bem no mercado regional, mas não consegue crescer no mercado corporativo.	Aumento da participação da Embraer no mercado corporativo e de defesa; e manutenção da participação no mercado regional.
Consolidação e expansão das atividades produtivas e de engenharia dos parceiros de risco no Brasil.	Desmobilização das atividades dos parceiros de risco no Brasil, em função da perda de mercado pela Embraer ou outras condições adversas.	Presença dos parceiros de risco no país, com ênfase nas vendas para a Embraer, o que implica pouco crescimento e enraizamento local.	Presença dos parceiros de risco no país, com ênfase nas vendas para a Embraer, o que implica pouco crescimento e enraizamento local.	Ampliação das atividades dos parceiros de risco no Brasil, com ênfase em exportação (novas áreas de atuação.ex. <i>software/aviônica, eletrônica embarcada</i> etc).

continua



Incertezas Críticas	Crise Sistêmica	Crise Setorial	Mercado Aquecido	Crescimento Setorial no Brasil
Evolução da cadeia produtiva aeronáutica.	Desmobilização das atividades dos fornecedores nacionais, em função da perda de mercado pela Embraer ou outras condições adversas.	Presença de pequenas e médias empresas no país, com dependência das vendas para a Embraer, o que implica pouco crescimento.	Presença de pequenas e médias empresas no país, com dependência das vendas para a Embraer, o que implica pouco crescimento.	Florescimento das empresas de aeroestruturas no Brasil, com ênfase em exportação e mercado local (atendimento a Embraer e parceiros de risco), por meio de <i>joint venture</i> , fusão, crescimento etc.
Evolução da demanda por transporte aéreo no país.	Estagnação do setor, motivada por fatores externos (guerra, aumento do preço do petróleo, atentados terroristas etc.)	Estagnação do setor, motivada por fatores externos (guerra, aumento do preço do petróleo, atentados terroristas etc.)	Crescimento continuado da aviação regional, decorrente da expansão do turismo e da maior integração com países da América Latina.	Crescimento continuado da aviação comercial, decorrente do aumento do PIB, da desconcentração de renda e de uma nova regulamentação no setor.
Nível de capacitação e qualificação das empresas fornecedoras locais em relação às exigências do mercado global.		Falência de grande parte dos fornecedores locais por carência de gestão profissional e visão empresarial.	Aumento das iniciativas de <i>joint venture</i> , parcerias e fusões, com estratégias que viabilizariam melhor gestão por parte das empresas.	Replicação do modelo HTA de forma a viabilizar e melhorar o nível de capacitação e qualificação das empresas.



ANEXO 2 – TABELA DE TECNOLOGIAS – AERONAVES – ACARE STRATEGIC RESEARCH AGENDA (SRA – 2004, VOLUME 2)

Classif. (Classificação da Tecnologia):

- B-Base: essencial para estar no negócio, largamente explorada pelos competidores, baixo impacto competitivo.
- K-Key: fator-chave com elevado impacto competitivo.
- P-Pacing: em fase experimental por alguns competidores, com grande potencial de alto impacto competitivo.
- E-Enabling: em fase inicial de pesquisa ou emergente em outras indústrias, impacto competitivo desconhecido, mas promissor.

IMPACTO 2015

Indicação do Nível de Maturidade da Tecnologia em 2015:

A – Alto, M – Médio, B – Baixo

Tecnologia	Área	Classif.	Impacto 2015
Acoustic panels	Noise Reduction	B	A
Active noise suppression in cabin	Computational Acoustics	K, B	M
	Passenger and freight systems		
	Acoustic Measurements and Test Technology		
Adaptive (e.g. variable cycle) engine	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	M
Adaptive winglets	Airflow control	K	A
	Wing Design		
Airborne display of routing and traffic	Cockpit Systems, Visualization & Display Systems	E	A
	Avionics		

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Airborne enhanced/synthetic vision systems	Navigation/Flight Management/ Autoland	E	B
	Development of synthetic environment & virtual reality tools		
Alarm systems	Aircraft security	B	A
All electric aircraft	Electrical Power Generation & Distribution	P	M
All weather high precision navigation, landing and take off capability via Ground Based Augmentation System; Wake vortex and windshear detection and management system	Airport Traffic Management	P	M
Automated catering/cabin service	Passenger and freight systems	E	M
Automated flight information services	Passenger and freight systems	E	A
Automatic landing systems to enable forced landing of aircraft from the ground	Aircraft security	B	A
Autonomous flight control systems for freighter aircraft	Breakthrough technologies	E	B
Autonomous operations, Airborne self-separation system. Automated Flight Information service	Autonomous operation	P	M
Blended Wing Body configuration (BWB)	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	B
Bomb proof cargo containers; cargo screening and sensor system	Aircraft security	K	A
Cabin design, quick change concepts	Unconventional configurations and new aircraft concepts	K	B

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Camera sensor technology; sensor technology for detection; data fusion and signal processing for pattern recognition	Optics – optronics – lasers – image processing and data fusion	B	M
Capability of a/c to predict the vortex produced by preceding a/c with consequent reduced separation	Airport traffic management	P	B
Cockpit security monitoring systems	Aircraft security	B	A
Collaborative processes and systems for decision making	Collaborative decision making	K	M
Collaborative processes and systems for decision making	Airline operations		
Collision and terrain avoidance systems	Aircraft security	B	A
Combustion technologies for reducing emissions produced by conventional engine configurations	Combustion	B	A
Combustor operability	Combustion	K	A
Common core cockpit and flight control systems with programmable functionality for standardization, flight deck/handling commonality	Cockpit systems, visualization & display systems	K	M
	Electrical power generation & distribution		
Components with reduced thermo mechanical distortions and more efficient sealing technology	Performance	K	A
	Turbomachinery/propulsion aerodynamics		
Condition monitoring/increased service intervals	Smart maintenance systems	P	A
Conflict detection solutions, sense and avoid systems	Autonomous operation	P	M
Contra-rotating fan engine	Air-breathing propulsion	P	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Crew control of time optimized procedure, on board traffic awareness system	Avionics	P	M
Data fusion and signal processing for pattern recognition	Cockpit systems, visualization & display systems	K	M
	Optics – optronics – lasers – image processing and data fusion		
	Navigation/flight management/ autoland		
Data fusion and signal processing for pattern recognition, system simulation and validation	Development of synthetic environment & virtual reality tools	K	M
Decision support using artificial intelligence	Decision support systems	K	M
Dedicated freighter a/c	Unconventional configurations and new aircraft concepts	P	B
Designer materials tailored for multifunctional applications	Breakthrough technologies	E	M
Digital integration of the supply chain/virtual companies	Methods and it tools for collaborative product & process engineering	K	A
Electromagnetic technologies for drag reduction in cruise	Unsteady aerodynamics	E	B
	Aeronautical propulsion integration		
	Airflow control		
	Wing design		
Enhanced (prediction) accuracy for extended modeling and simulation application/coverage	Manufacturing and assembling technologies	P	A
	Computational methods		
Enhanced mixing design/ technologies for lean combustion	Combustion	K	A
Environmentally friendly processes	Smart maintenance systems	B	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Exploit specific capability for vertical landing (rotorcraft or tilt)	Unconventional configurations and new aircraft concepts	B	A
Fault tolerant systems, auto reconfiguration systems	Fault tolerant systems	K	M
Fire protection systems	Fire protection systems	K	A
Flexible machining equipment for multiple process integration at low production rates	Manufacturing and assembling technologies	K	M
Flight management system based landing	Navigation/flight management/ autoland	E	M
Flow control	Unsteady aerodynamics	P	M
	Aeronautical propulsion integration		
	Smart materials and structures		
	Airflow control		
Friction-reducing surface coatings (nanotechnology)	Metallic materials & basic processes	P	B
	Breakthrough technologies		
4D trajectory-based contract management system	Flow and capacity management	K	M
	Avionics		
Fuel cells for on-board energy supply (during cruise and on-ground)	Electrical power generation & distribution	E	M
Fuzzy logic/neural network bite with negligible false alarm rates for fault tolerant/extended maintenance designs	Smart maintenance systems	P	A
Geared fan engine	Air-breathing propulsion	P	A
Green coolants for machining	Manufacturing and assembling technologies	K	A
Ground and flight obstacle detection and avoidance system	Navigation/flight management/ autoland	P	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Health/integrity monitoring system for airline/type independent M&R base operation	Airline operations	P	M
High aspect ratio/low sweep configuration ('green glider')	Unconventional configurations and new aircraft concepts	P	A
High bandwidth datalink, encryption and secured communication network, encryption and secured navigation and landing signal network	Communications systems	K	M
High lift system design for high climb number design for high-lift system and steep take-off	High lift devices	K	A
High performance air ground data link and communication system	Communications system	E	A
	Communications system		
High power density electric motors	Electrical power generation & distribution	P	A
High precision IFR landings	Navigation/flight management/autoland	E	A
High precision navigation using high required navigation performance and area navigation	Navigation system	K	A
High RPM/no-thrust conditions for approach	Performance	P	A
High temperature materials and coatings for compressors, combustors and turbine	Performance	K	A
High-lift engine airframe integration (e.g. blown flaps with propeller or UHBR-engine)	Aeronautical propulsion integration	P	M
	Airflow control		

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Highly automated cabin and cargo logistics system to support efficient a/c operation (in-flight medical support etc.) (ST4)	Human survivability, protection and stress effects	K	A
Highly automated manufacturing, assembly and quality assurance	Manufacturing and assembling technologies	B	M
Human factor and behavior modeling	Human information processing	K, B	A
	Human survivability, protection and stress effects		
	Human factors integration, man-machine interface		
	Human performance modeling & enhancement		
Human element in security			
Hybrid laminar flow	Airflow control	P	M
Hydrogen-based engine concepts, a/c concepts with hydrogen-based propulsion	Breakthrough technologies	E	B
Improved human factors analysis and pilot workload prediction tools	Development of synthetic environment & virtual reality tools	K	A
	Human factors integration, man-machine interface		
	Human information processing		
	Human performance modeling & enhancement		
Increased re-use of systems/ components and new repair technologies	Smart maintenance systems	E	M
	Flight/ground tests		
Increased system operation automation and automated reconfiguration/one-man cockpit for passenger transport	Cockpit systems, visualization & display systems	E	A
Increased turbomachinery efficiencies and stall margins	Performance	K	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Integrated nacelle/wing design for UHBR engines	Aeronautical propulsion integration	K	A
	Air-breathing propulsion		
Innovative active control devices for noise with the possible use of mems	Noise reduction	P	M
	Electronics & microelectronics for on-board systems		
	Engine controls		
Inter-cooler recuperator engine (ICR)	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	M
Landing gear noise reduction technologies (fairings...)	External noise prediction	K	A
Lifetime increasing technologies (coatings, improved sealing)	Smart maintenance systems	K	A
Lightweight architecture and materials for engine rotors and structures	Performance	B	A
Low environmental impact materials and manufacturing (airframe, engine, equipment)	Manufacturing and assembling technologies	B	A
Low noise drag generation for approach	Unsteady aerodynamics	K	A
Low powered de-icing devices	Air-breathing propulsion	K	A
Missile attacks sensors, missile defense systems	Warning systems	B	A
Mission adaptive cabin/cargo configuration with fixed change times	Unconventional configurations and new aircraft concepts	P	M
Mission adaptive cabin/cargo configuration, easy lower deck compartment adaptation/reconfiguration for flexible passenger and cargo utilization	Aircraft performance assessment	K	M

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Mission adaptive cabin/cargo configuration, easy lower deck compartment adaptation/reconfiguration for flexible passenger and cargo utilization	Passenger and freight systems	K	B
More efficient cooling technologies	Performance	K	A
Morphing airframes	Wing design	E	B
	Smart materials and structures		
	Breakthrough technologies		
	Airflow control		
Multiple access cabin architecture, autonomous loads handling freighter	Passenger and freight systems	P	A
Multi-point fuel injection	Combustion	K	A
Nacelle/thrust reverser/nozzle design (scarfed inlets, liners, chevrons...)	Performance	K	M
Nacelles technologies for weight reduction	Air-breathing propulsion	K	A
New materials for maintenance free systems	Smart maintenance systems	P	M
New materials for weight reduction/reduced fuel consumption	Metallic materials & basic processes	K	A
	Non-metallic materials & basic processes		
	Composite materials & basic processes		
Noise shielding through aircraft configuration	Noise reduction	K	A
Novel propulsion solutions (e.g. pulse detonation engine, electrical propulsion, distributed thrust...)	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	B
Oil free systems	Hydraulic power generation & distribution	P	B

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
On-board explosives detection systems	Aircraft security	B	A
Optimized airframe design for high l/d cruise and low thrust approach	Computational fluid dynamics	P	A
	Unsteady aerodynamics		
Optimized configuration for specialised freighter a/c	Passenger and freight systems	P	B
	Unconventional configurations and new aircraft concepts		
Optimized engine controls for reducing fuel burn	Engine controls	K	A
Optimized engine controls for reducing noise	Engine controls	K	A
Paintless a/c	Metallic materials & basic processes	P	A
Passenger cabin security monitoring systems	Aircraft security	B	A
Personalized passenger climate control	Environmental control system	K	A
Programmable system functionality, data exchange/inter-subsystem communication technology, energy management technologies for cost effective upgrades during the life cycle (open system architectures)	Methods and it tools for collaborative product & process engineering	P	M
	Life-cycle integration		
Provide low noise thrust reversal capability	Nozzles, vectored thrust, reheat	P	A
Replacement of polluting hydraulic fluid with more electrical technologies (braking system)	Hydraulic power generation & distribution	P	A
Revolutionary concept removable cabin	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	B
Safe and reliable 4d navigation system	Navigation/flight management/ autoland	K	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Security and proof of asynchronous system and software	Avionics integration	B,K	M
	Fault tolerant systems		
	Hazard analysis		
	System reliability		
	Electronics & microelectronics for on-board systems		
Self-separation for landings and take offs	Autonomous operation	E	M
Sensor technology for detection (laser, light, radar, infrared)	Sensors integration	B	A
Simultaneous multiple entry boarding/loading concepts	Passenger and freight systems	P	M
Specific low noise rotorcraft	External noise prediction	P	M
	Helicopter aero-acoustics		
	Noise reduction		
Specific low-noise aircraft configuration (high wing with high area, slatless high-lift system etc.)	High lift devices	K	M
System simulation and validation	Simulator environments & virtual reality	K	A
	Real time simulators		
Systems and procedures for identification and access of personnel to the flight deck	Aircraft security	B	A
Tamper-proof and transponder systems	Aircraft security	B	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Technical solutions for infrastructure independent operation (stairs, towing trucks, taxiing, guidance, freighter: autonomous cargo handling) e.g. powered gear for self push back capability, electrical drive system for engine independent taxiing etc.	Aircraft performance assessment	K	M
Terrain and obstacle database processing, tracking of aircraft without transponder signal, automatic tracking and alerting of flight path deviation	Navigation/flight management/ autoland	B, K	A
	Autonomous operation		
Thrust reverser, technologies for weight reduction	Nozzles, vectored thrust, reheat	K	A
Tool set/digital environment for simultaneous multidisciplinary optimization	Structural analysis and design	K	A
	Large scale validation platforms		
	Wing design		
Tracking of aircraft without transponder signal	Identification	B	A
Ultra high by-pass ratio engine	Air-breathing propulsion	P	A
Use of lightweight materials and processes for airframe	Metallic materials & basic processes	B	A
	Composite materials & basic processes		
Use of non toxic materials (flammability, cabling)	Manufacturing and assembling technologies	B	A
Variable pitch for fan blades to achieve high thrust at low speeds	Performance	P	A
Verification, validation and certification technologies for products based on pre-certified subsystems/module/components/ cots, dots, tots	Flight/ground tests	K	A

continua



Tecnología	Área	Classif.	Impacto 2015
Vertical, steep, low or high speed at high climb/descent rates with 360 deg. turning for low area impact	Analytical	P	M
Vstol vehicle technologies	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	M
Vtol capable of independent procedure	Unconventional configurations and new aircraft concepts	E	M



ANEXO 3 – PROSPECÇÃO DE PATENTES EM EMPRESAS SELECIONADAS

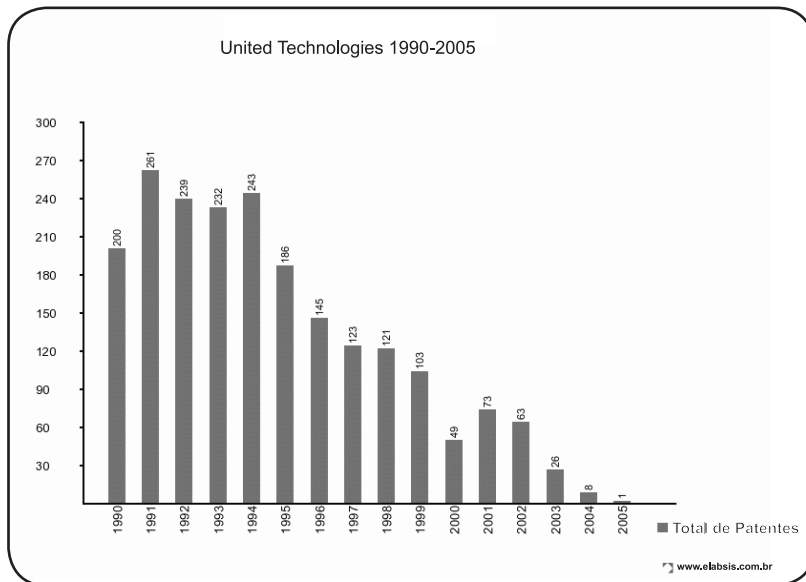
13 empresas

1) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: United Technologies

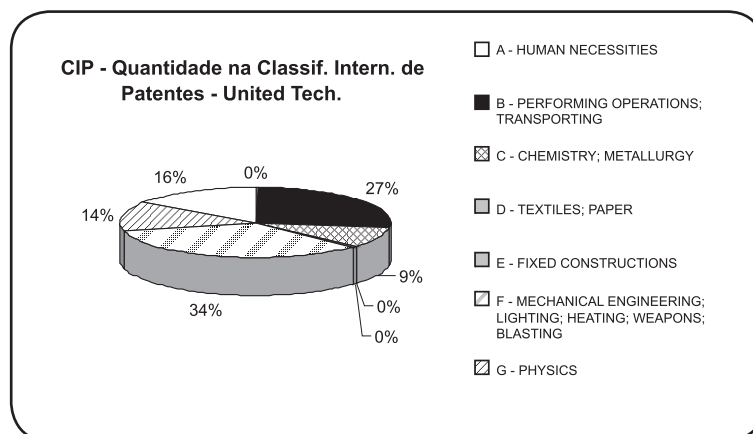
Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 5.002



Classificação Internacional de Patentes (CIP) – United Technologies

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	15
B	Performing operations; transporting	1316
C	Chemistry; metallurgy	432
D	Textiles; paper	4
E	Fixed constructions	23
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	1622
G	Physics	654
H	Electricity	749

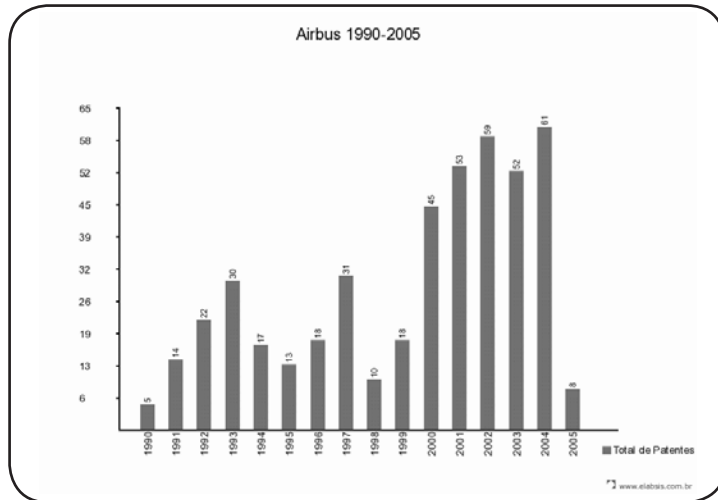


2) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Airbus

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 456

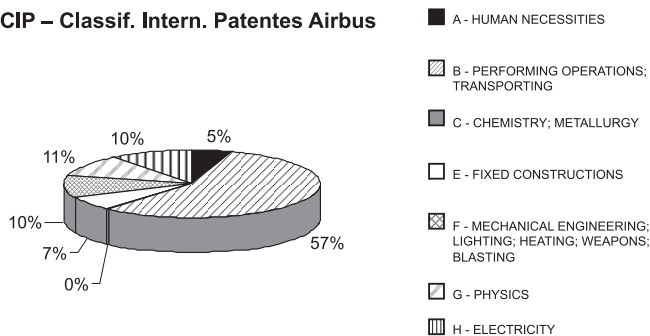


Airbus – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	16
B	Performing operations; transporting	184
C	Chemistry; metallurgy	1
E	Fixed constructions	22
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	34
G	Physics	35
H	Electricity	34



CIP – Classif. Intern. Patentes Airbus



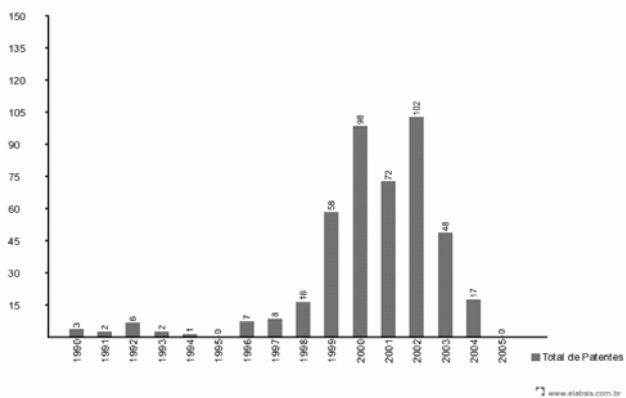
3) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Bae Systems Plc

Período: 1990-2005

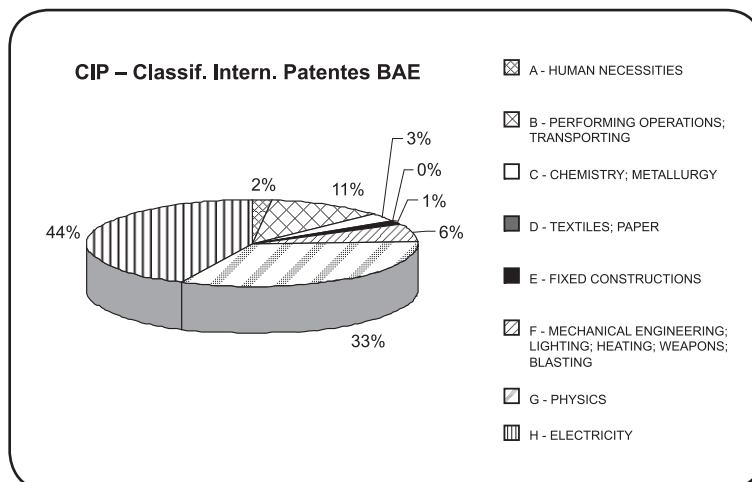
Patentes analisadas (USPTO): 440

BAE Systems 1990-2005



BAE – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	8
B	Performing operations; transporting	46
C	Chemistry; metallurgy	13
D	Textiles; paper	1
E	Fixed constructions	5
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	27
G	Physics	137
H	Electricity	179

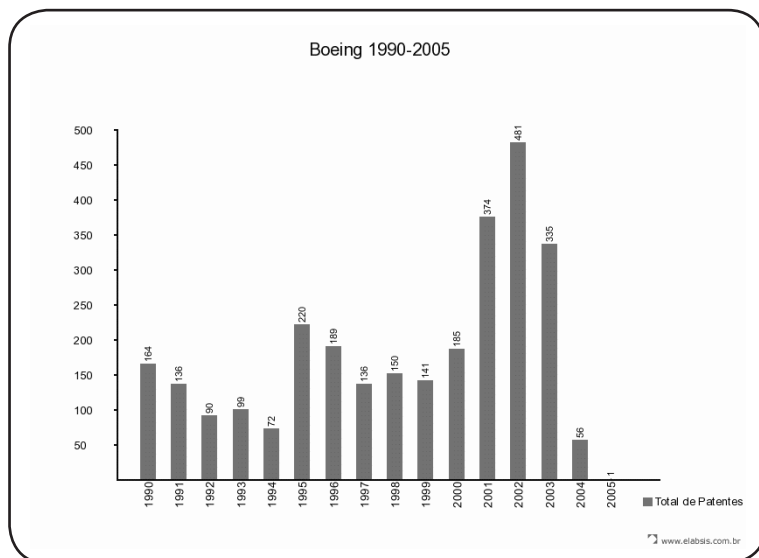


4) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: The Boeing Company

Período: 1990-2005

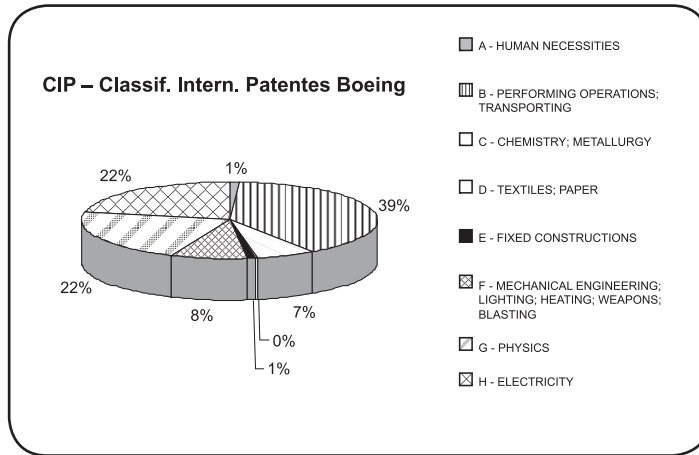
Patentes analisadas USPTO: 2.829



Boeing – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	29
B	Performing operations; transporting	972
C	Chemistry; metallurgy	161
D	Textiles; paper	3
E	Fixed constructions	24
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	205
G	Physics	544
H	Electricity	536



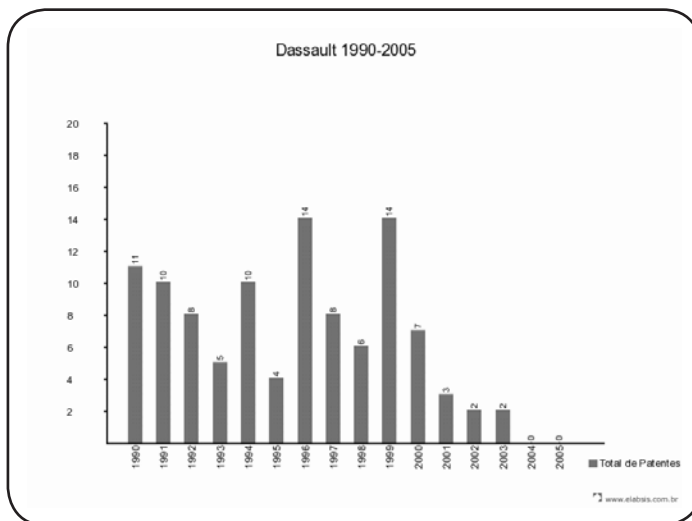


5) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Dassault

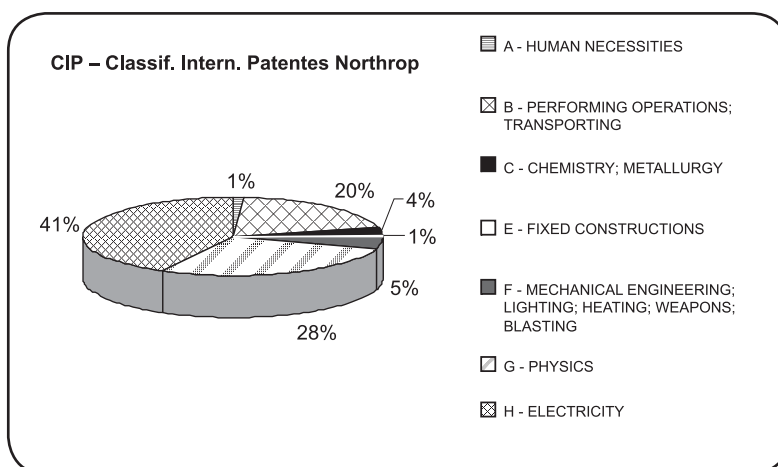
Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 104



Dassault – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	15
B	Performing operations; transporting	265
C	Chemistry; metallurgy	49
E	Fixed constructions	11
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	63
G	Physics	379
H	Electricity	570

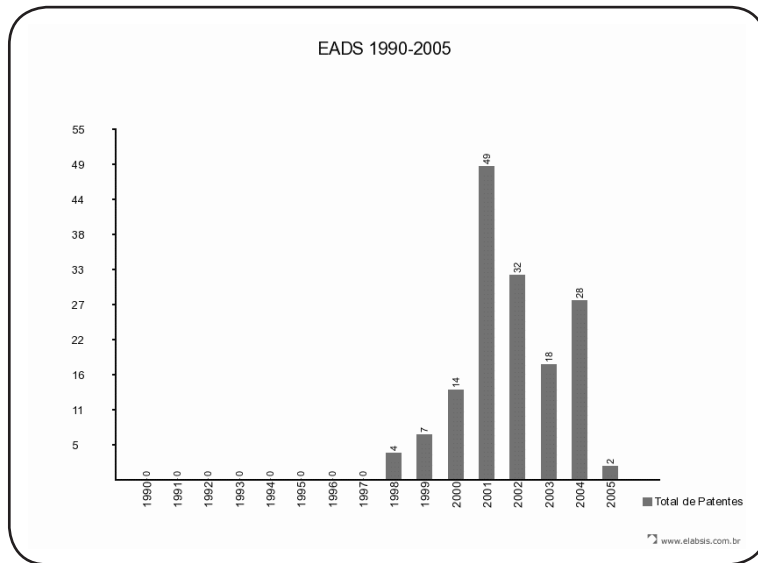


6) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: EADS

Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 154

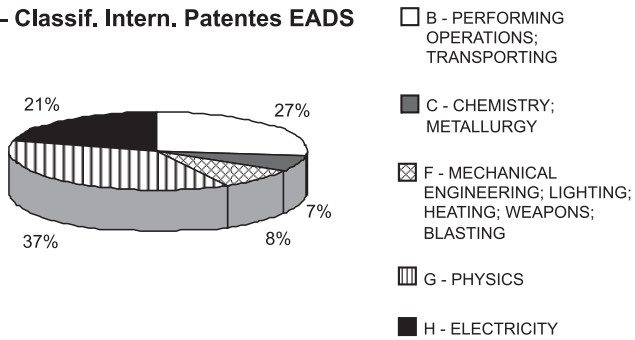


EADS – CIP

Nível	Descrição	Quantidade
B	Performing operations; transporting	33
C	Chemistry; metallurgy	9
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	10
G	Physics	45
H	Electricity	26



CIP – Classif. Intern. Patentes EADS



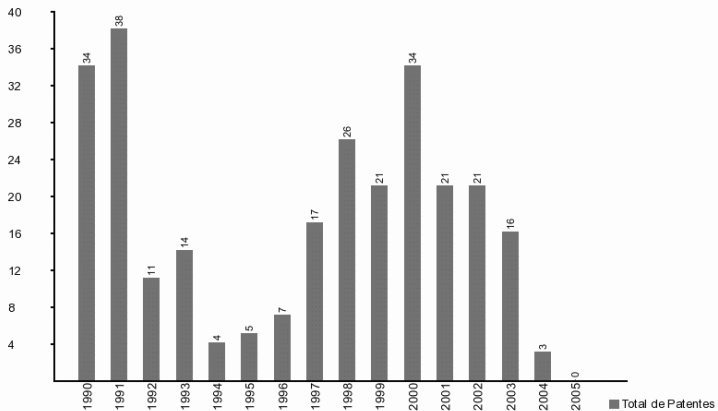
7) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: General Dynamics

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 104

General Dynamics 1990-2005

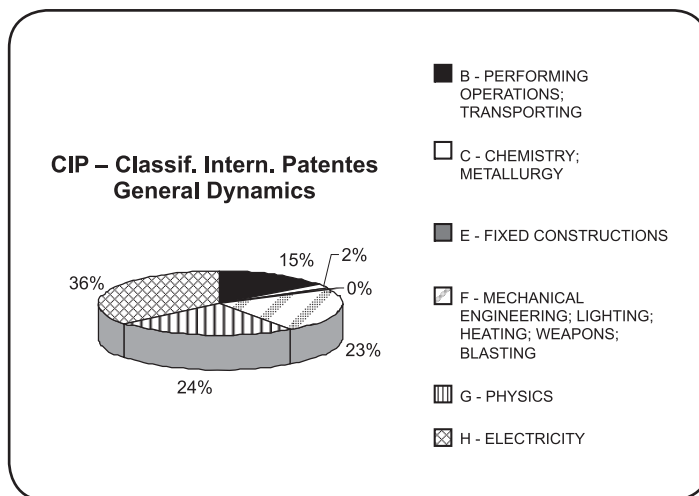


www.etabsis.com.br



General Dynamics – Classificação Internacional de Patentes CIP

Nível	Descrição	Quantidade
B	Performing operations; transporting	36
C	Chemistry; metallurgy	5
E	Fixed constructions	1
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	55
G	Physics	58
H	Electricity	86

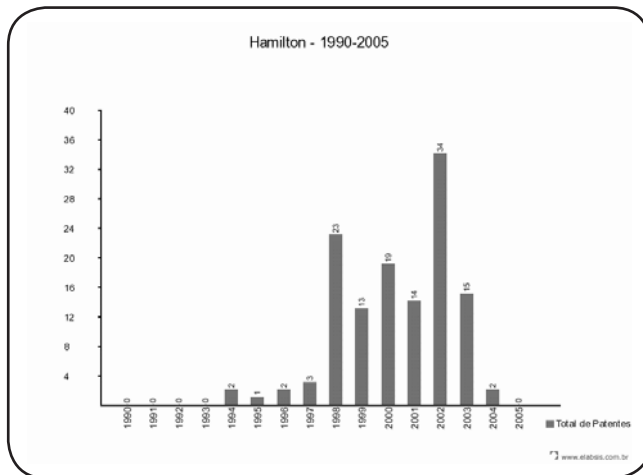


8) Análise da Prospecção de Patentes

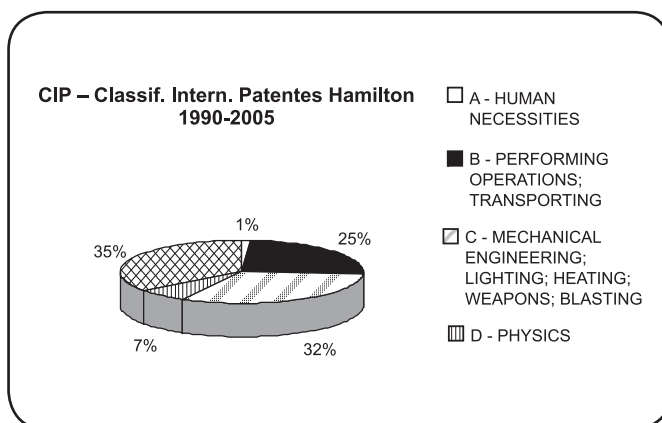
Empresa: Hamilton

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 128



Hamilton – Classificação Internacional de Patentes (CIP)



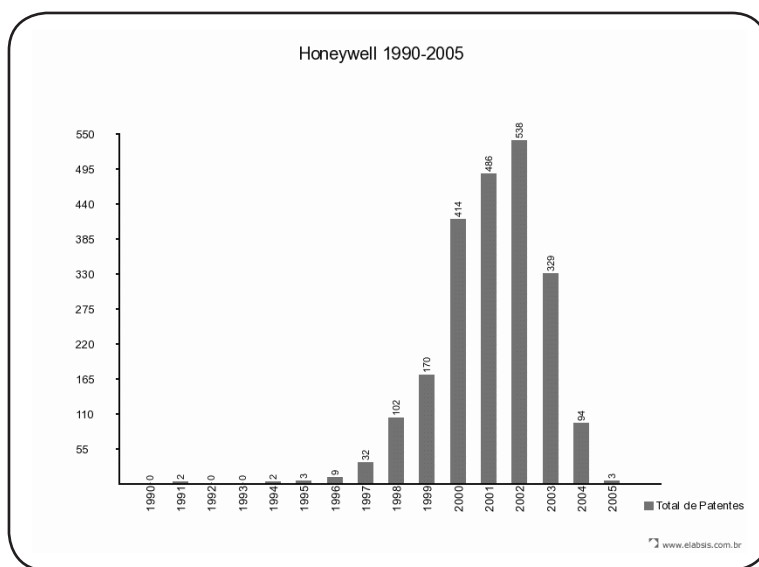
Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	1
B	Performing operations; transporting	25
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	32
G	Physics	7
H	Electricity	35

9) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Honeywell

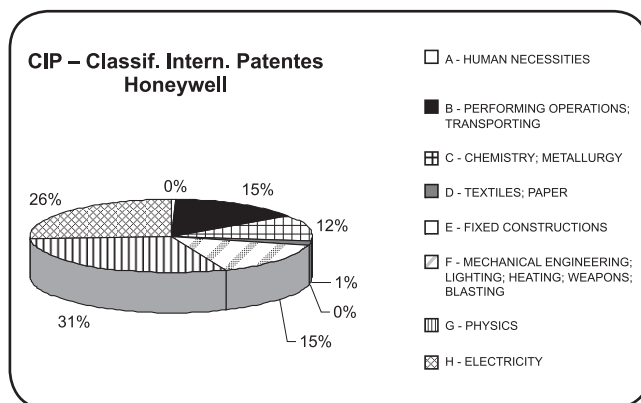
Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 2.184



Honeywell – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	10
B	Performing operations; transporting	297
C	Chemistry; metallurgy	235
D	Textiles; paper	29
E	Fixed constructions	3
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	301
G	Physics	610
H	Electricity	518

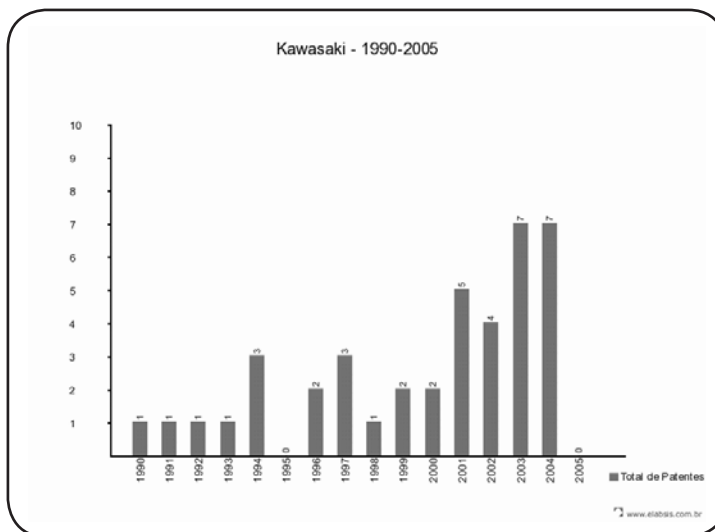


10) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Kawasaki

Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 40

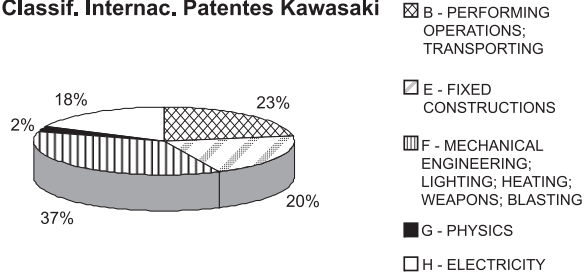


Kawasaki – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human Necessities	29
B	Performing Operations; Transporting	972
C	Chemistry; Metallurgy	161
D	Textiles; Paper	3
E	Fixed Constructions	24
F	Mechanical Engineering; Lighting; Heating; Weapons; Blasting	205
G	Physics	544
H	Electricity	536



CIP – Classif. Internac. Patentes Kawasaki



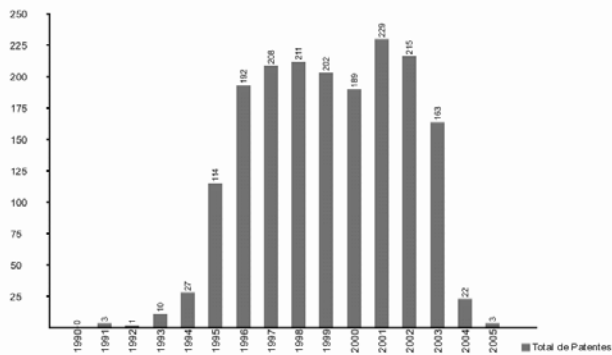
11) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Lockheed Martin Corporation

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 1.789

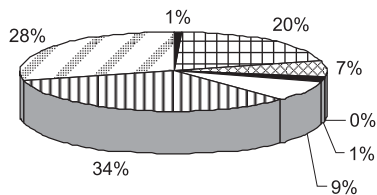
Lockheed Martin 1990-2005



Lockheed – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	13
B	Performing operations; transporting	340
C	Chemistry; metallurgy	122
D	Textiles; paper	3
E	Fixed constructions	25
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	147
G	Physics	580
H	Electricity	490

CIP – Classif. Intern. Patentes Lockheed Martin



- A - HUMAN NECESSITIES
- ▣ B - PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING
- ▤ C - CHEMISTRY; METALLURGY
- ▥ D - TEXTILES; PAPER
- E - FIXED CONSTRUCTIONS
- F - MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
- ▧ G - PHYSICS
- ▨ H - ELECTRICITY

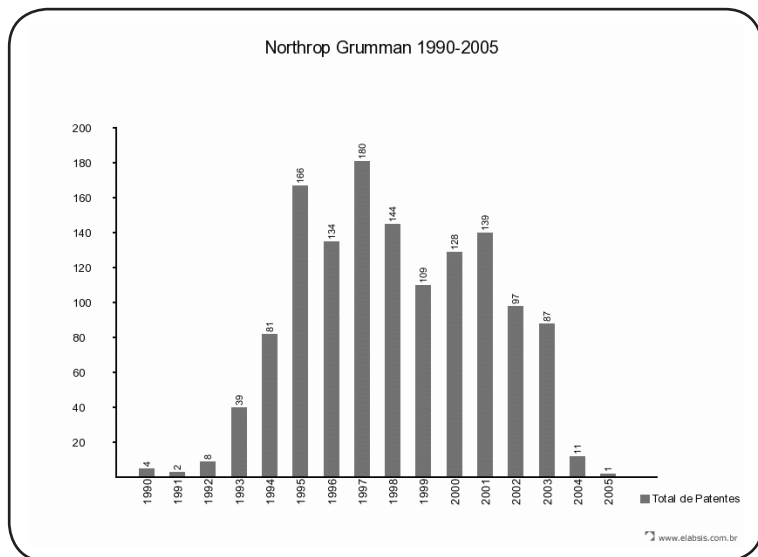


12) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Northrop Grumman Corporation

Período 1990-2005

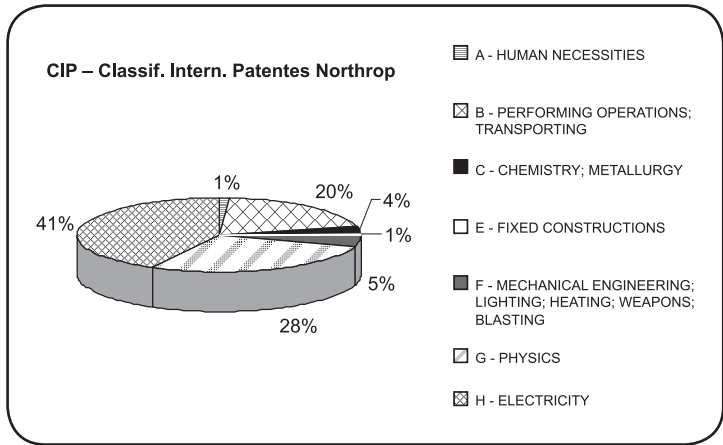
Patentes analisadas USPTO: 1.330



Northrop – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	15
B	Performing operations; transporting	265
C	Chemistry; metallurgy	49
E	Fixed constructions	11
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	63
G	Physics	379
H	Electricity	570



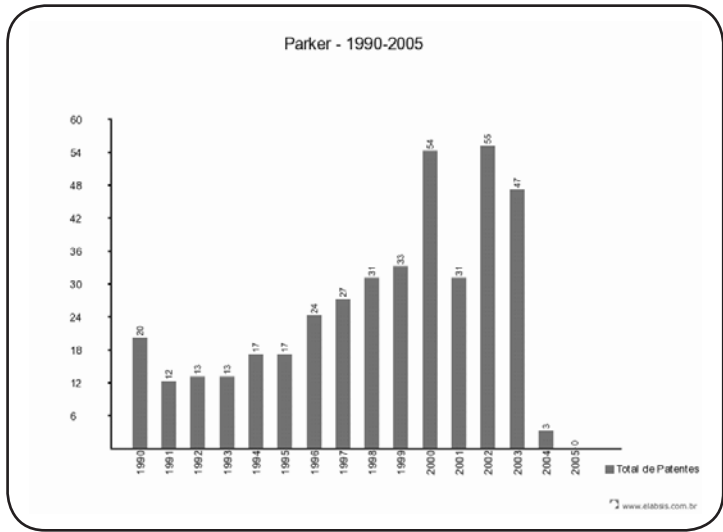


13) Análise da Prospecção de Patentes

Empresa: Parker Hanifinn

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 397



Parker – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
B	Performing operations; transporting	104
C	Chemistry; metallurgy	4
E	Fixed constructions	1
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	162
G	Physics	16
H	Electricity	23

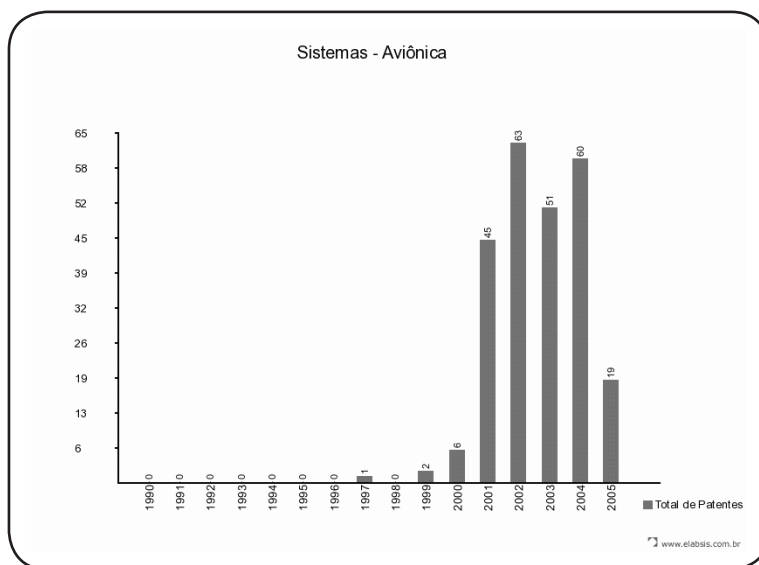


ANEXO 4 – PROSPECÇÃO REALIZADA NOS SISTEMAS PRIORIZADOS

Análise da Prospecção de Patentes – Sistemas – Aviônica

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 247



Aviônica – Empresas Depositantes

Nº	Qtd.	Nome
1	8	International Business Machines Corporation
2	3	Samsung Electronics Co. Ltd. Kyungki do KR
3	3	Seagate Technology LLC Scotts Valley CA
4	2	Lake Shore Cryotronics Inc. Westerville OH
5	2	Microsoft Corporation

continua

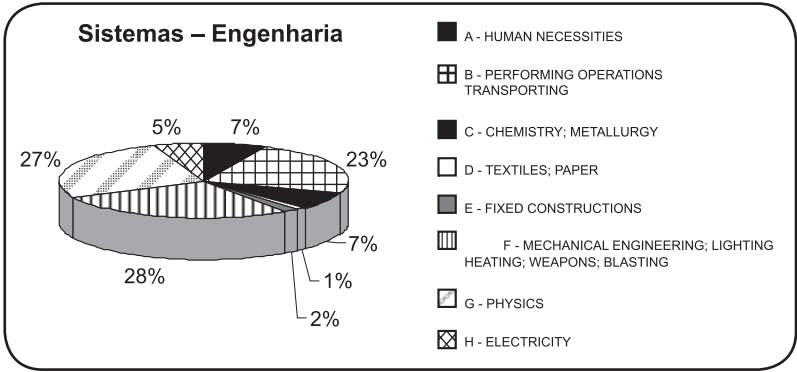


Nº	Qtd.	Nome
6	1	Agate Semiconductor Inc. Santa Clara CA 95054 3323
7	1	Cabot Microelectronics Corporation
8	1	California Institute of Technology/Massachusetts Institute of technology
9	1	Centre National de La Recherche Scientifique Paris (FR)
10	1	Copan Systems Inc. Longmontco
11	1	Geodesic Dynamics piedmontca
12	1	Korea Chungang Educational Foundation
13	1	Mitsubishi Chemical Corporation
14	1	Motorola inc. 1303 e Algonquin Roads Schaumburg IL
15	1	Nanogen Inc. San Diego CA
16	1	Nanosys Inc. Palo Alto CA
17	1	Pentax Precision Instrument Corp. Orangeburg NY
18	1	President and Fellows of Harvard College Cambridge MA
19	1	Qualstar Corporation
20	1	Rockwell Automation Technologies Inc Mayfield Heights OH 44124

Aviônica – Classificação Internacional de Patentes CIP

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	99
B	Performing operations; transporting	328
C	Chemistry; metallurgy	100
D	Textiles; paper	18
E	Fixed constructions	23
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	384
G	Physics	374
H	Electricity	77

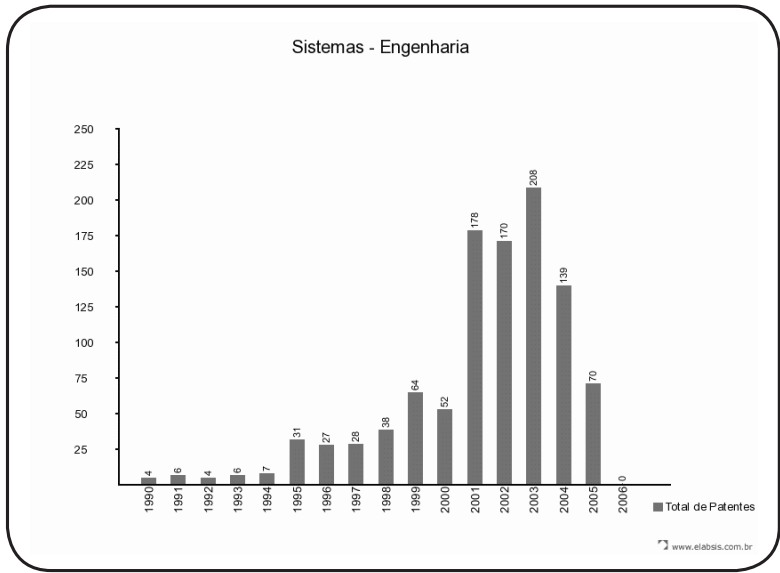




Análise da Prospecção de Patentes – Engenharia

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 1.040



Engenharia – Empresas Depositantes

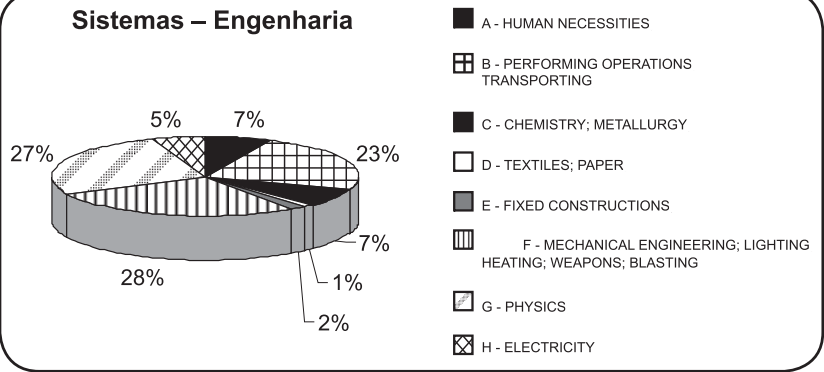
Nº	Qtd.	Nome
1	25	United States of America
2	16	General Electric Company
3	14	The Boeing Company
4	12	Hewlett Packard Development Company
5	12	Honeywell International Inc. Morristown NJ
6	12	Visteon Global Technologies Inc.
7	10	Ford Global Technologies Inc.
8	9	Lockheed Martin Corporation
9	7	Electric Boat Corporation
10	7	Rolls Royce PLC London GB
11	6	Air Products and Chemicals Inc.
12	6	ConocoPhillips Company
13	6	Fluidigm Corporation
14	6	McDonnell Douglas Helicopter Co.
15	6	Rosemount Aerospace Inc.
16	6	Siemens VDO Automotive Corp.
17	6	United Technologies Corporation
18	6	Ventrassist Pty Ltd.
19	5	American Air Liquide Inc. Fremont CA
20	5	Fleetguard Inc.

Engenharia – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	99
B	Performing operations; transporting	328
C	Chemistry; metallurgy	100
D	Textiles; paper	18
E	Fixed constructions	23
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	384
G	Physics	374
H	Electricity	77



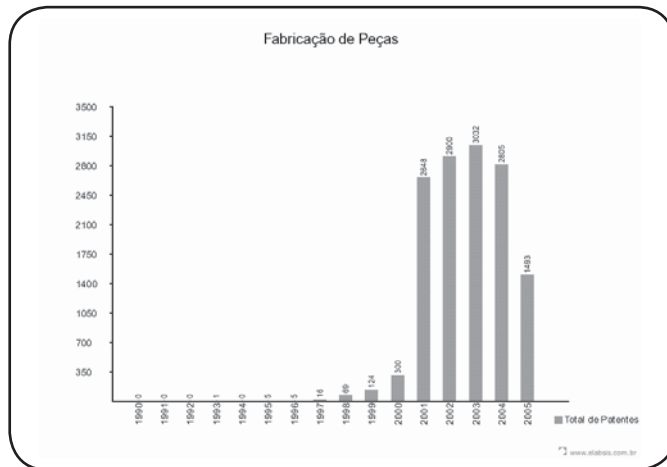
Sistemas – Engenharia



Análise da Prospecção de Patentes – Fabricação de Peças

Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 13.400



Fabricação de Peças – Empresas Depositantes

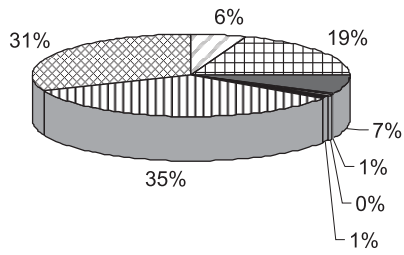
Nº	Qtd.	Nome
1	125	TDK Corporation
2	113	Semiconductor Energy Laboratory Co. Ltd. Atsugi shi JP
3	107	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. Osaka JP
4	98	Canon Kabushiki Kaishatokyo JP
5	83	Samsung Electronics So Ltd. Suwon-si KR
6	68	Fujitsu Limited
7	68	International Business Machines Corporation
8	68	Sony Corporation
9	68	The Furukawa Electric Co. Ltd. Tokyo JP
10	58	Kabushiki Kaisha Toshiba Tokyo JP
11	55	Metrologic Instruments Inc Blackwood NJ
12	49	Hitachi Ltd. Tokyo JP
13	40	Seiko Epson Corporation
14	35	Asahi Kogaku Kogyo Kabushiki Kaisha Tokyo JP
15	34	Nec Corporation
16	30	Olympus Corporation
17	29	Jeol Ltd. Tokyo JP
18	29	Pentax Corporation
19	28	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha Tokyo JP
20	27	VISX Inc. Santa Clara CA

Fabricação de Peças – CIP

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	1.208
B	Performing operations; transporting	4.040
C	Chemistry; metallurgy	1.566
D	Textiles; paper	159
E	Fixed constructions	95
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	267
G	Physics	7.276
H	Electricity	6.610



Sistemas - Fabricação de Peças



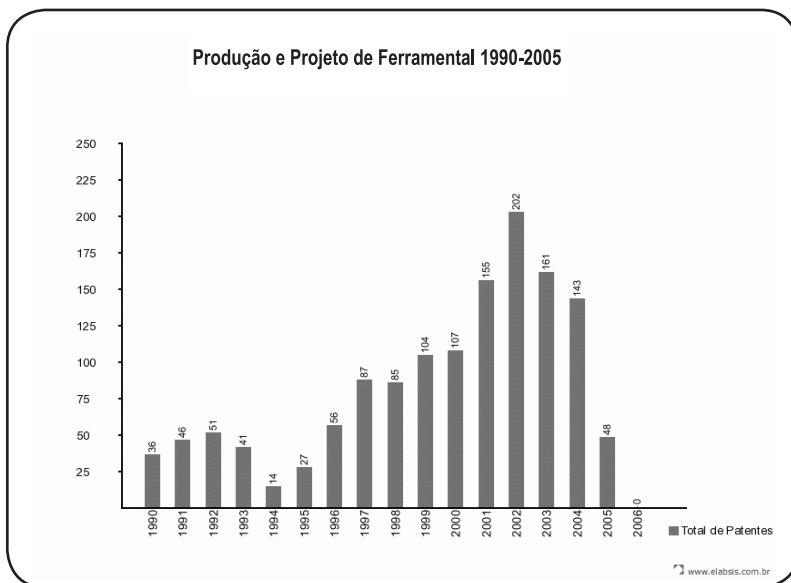
- A - HUMAN NECESSITIES
- ▣ B - PERFORMING OPERATIONS TRANSPORTING
- C - CHEMISTRY; METALLURGY
- D - TEXTILES; PAPER
- E - FIXED CONSTRUCTIONS
- F - MECHANICAL ENGINEERING LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
- ▣ G - PHYSICS
- ▣ H - ELECTRICITY



Análise da Prospecção de Patentes – Produção e Projeto de Ferramental

Período 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 1.363



Produção e Projeto de Ferramental – Empresas Depositantes

Nº	Qtd.	Nome
1	72	Renishaw
2	67	Mitutoyo Corporation
3	29	Mitsubishi Denki K K
4	28	General Electric Co.
5	22	The Boeing Company
6	19	Faro Technologies Inc.
7	16	Fanuc Ltd.

continua

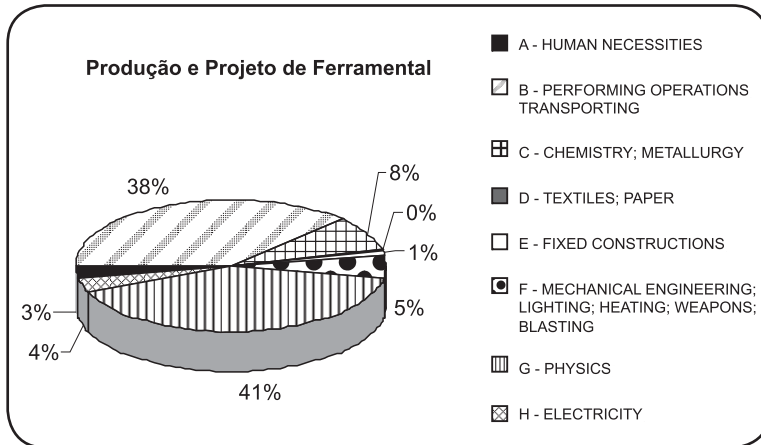


Nº	Qtd.	Nome
8	15	Carl Zeiss Stiftung Heidenheim/Brenz
9	13	Ford Global Tech Inc.
10	13	Renault Automation
11	13	Toshiba Kikai Kabushiki Kaisha
12	12	Brown & Sharpe Manufacturing Company
13	12	Kennametal Inc.
14	11	Dr Johannes Heidenhain GmbH
15	11	Eastman Kodak Company
16	9	3D Systems Inc.
17	8	Leica Microsystems Semiconductor GmbH
18	7	Arizona State University
19	7	Giddings & Lewis Inc.
20	7	Hitachi Software Engineering Co. Ltd.

Produção e Projeto de Ferramental (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	53
B	Performing operations; transporting	703
C	Chemistry; metallurgy	158
D	Textiles; paper	5
E	Fixed constructions	25
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons blasting	93
G	Physics	761
H	Electricity	72

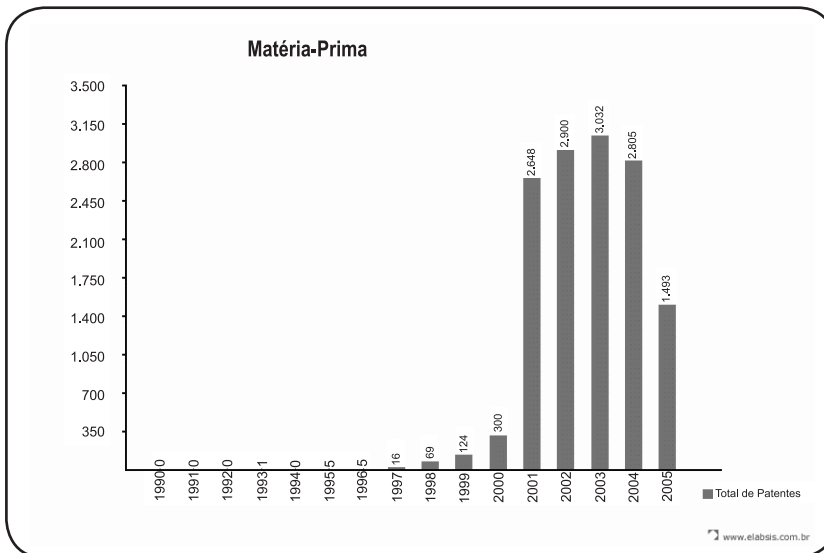




Análise da Prospecção de Patentes – Matéria-Prima

Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 25.181



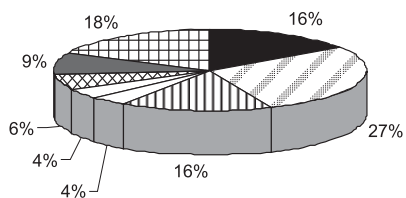
Matéria-Prima – Empresas Depositantes

Nº	Qtd.	Nome
1	133	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. JP
2	128	General Electric Company
3	124	Canon Kabushiki Kaisha Tokyo JP
4	109	The Boeing Company
5	94	The Procter & Gamble Company
6	70	Kabushiki Kaisha Toshiba Tokyo JP
7	67	International Business Machines Corporation
8	64	Kimberly Clark Worldwide Inc.
9	64	William Marsh Rice University Houston TX
10	60	Ballard Power Systems Inc Burnaby CA
11	59	Honeywell International Inc.
12	54	Seagate Technology Scotts Valley CA
13	47	3M Innovative Properties Company
14	47	Callaway Golf Company
15	46	TDK Corp Tokyo JP
16	44	Fujitsu Limited
17	41	Hitachi Ltd. Tokyo JP
18	41	Sony Corporation
19	40	Asahi Glass Company
20	40	Fuji Photo Film Co. Ltd.

Matéria-Prima – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	6160
B	Performing operations; transporting	11098
C	Chemistry; metallurgy	6239
D	Textiles; paper	1573
E	Fixed constructions	1516
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	2433
G	Physics	3390
H	Electricity	7160

Sistemas - Matéria-Prima



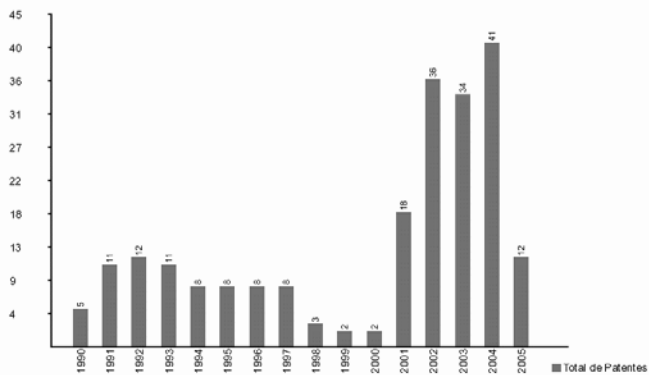
- A - HUMAN NECESSITIES
- ▣ B - PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING
- ▤ C - CHEMISTRY; METALLURGY
- D - TEXTILES; PAPER
- E - FIXED CONSTRUCTIONS
- ▣ F - MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
- G - PHYSICS
- ▤ H - ELECTRICITY

Análise da Prospecção de Patentes – Propulsão

Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 236

Sistemas - Propulsão



www.eiabras.com.br



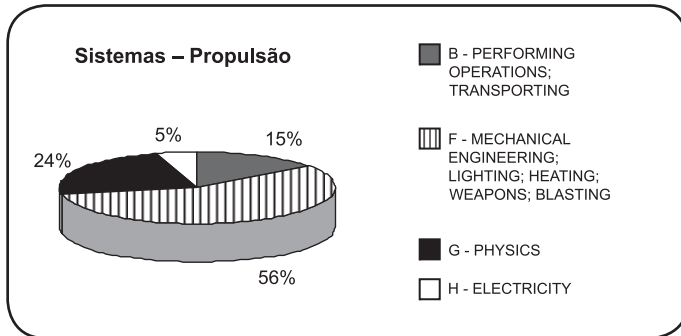
Propulsão – Empresas Depositantes

Nº	Qtd.	Nome
1	24	General Electric Company
2	24	United Technologies Corporation
3	11	Honeywell International Inc.
4	8	Rolls Royce Plc
5	8	Woodward Governor Company
6	6	Allied Signal Inc.
7	6	Hispano Suiza Colombes FR
8	6	Snecma Moteurs Paris FR
9	5	Aerospatiale Société Nationale Industrielle
10	4	Ametek Aerospace Products Inc.
11	4	Avco Corporation
12	4	Goodrich Pump & Engine Control Systems Inc.
13	3	Allison Engine Company
14	3	Kline & Walker LLC Potomac MD
15	2	Airbus France
16	2	Athena Technologies Inc.
17	2	Cooper Industries Inc.
18	2	Fuel Systems Textron Inc.
19	2	Harris Corporation
20	2	Société Nationale d'Étude et de Construction de Moteurs d'Aviation

Propulsão (CIP)

Nível	Descrição	Quantidade
B	Performing operations; transporting	40
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	147
G	Physics	62
H	Electricity	12

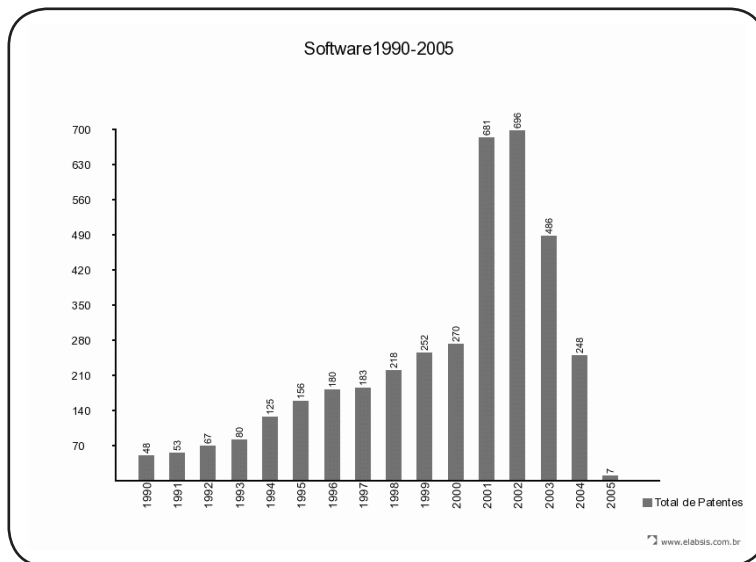




Análise da Prospecção de Patentes – *Software*

Período: 1990-2005

Patentes analisadas USPTO: 3750



Software – Empresas Depositantes

Nº	Qtd.	Nome
1	87	International Business Machine Corp
2	67	Honeywell Inc.
3	47	The Boeing Company
4	45	Hughes Aircraft Company
5	43	Metrologic Instruments Inc.
6	36	Sony Corporation
7	33	Lockheed Martin Corporation
8	33	Sun Microsystems Inc.
9	31	Rockwell Collins Inc.
10	30	Microsoft Corporation
11	28	Dallas Semiconductor Corporation
12	23	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy
13	20	AC Properties B V
14	19	Northrop Grumman Corporation
15	18	Airbus
16	18	The United States of America as represented by the Secretary of the Army
17	17	Raytheon Company
18	16	General Electric Company
19	16	Immersion Corporation
20	15	American GNC Corporation

Software – Classificação Internacional de Patentes (CIP)

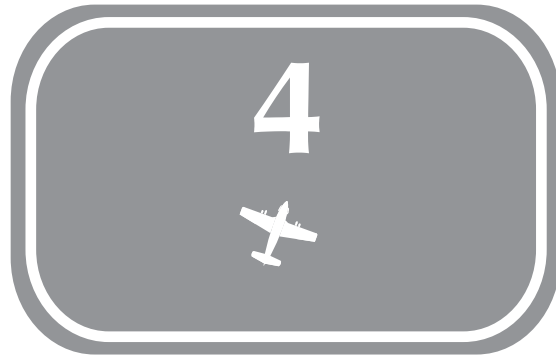
Nível	Descrição	Quantidade
A	Human necessities	53
B	Performing operations; transporting	703
C	Chemistry; metallurgy	158
D	Textiles; paper	5
E	Fixed constructions	25

continua



Nível	Descrição	Quantidade
F	Mechanical engineering; lighting; heating; weapons; blasting	93
G	Physics	761
H	Electricity	72





Tendências Estruturais, Estratégias de
Competitividade e Novas Arquiteturas
Globais das Cadeias de Valor de
Aeroestruturas: Uma Comparação
Internacional

Roberto Carlos Bernardes

Roberto Carlos Bernardes – Doutor em Sociologia da Inovação e professor da FEI.

O objetivo deste capítulo é a análise das estruturas econômicas, dos aspectos determinantes para a competitividade e dos novos padrões de organização das cadeias de fornecimento no setor aeronáutico civil mundial. Os critérios para a seleção dos países e regiões examinados basearam-se em seu grau de representatividade, importância e emergência na indústria aeronáutica e de aeroestruturas. Foram escolhidos para estudo: Estados Unidos (EUA), Canadá, Europa e Ásia (as experiências da Coreia do Sul, China e Japão).

O foco do estudo é a indústria de aeroestruturas e sua articulação com o estágio de montagem final das integradoras de aeronaves. Para tanto, foi realizado um mapeamento da cadeia produtiva internacional do setor. Além disso, foram analisados os atuais padrões de integração e desenvolvimento de produto entre os grandes atores do setor e sua influência nas arquiteturas internacionais da cadeia produtiva aeronáutica. Nesse sentido, poderemos identificar quais são os nichos de mercado e os ativos ou competências estratégicas para as trajetórias de inserção e progressão na cadeia mundial.

A análise privilegiou as informações sobre a caracterização econômica, os fluxos de comércio de manufaturas, a implementação de estratégias de especialização e diversificação no mercado, os fatores que determinam a competitividade no setor, assim como as competências centrais que permitem conquistas de economias de escala, efeitos de aprendizagem e vantagens competitivas sustentáveis.

As fontes de informações utilizadas foram todas de natureza secundária, baseadas em estudos e documentos técnicos produzidos por pesquisadores, consultorias nacionais e internacionais, ou informações de agências governamentais.

4.1 Conceitos Básicos do Segmento de Aeroestruturas e Novos Materiais

Para fins deste estudo, por aeroestruturas entende-se: fuselagem da asa, *randome*, interior da aeronave, naceles e elos de fuselagem (ver Anexo 2 – Glossário). A estrutura representa aproximadamente 15% do preço do avião, e o ciclo de desenvolvimento de um novo projeto não leva menos de 45 meses.



A produção de aeronaves é complexa, e a montagem de sua estrutura é intensiva em mão-de-obra qualificada. Se no passado o padrão de mecanização na montagem da estrutura era extremamente baixo, o que dificultava a adoção integral de processos produtivos utilizados na indústria automotiva, com a nova metodologia de organização da produção baseada no conceito de *lean production* e a globalização das atividades de manufatura, atualmente vêm sendo implementadas novas tecnologias nas rotinas de manufatura, automatização e na composição dos novos materiais, com ganhos consideráveis de eficiência e qualidade. A qualificação da mão-de obra ainda é fator determinante nesse elo da cadeia. No entanto, rotinas e investimentos em P&D têm aumentado consideravelmente nessa área. Líderes globais como Kawasaki, Mitsubishi e Fuji, todas localizadas no Japão, com receita média da ordem de US\$ 6 bilhões, investem até 10% da sua receita em atividades de P&D.

4.1.2 Novos Materiais

As novas tecnologias aplicadas ao segmento de *jet aircraft flight* e, especialmente, os avanços no uso de novos materiais e processos de manufatura têm causado um grande impacto no setor. As pesquisas têm descoberto materiais mais leves e resistentes à fadiga, como *composites*, fibra de carbono (FDC), superplásticos, *kevlar* e *Clare* – que consiste em um material híbrido, alternativo aos laminados de alumínio e de fibra de vidro. As novas aeronaves apresentam um alto coeficiente desses novos materiais. Se, no passado, os índices de incorporação não ultrapassavam os 15%, atualmente, em aviões como o 787 da Boeing e o Airbus A380, essas marcas alcançam 80% da composição da fuselagem. Por isso, os fornecedores de aeroestruturas que vencem no mercado global dominam competências na manufatura e nas rotinas de pesquisa e desenvolvimento desses materiais, além de realizarem pesquisas no campo da aerodinâmica para atender às exigências críticas das grandes integradoras de aeronaves.

A fibra de carbono (FDC), por exemplo, é um componente largamente utilizado na fabricação de produtos de alta resistência estrutural e baixo peso específico, nas indústrias espacial, nuclear, de defesa, aeronáutica, de materiais esportivos e de transporte, além de diversas ou-



tras áreas. Pode ser produzida a partir de dois tipos de matéria-prima: a poliácilonitrila (PAN) e o piche, derivado do petróleo.

Atualmente, 90% da FDC produzida no mundo são obtidos a partir da PAN, principalmente pelas qualidades técnicas na aplicação em produtos diversos, de alto conteúdo tecnológico e valor agregado. Além dos fatores de natureza técnica e econômica, existe ainda o aspecto estratégico, visto que a FDC é a matéria-prima da construção de ultracentrífugas utilizadas nos processos convencionais de purificação de urânio, para emprego em reatores nucleares.

Outro uso estratégico da FDC é na produção de blocos de carbono-carbono, material aplicado em tubeiras de foguetes e estruturas de mísseis. Isso coloca a FDC sob as diretrizes do Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR), o que significa a monitoração não só de sua comercialização como dos equipamentos necessários à sua produção, como fornos e outros.

O mercado de FDC vem sendo fortemente influenciado pelas decisões estratégicas de grandes grupos aeroespaciais. Há cerca de cinco anos, a Boeing decidiu que a estrutura de sua nova aeronave de 230 a 280 assentos, o Boeing 787, será fabricada em FDC, promovendo um ganho superior a 20% na carga paga. Essa decisão levou a Airbus a decidir lançar o A-350, da mesma categoria, também empregando FDC.

Tais resoluções fizeram a Boeing e a Airbus encomendar toda a produção de FDC do mercado pelos próximos três anos, levando o Departamento de Defesa (DoD) americano a estabelecer que toda a produção das novas plantas a serem criadas em território americano será adquirida pelo DoD, a fim de manter o seu estoque estratégico de FDC. Por essas razões, os preços de FDC subiram de US\$ 35 para US\$ 180 por quilograma, o que vem provocando uma escassez total desse produto. Atualmente, o *lead time* médio de fornecimento tem sido de cerca de seis meses para pequenas quantidades e, para grandes quantidades (acima de dez toneladas), não há previsão de entrega.

No Brasil, nos programas de jatos regionais desenvolvidos pela Embraer, os novos materiais ainda são pouco utilizados.



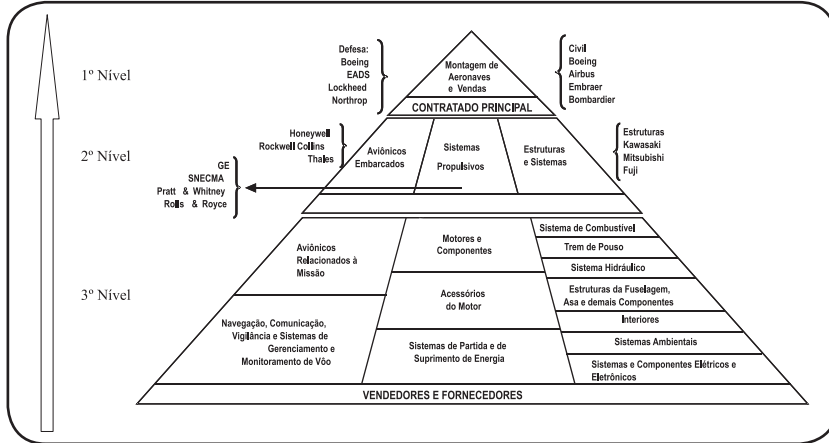
4.2 Arquitetura e Dinâmica da Cadeia Global de Aeroestruturas

Nos últimos dez anos, o mercado de aeronaves tem sofrido intensamente com a formação de um ambiente institucional econômico volátil, em decorrência de contínuas crises, processos de desregulamentação e eventos políticos que resultaram no drástico declínio dos rendimentos das operadoras aéreas, impactando diretamente as demandas por novas aeronaves. Além disso, o acirramento da concorrência impôs às quatro grandes integradoras do segmento civil de aeronaves a implementação de enérgicas políticas de redução de custos – estamos nos referindo às *super primes* Airbus e Boeing (acima de 120 assentos) e às *niche primes* Embraer e Bombardier, no segmento regional (*commuters*). As estratégias das *Original Equipment Manufactures* (OEM) caracterizam-se pelo incremento das políticas de *outsourcing* global das aeroestruturas, subconjuntos e sistemas aviônicos, trem de pouso etc., concentrando os seus esforços em competências principais como *design*, P&D, montagem e integração final, e serviços de assistência técnica e pós-venda.

Com efeito, as empresas vêm implementando estratégias para a redução e a racionalização da base de fornecedores. A arquitetura da cadeia de suprimento aeronáutica ganha uma nova feição, passando de um formato piramidal para um padrão de relacionamento mais desverticalizado, integrado e inter cruzado, e transferindo mais responsabilidades e riscos aos fornecedores, que assumem o papel de parceiros de risco nos programas que estão sendo desenvolvidos. Essa nova configuração de mercado e relacionamento tem pressionado as empresas a se reestruturarem, buscando novas formas de atuação por meio de fusões ou alianças estratégicas. Na indústria de aeroestruturas, por exemplo, recaíram sobre as empresas exigências de maior capacidade financeira para investimentos, inovação e capacitação tecnológica, entregas *on time*, níveis elevados de qualidade e segurança, produção flexível e novas competências negociais e de logística (ver Figuras 4.1 e 4.2).



FIGURA 4.1
Diagrama da Estrutura da Indústria Aeronáutica

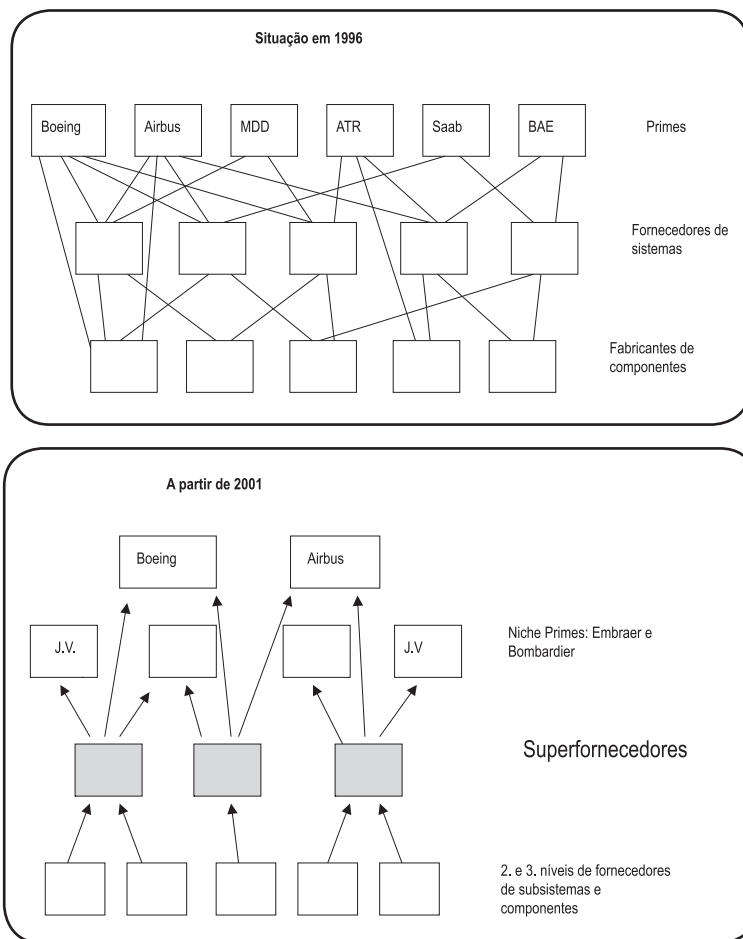


Fonte: US International Trade Commission – Competitive Assessment of the US Large Civil Aircraft Aerostructures Industry. Publication 3.433, Washington, DC 20436.

A cadeia global de aeroestruturas é dominada por produtores localizados na América do Norte (Boeing e Bombardier – em menor medida), Europa (Airbus) e na América do Sul (Embraer – em menor intensidade). No primeiro nível da cadeia estão as empresas que possuem economias de escala elevadas e de alta complexidade, atendendo aos pedidos de Boeing, Airbus, Bombardier e Embraer. Nesse caso, muitas são mais que fornecedoras, são parceiras de risco. No segundo nível estão os fabricantes de subconjuntos, partes e peças para os fornecedores das integradoras de aeronaves. Nos níveis inferiores, desenvolvem-se relações de compra de serviços, produtos ou modalidades de subcontratação de menor complexidade.



FIGURA 4.2
Tendências Arquiteturais da Cadeia Produtiva da Indústria Aeronáutica



O Leste Asiático despontou como futuro líder nesse setor, mas, notadamente, concentrados no Japão, Coréia do Sul e China. Empresas como Boeing e Airbus têm implementado vigorosas estratégias de investimento nessa região em virtude da alta expectativa de expansão do mercado interno e das vantagens de operação e produção a um

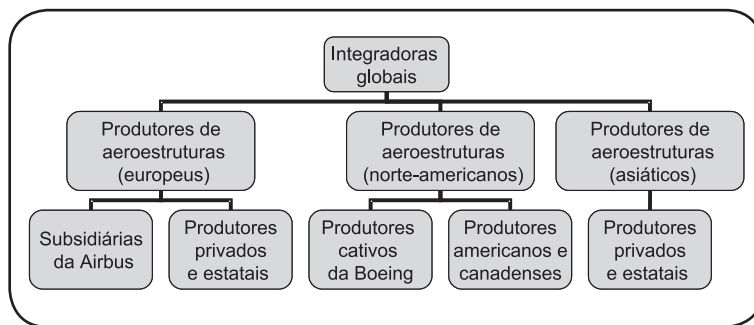
custo relativamente mais baixo (especialmente a China). Mas, países como o Japão, que dispõem de tecnologia e uma robusta infra-estrutura tecnológica, participam de programas aeronáuticos na condição de parceiros de risco, como o caso do Boeing 787 *Dreamliner*. Outros produtores vêm se esforçando para ingressar nesse mercado, ainda como resultados limitados, a exemplo do Brasil, Argentina, Índia, Israel, Malásia, Taiwan e Turquia.

Segundo Furtado (2006, p. 18), esse movimento global rumo às economias emergentes deve-se aos esforços empreendidos pelas empresas aeronáuticas principais para

conquistar o apoio ou a boa vontade dos governos nacionais de outros países e de constelações nacionais de interesses desses países para os seus produtos, utilizando para isso mecanismos de compensação que vão da chamada parceria estratégica ao *offset* implícito. Um exemplo claro é a estratégia da Airbus em direção aos países industrializados da Ásia (Coréia do Sul e Japão). Consideradas *chasse-gardée* (área reservada) da Boeing e dos EUA, as empresas desses países foram sendo persuadidas a uma adesão (parcial) aos produtos europeus (da Airbus) por meio de vantagens industriais que, posteriormente, ensejaram uma resposta análoga por parte da Boeing e do complexo estadunidense.

FIGURA 4.3

Hierarquia e Arquitetura das Indústrias de Aeroestruturas na Europa, América do Norte e Ásia



Fabricantes americanos e europeus de aeroestruturas procuram diversificar seus portfólios de projetos adotando conceitos de comu-

nalidade de *design* e manufatura, a fim de atenderem aos mercados civil e militar. Outras empresas que também atuam no segmento aeroespacial procuram prestar novos serviços.

Observa-se também a concentração dessas indústrias em sistemas produtivos regionais de inovação. Muitas localidades abrigam os centros produtivos dessa indústria, organizada em torno de uma empresa-âncora. Esse é o caso de Seattle (EUA), base produtiva da Boeing, e de Montreal (Canadá), base da Bombardier (ver Tabela 4.1).

TABELA 4.1

Aglomerações de Indústrias Aeroespaciais na América do Norte

Classificação	Área Metropolitana	Número de Empregos da Indústria Aeroespacial
1	Los Angeles, CA	107.500
2	Seattle, WA	95.500
3	Washington, DC	45.000
4	Wichita, KS	40.000
5	New York, NY	33.500
6	Montreal, Que.	26.000
7	Dallas, TX	24.500
8	Boston, MA	20.500
9	Philadelphia, PA	19.500
10	San Francisco, CA	19.500
11	Atlanta, GA	11.500
12	Toronto, ON	8.000

Fonte: Pricewater Cooper.

Nota: Número de estabelecimentos com cem ou mais empregados.

Na Europa, notamos a região de Toulouse (França, sede da Airbus), Madri e Bilbao (Espanha), onde estão localizadas empresas como a Casa e a Gamesa etc., assim como a Bélgica (Sonaca). As vantagens de localização estão associadas às economias de aprendizado e eficiência coletiva, proximidade dos centros de pesquisa e das universidades, economias de especialização e a possibilidade de implementação de políticas públicas regionais de desenvolvimento econômico e tecnológico efetivas (ver Tabela 4.2).



TABELA 4.2

Aglomerações de Indústrias Aeroespaciais na Europa

País	Principal Aglomeração	Número de Empregos da Indústria Aeroespacial
Reino Unido	Bristol, Lancashire, Farnborough	150.000
França	Toulouse, Bordeaux, Ile-de-France	101.000
Alemanha	Bavária, Hamburgo/Bremen	70.000
Itália	Turim, Milão, Nápoles	39.000
Espanha	Madri, Bilbao	18.000
Suíça	Linköping, Göteborg	13.000
Holanda	Amsterdã	11.000
Bélgica	Sonaca	7.000
Irlanda	Dublin	4.000
Portugal	Lisboa	4.000
Áustria	Viena	4.000
Grécia	Atenas	4.000

Fonte: Pricewater Cooper.

Nota: Número de estabelecimentos com cem ou mais empregados.

4.3 Estados Unidos

A liderança da indústria aeroespacial americana é resultado direto dos altos padrões de desempenho, qualidade e competitividade das grandes integradoras de aeronaves, e também dos fornecedores de aeroestruturas. Na última década, dois eventos importantes – a crise do mercado de transporte aéreo em decorrência do atentado terrorista de 11 de setembro e o aumento da concorrência internacional por causa da entrada de novos fabricantes da Europa, do Leste Europeu e, sobretudo, da Ásia – pressionaram os fabricantes de aeroestruturas a se desverticalizarem e realocalizarem suas operações industriais com vistas à redução dos custos de produção e ao acesso a novos mercados.

A Boeing exerce grande influência sobre essa indústria, adotando políticas ativas e oferecendo suporte técnico para a capacitação de pequenas e médias empresas. Visando à expansão do seu mercado, a Boeing tem celebrado acordos de cooperação e novas parcerias estratégicas com empresas japonesas e européias, transferindo



competências, por meio de programas tecnológicos, nas áreas de manufatura e *design*. Presencia-se, também, nos novos programas aeronáuticos, como o 787, o aumento dos gastos e das atividades em P&D nas áreas de novos materiais e aerodinâmica.

A Boeing iniciou sua estratégia de reestruturação competitiva em 2001, transferindo de Seattle para Chicago a sede de seu maior complexo produtivo. Nos três anos seguintes à reestruturação, a empresa fechou um grande número de fábricas, eliminando 25 mil empregos na produção de aviões e 49 mil em toda a companhia. O objetivo da operação foi tornar a Boeing uma empresa global comprometida exclusivamente com o “lucro dos acionistas”, sinalizando maior confiabilidade ao mercado financeiro. A intenção da Boeing foi a redução severa dos custos de produção em mais de 50% – o que foi alcançado por meio da terceirização da produção e da transferência das fábricas para outros locais e países. Essa estratégia permitiu à companhia rebaixar os salários e variar o número de trabalhadores num curto espaço de tempo, aumentando ou reduzindo de acordo com a demanda. Além disso, o tempo entre a encomenda e a entrega foi reduzido pela metade por meio de um sistema chamado de “produção direta”. Com isso, a empresa vem tentando recuperar a sua posição de liderança no mercado de aeronaves comerciais.

4.3.1 Composição, Arquitetura da Cadeia de Suprimento e Distribuição Geográfica das Principais Plantas e suas Competências Tecnológicas

Destacam-se, entre os principais fabricantes de aeroestruturas na aviação comercial civil nos EUA, cerca de 15 empresas. Grande parte da produção encontra-se concentrada nos segmentos de manufaturas da Boeing Co., Vought Aircraft Industries, Inc., Goodrich Corp. A Boeing produz aeroestruturas, conjuntos de asas, fuselagens e partes usadas na montagem final. A Vought é a segunda maior produtora, fornecendo para numerosos programas da Boeing e para a aviação militar. A Goodrich é uma das duas principais empresas de trens de pouso do mundo e, depois da Boeing, a segunda empresa mais globalizada dos EUA, mantendo plantas em operação em Ontário, no Canadá, Cleveland e Ohio. Com a aquisição, em 1999, da fabricante de trens de pouso Menasco, a Goodrich obteve ganhos de escala e logística para atuar em nível global.



Fabricantes de aeroestruturas, como a Advanced Technical Products, Aerostructures Corp., Compass Aerospace Corp., Ducommun Inc., fornecem subconjuntos de asas e componentes para o programa Airbus por meio de parcerias contratuais com a BAE Systems e a Daimler Chrysler Aerospace (Dasa). Esses fornecedores também atendem, além da aviação regional, aos segmentos de aeronaves militares, helicópteros e à indústria espacial. Enquanto a Vought e a Aerostructures Corp. são mais especializadas no segmento da aviação civil, a Boeing e a Goodrich operam de modo mais diversificado nos segmentos militar, aeroespacial e de sistemas de comunicações.

TABELA 4.3

**Fabricantes de Aeroestruturas e Trens de Pouso nos EUA
– Localização das Fábricas e Estruturas Produzidas**

Produtoras de Aeronaves	Localizações das Fábricas	Estrutura(s) Produzida(s)	Principais Clientes
Advanced Technical Products, Inc.: Marion Composites Division	Marion, VA	Flaps de ajuste	Airbus
Aerostructures Corp. (Carlyle Group)	Nashville, TN	Partes da asa e cauda	Airbus
BAE Systems North America	Palmdale, CA Greater Seattle, WA; Greater Southern CA; Wichita, KS	Aparelhos da asa	Boeing
Boeing Co.	Wichita, KS	Fuselagens, asas e caudas	Boeing
Castle Precision Industries	Sylmar, CA Santa Ana, CA;	Trem de aterrissagem	Boeing
Compass Aerospace Corp. (MacLuan Capital Corp.)	Gardena, CA; Shelton, WA; Wichita, KS	Controle da superfície das asas	Boeing, Airbus
Composite Structures	Monrovia, CA	Flaps	Boeing
Ducommun Inc.	Long Beach, CA	Conjunto das bordas principais	Boeing, Airbus
Goodrich Corp.	Brecksville, OH	Trem de aterrissagem	Boeing

continua



continuação

Produtoras de Aeronaves	Localizações das Fábricas	Estrutura(s) Produzida(s)	Principais Clientes
Hexcel Corp.	Kent, WA	<i>Wing-to-body</i> e <i>flap</i> de ajuste, painéis principais e de pista, asa, revestimento	Boeing
Hitchcock Industries	Minneapolis, MN	Conjunto de <i>flaps</i> principais	Boeing
LMI Aerospace, Inc.	St. Charles, MO	Principais bordas, <i>slats</i> , <i>flaps</i> , cobertura de fuselagem	Boeing
Stellex Aerostructures, Inc. (Stellex Technologies, Inc.)	Amityville, NY	Armações e ligações para fuselagens	Boeing
Triumph Group, Inc.	Wayne, PA	Componentes da asa e revestimentos da asa	Boeing
Vought Aircraft Industries, Inc. (Carlyle)	Dallas, TX; Hawthorne, CA	Partes da cauda e da fuselagem (incluindo estabilizadores horizontais), <i>spoilers</i> da asa, partes centrais da asa, <i>flaps</i> para pouso	Boeing

Fonte: *Competitive Assessment of the U.S. Large Civil Aircraft Aerostructures Industry* (2001).

As estratégias consideradas críticas para a Boeing caracterizam-se por alguns posicionamentos de mercado, a saber:

- Criação de fundos para o financiamento e facilidade para a aquisição de suas aeronaves por parte de seus clientes.
- Redução da dependência da demanda cíclica da aviação comercial pelo aumento de seus investimentos nos serviços de suporte, manutenção e atendimento.
- Maior diversificação dos seus negócios e maior atuação global pelo acesso e instalação de plantas em outros países.
- Abertura de centros de P&D na Europa (Madri) e na Rússia (Moscou). Dessa forma, buscaram-se o estabelecimento de novas competências tecnológicas e a participação em novos programas internacionais (ver Quadro 4.1).



QUADRO 4.1

Razões para Abertura do Centro de P&D da Boeing em Madri

A Boeing inaugurou em Madri um novo centro de pesquisa e tecnologia. Um dos objetivos desse centro é desenvolver projetos colaborativos com as universidades politécnicas de Madri e Barcelona. É o primeiro centro de P&D fora dos Estados Unidos e servirá como um centro de excelência nas áreas ambiental, de segurança e confiabilidade, e nas tecnologias do controle de tráfego aéreo. A finalidade é trabalhar próximo às indústrias, à academia e aos centros de pesquisa no continente europeu, em especial na Espanha. Sua abertura é parte da iniciativa da Boeing para transformar-se em uma empresa verdadeiramente global, com uma presença local mais forte no mundo todo. Além de abrir o centro em Madri, a Boeing também nomeou um vice-presidente internacional para a Espanha, Pedro Argüelles. Na visão da Boeing, a Espanha é um país estratégico para o acesso ao mercado europeu, além de ter uma forte cultura tecnológica e inovadora na indústria aeroespacial.

O novo centro é a peça-chave do grupo de defesa da Boeing, denominado Phantom Work, para rotinas de pesquisa avançada, constituindo-se o braço do desenvolvimento tecnológico da companhia. Ele atuará como um catalisador dos esforços de inovação para a empresa, desenvolvendo pesquisas colaborativas com seus vários clientes internos e externos para o desenvolvimento de solução de sistemas e tecnologias avançadas, para melhorar a qualidade e o desempenho dos produtos aeroespaciais e dos serviços. Situado perto do aeroporto internacional de Barajas de Madri, o centro é dirigido pelo Dr. Miguel A. Hernan, um dos peritos aeronáuticos na Espanha. Foram contratados cerca de 30 cientistas espanhóis e europeus.

Dois projetos de pesquisa estão sendo inicialmente conduzidos:

1 – projeto preliminar para o desenvolvimento de células de combustível para substituir a unidade de potência auxiliar (APU) nos aviões.

continua



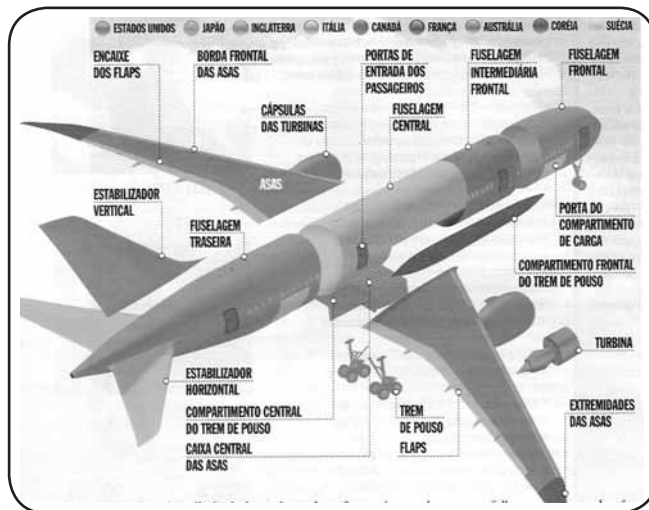
2 – o segundo projeto visa ao desenvolvimento de tecnologias de diminuição de ruídos, em cooperação com o laboratório aeroespacial nacional (NLR) dos Países Baixos, a Universidade Politécnica da Catalunha, em Barcelona, e a Universidade Politécnica de Madri.

O atual programa 787 da Boeing ilustra a nova tendência de mercado, pela qual são incorporados novos parceiros para o desenvolvimento conjunto de partes da aeronave, e conjuntos da manufatura foram externalizados para Japão e Itália, mas o cérebro do avião, a cabine e os sistemas complexos ficam a cargo da Boeing.

As principais partes do programa 787, mais de 50% da produção, estão sendo fabricadas fora dos EUA. Dessa forma, a Boeing tem conquistado vantagens significativas em relação ao custo e à diminuição do prazo de produção das aeronaves. A linha de montagem do 787, por exemplo, foi projetada para produzir um avião a cada três dias.

FIGURA 4.4

Participação dos Parceiros de Risco na Produção das Estruturas do Programa 787



Fonte: Adaptado de Boeing (2007).



TABELA 4.4**Fornecedores de Aeroestruturas para o Boeing 787**

Item	Fornecedor
Horizontal stabilizer	Alenia/Vought Aircraft ¹
Center fuselage	Alenia/Vought Aircraft ²
Aft fuselage	Alenia/Vought Aircraft
Engine pylons	Boeing Wichita
Section 41 (part of forward fuselage)	Boeing Wichita
Flight deck	Boeing Wichita
Fixed and movable leading edges	Boeing Wichita
Rudder	Chengdu Aircraft ³
Center wing box	Subaru (Fuji Heavy Industries) ⁴
Wing box	Mitsubishi Heavy
Composite pre-preg	Toray ⁵
Forward fuselage	Kawasaki Heavy
Fixed trailing edge	Kawasaki Heavy
Main landing gear wheel well	Kawasaki Heavy
Vertical tail assembly	Boeing Fabrication ⁶
Movable trailing edges	Boeing Fabrication
Wing- to- body fairings	Boeing Fabrication
Interiors	Boeing Fabrication

Fonte: MLPF&S.

¹ Alenia faz parte da Finmeccarica. Vought pertence ao Carlyle Group.

² Alenia e Vought fornecem 26% da aeroestrutura.

³ Empresa afiliada da Avic I com sede na China. BA também operando com Hefei (parte da Avic II).

⁴ Fuji, Mitsubishi e Kawasaki fornecem 25% da aeroestrutura.

⁵ Empresa sediada no Japão, com ações na bolsa de Tóquio.

⁶ Fabricação sediada em Auburn, Washington.



TABELA 4.5

Fornecedores de Sistemas para o Boeing 787

Item	Fornecedor
Propulsion, power generation	
Propulsion systems engineering	Boeing Propulsion Systems
Engines	GE or Rolls-Royce ¹
Nacelle	Goodrich
Thrust reverser	Goodrich
Fuel management	Goodrich
Fuel system components, pumps	Cobham
Auxiliary Power Unit (APU)	Hamilton Sundstrand ²
Electrical power generating and start system	Hamilton Sundstrand
Primary power distribution system	Hamilton Sundstrand
Remote power distribution system	Hamilton Sundstrand
Nitrogen generation system	Hamilton Sundstrand ³
RAM air turbine	Hamilton Sundstrand
Electrical power conversion	Thales
Environmental control system	Hamilton Sundstrand
Electronics, Avionics	
Common core	Smiths Industries
Enhanced airborne flight recorder	Smiths Industries
Pilot control system	Rockwell Collins
Displays	Rockwell Collins
Communications, surveillance	Rockwell Collins
Navigation package	Honeywell
Crew information system/management system	Honeywell
Health management	Honeywell
Flight controls	Honeywell
Primary flight control actuation	Moog
Wring	Labinal ⁴
Integrated stand by flight display	Thales
Fuel quantity indicating system	Goodrich
Proximity sensing system	Goodrich ⁵

continua



continuação

Item	Fornecedor
Landing Gear	
Landing gear	Messier Dowty ⁶
Landing gear actuation	Smiths
Other	
Fire detection & protection	Kidde

Fonte: MLPF&S.

¹ GE fornece o motor GEnx, Rolls fornece o motor Trent 1000.

² Pertence à United Technologies

³ Cobham é subcontratada.

⁴ Pertence a Snecma.

⁵ Monitora a posição do trem de pouso e das portas.

⁶ Pertence a Snecma.

4.3.2 Fluxos de Comércio em Aeroestruturas – EUA

Os fluxos comerciais, tanto de exportações como de importações de aeroestruturas, intensificaram-se nos últimos anos. As exportações passaram de US\$ 23.684 bilhões, em 1995, para US\$ 47.492, em 1999. As importações americanas também aumentaram expressivamente: de US\$ 6.072 bilhões, em 1995, passaram para US\$ 12.273 bilhões, em 1999.

As exportações de aeroestruturas nos EUA consistem basicamente em vendas de conjuntos completos, subconjuntos de estruturas que se integram a vários estágios de montagem para o programa Airbus nos países europeus. As importações são originárias da Europa, da Ásia e do Canadá, tratando-se de estruturas produzidas para a Boeing.

A maior parcela dos bens comercializados constitui-se de partes e estruturas completas provenientes dos principais parceiros localizados no Japão, Coreia do Sul, Taiwan e China. (Ressalve-se que Austrália e Itália são importantes parceiros no comércio de aeroestruturas.) As decisões de produção e importação das fases de manufatura de aeroestruturas desses países são influenciadas pela adoção da prática



de *offset*¹ e das estratégias globais de subcontratação da produção conduzidas pela Boeing na Ásia. Além disso, o intenso comércio intragrupo praticado pela Boeing com suas subsidiárias no Canadá e na Austrália acaba por determinar esses resultados. A Aerostructures Corp. também está engajada em vários estágios de produção de aeroestruturas para o programa Airbus com as unidades desse fabricante na Inglaterra e da Alemanha. Em 1999, a Boeing e a Hexcel formaram uma *joint venture* com a Aviation Industries of China (BHA AeroComposite Parts Co. Ltd.) para a fabricação, na China, de *composites* para aeroestruturas de nível secundário, como parte de um acordo com o governo chinês para transferência de tecnologia.

4.3.3 Características da Força de Trabalho

A indústria de aeroestruturas americana beneficia-se de um estoque de recursos humanos altamente qualificado e experiente, embora o setor tenha revelado dificuldades na atração de novos engenheiros em função do interesse desses profissionais pelas maiores oportunidades de ascensão oferecidas pelas carreiras nos segmentos de gestão de redes de alta tecnologia, informática e eletrônica.

Segundo o relatório *Competitive Assessment of the U.S. Large Civil Aircraft Aerostructures Industry* (2001), em 1999, encontravam-se empregados nesse segmento cerca de 400 mil funcionários, contra um total de 375 mil trabalhadores, em 1995. Os movimentos de reestruturação patrimonial e concentração em competências principais – eliminando as operações produtivas duplicadas – ao longo da década de 1990, aliados às políticas de globalização dos expedientes de manufatura, impactaram negativamente a geração de emprego nesse segmento.

¹ A expressão *offset* diz respeito à venda de um produto para um cliente estrangeiro, obrigando o país exportador a adotar várias ações no sentido de compensar o país importador. Em algumas áreas, os acordos de *offset* são mais frequentes, entre as quais se podem destacar: aquisição na área de defesa e aeroespacial; compras de grandes obras públicas de infra-estrutura; aquisição realizada por companhias com participação governamental, ou no mercado em que o governo do país é poder concedente; aprovação governamental para autorização de incentivos ou investimentos [AIAB (2004); Inovação Unicamp (2004)].



4.3.4 Mudanças Institucionais e Econômicas nos Padrões de Relacionamento entre as Integradoras e as Fabricantes de Aeroestruturas

As principais transformações em curso estão relacionadas à natureza dos contratos entre as integradoras e os fornecedores. O acirramento da competição entre operadoras aéreas e a desregulamentação do mercado vem impondo uma severa pressão para a redução de custos a fim de diminuir o preço final das aeronaves. As integradoras estão concentrando suas estratégias em *design*, integração de sistemas e vendas, transferindo para seus fornecedores maiores responsabilidades e riscos financeiros associados à manufatura. Essa nova realidade competitiva está dando origem a um tipo de “super-fornecedor”, caracterizado pela maior concentração econômica e tecnológica, capacidade de atendimento em escala global e aportes de investimentos. Firmam-se parcerias de risco como novo modelo contratual adequado à atual concorrência e à logística global. Se a Boeing tem buscado parceiros no mercado europeu e asiático, o mesmo caminho vem sendo seguido pela Airbus, que tem firmado parcerias com empresas americanas, tais como a Goodrich, Carlyle Group, Northrop Grumman (atual Vought) etc.

A nova prática contratual também exige da cadeia de suprimento de aeroestruturas padrões superiores de certificação de qualidade, eficiência, logística e preço. Difundiram-se técnicas de *lean production*, manufatura digital, *design* virtual, CAD/CAM, Catia, entre outras. A Boeing tem imprimido uma política de aceleração dos processos de capacitação da sua rede de fornecimento por meio de encontros regulares denominados *accelerated improvement workshops*. Essa política tem sido aplicada simultaneamente à organização de auditorias de qualidade aplicadas internamente e envolvendo a cadeia de fornecimento, estruturada em três pilares: 1) auxiliar os fornecedores a desenvolver e implementar um sistema de gestão total da qualidade baseado em normas internacionais, como a ISO-9000; 2) encorajá-los a participar dos resultados das auditorias de qualidade visando à redução de custos, eliminação de processos duplicados e programas de produtividade; e, 3) implementar sistemas de análise para processos baseados em auditorias para seleção de fornecedores e análise



de riscos de negócios. Tal prática estende-se aos fornecedores de aeroestruturas no Japão, Coréia do Sul, China, Taiwan e Itália.

4.3.5 Organização Institucional e Fundos de Financiamento de P&D para o Segmento de Aeroestruturas

Os organismos governamentais americanos de P&D em aeroestruturas são o DoD (Departamento de Defesa), a Nasa e a Federal Aviation Administration (FAA). Essas agências conduzem atividades de P&D para os setores aeronáutico e espacial em parceria com a indústria, as universidades e outros órgãos públicos e civis. A Nasa dedica-se à pesquisa básica; o DoD concentra seus recursos em estágios de desenvolvimento de produto. Nessas agências, cerca de 4% do total dos gastos em P&D são direcionados para programas aeronáuticos, incluindo o segmento de aeroestruturas. A função da FAA é regular e certificar os programas aeronáuticos em aeroestruturas que serão desenvolvidos.

A dinâmica de P&D é diferente nos EUA e na Europa. Nos EUA, a Boeing orienta e conduz a maior parte das atividades de P&D relacionadas ao segmento de aeroestruturas, cabendo aos fornecedores direcionarem seus processos de P&D para melhorias de qualidade, manufatura, eficiência e para escalas de entrega – *on time delivery*. Já na Europa, os fornecedores de primeira linha da Airbus são tradicionalmente responsáveis por P&D em *design* e integração dos conjuntos e/ou subconjuntos de estruturas.

O governo opera os 20 maiores túneis de vento, sendo 15 da Nasa e 5 do DoD. Três empresas privadas possuem túneis de vento supersônico: Boeing, Lockheed e Loral.



TABELA 4.6

Principais Túneis de Vento por Categorias: Subsônicos, Transônicos e Supersônicos – EUA¹

Tipo de Posse	Organização	Instalação	Escala Simulada de Velocidade	Seção de Teste (em pés)	Número de Reynolds (por ft. x106)	Características Especiais		
Governo americano	Nasa	Centro de pesquisa de Ames	2 subsônicos	11.3 x 11.3	0 - 1 0.1 - 12	Túneis de pressão		
			1 transônico	80.0 x 11.0	0.3 - 9.6			
			1 supersônico	120.0 x 11.0	0.8 - 6.5			
				9.0 x 7.0				
				14.5 x 21.8	2.1 0.1 - 15			
				7.5 x 3.0	0.6			
			Centro de pesquisa de Langley	3 subsônicos	20.0	1.2 - 4.2	Túnel pressão <i>Low-turbulence</i>	
				3 transônicos	15.5 x 1.1	100	Túnel vertical da rotação	
				1 supersônico	15.5 x 1.1	2.8 air; 8.5 freon	O túnel criogênico simula fluxos <i>unsteady</i>	
					16.0 x 16.0			
					4.0 x 4.0			
				Centro de pesquisa de Glenn	2 subsônicos	6.0 x 9.0	3.3	Túnel da pesquisa da crosta de gelo
			1 transônico		9.0 x 15.0	0 - 1.4 3.6 - 4.8		
			1 supersônico		8.0 x 6.0	0.12 - 3.4		
				AEDC		10.0 x 10.0		
					2 transônicos	4.0 x 4.0	1.3 - 6.1	
						16.0 x 16.0	0.1 - 1.6	
					3 supersônicos	16.0 x 16.0	0.1 - 2.6 0.4 - 1.3	
			16.0 x 4.1		0.3 - 9.2			
			4.1 x 3.5					

continua

continuação

Tipo de Posse	Organização	Instalação	Escala Simulada de Velocidade	Seção de Teste (em pés)	Número de Reynolds (por ft. x106)	Características Especiais
Indústria aeroespacial americana	Boeing	Filadélfia, PA	1 subsônico	20.0 x 20.0	0 - 2.3	Testes verticais e curtos da decolagem
		Seattle, WA	1 transônico	8.0 x 12.0	0 - 4	
		St. Louis, MO	1 supersônico	4.0 x 4.0	4 - 50	
		Lockheed Smyrna, GA	1 subsônico	16.0 x 23.0	0 - 2	
		Dallas, TX	1 supersônico	4.0 x 4.0	4 - 34	
		Microcraft San Diego, CA	1 subsônico	8.0 x 12.0	0.25 - 2.5	
		El Segundo, CA	1 transônico	7.0 x 7.0	2 - 14	
		Calspan Buffalo, NY	1 transônico	8.0 x 8.0	0 - 12.5	
		Loral Dallas, TX	1 supersônico	4.0 x 4.0	2 - 38	

Fonte: Sites de empresas e correspondências por e-mail com os órgãos oficiais do governo americano.

¹ Para fins desse estudo, apenas túneis de vento identificados pela Nasa têm a maioria das instalações incluída.

TABELA 4.7
Despesas em P&D do Governo Americano¹
(Em US\$ milhões)

Agência	1995	1996	1997	1998	1999
Nasa total	13,996	13,884	13,709	13,648	13,665
aeronáutica	824	866	844	920	769
DoD total ¹	34,420	35,120	36,480	37,180	38,104
aeronaves	5,331	5,122	4,834	4,743	4,100
FAA total	259	186	208	199	219
estruturas	14	10	12	13	12

Fonte: *Competitive Assessment of the U.S. Large Civil Aircraft Aerostructures Industry* (2001).

¹ Incluindo pesquisa, desenvolvimento, testes e avaliação.



TABELA 4.8

Despesas em P&D da Indústria Aeroespacial Americana – 1990–1999

Tipo	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	(Em US\$ milhões)									
Despesas da empresa P&D	5,387	5,533	6,871	5,684	5,466	5,489	5,710	5,677	5,108	4,159
Fundos do governo federal americano para a indústria P&D	15,248	11,096	10,287	9,372	8,794	11,462	10,515	10,619	9,341	8,656
Total de despesas P&D	20,635	16,629	17,158	15,056	14,260	16,951	16,224	16,296	14,449	12,815
Total de vendas industriais	134,375	139,248	138,591	123,183	110,558	107,782	116,812	131,582	147,991	151,095
	(Porcentagem)									
Despesas da empresa P&D /Total de vendas industriais	4.0	4.0	5.0	4.8	4.9	5.1	4.9	4.3	3.5	2.8
Fundos do governo federal americano para a indústria P&D /Total de vendas industriais	11.3	8.0	7.4	7.6	8.0	10.6	9.0	8.1	6.3	5.7
Total de despesas P&D /Total de vendas industriais	15.4	11.9	12.3	12.2	12.9	15.7	13.9	12.4	9.8	8.5

Fonte: Aerospace Industries Association of America, National Science Foundation, e estimativas USITC.



TABELA 4.9

Despesas em P&D das Principais Produtoras Americanas de Estruturas Aéreas – 1995-1999

Tipo	1995	1996	1997	1998	1999
(Em US\$ milhões)					
Despesas P&D					
Boeing ¹	1,232	1,156	1,208	1,021	585
Voght	164	255	256	203	197
Goodrich ³	86	108	148	177	194
Hexcel	8	17	18	24	25
ATP ⁴	0.799	1.213	1.063	0.864	0.808
Vendas					
Boeing ¹	17,511	19,916	26,929	35,545	38,105
Voght	7,272	8,607	9,153	8,902	8,995
Goodrich ³	1,860	2,078	4,688	5,455	5,536
Hexcel	350	695	937	1089	909
ATP ⁴	179	164	119	127	79
(Porcentagem)					
Despesas P&D/ Vendas					
Boeing ¹	7.0	5.8	4.5	2.9	1.5
Voght	2.3	3.0	2.8	2.3	2.2
Goodrich ³	4.6	5.2	3.2	3.2	3.5
Hexcel	2.3	2.5	1.9	2.2	2.8
ATP ⁴	0.4	0.7	0.9	0.7	1.0

Fonte: *Competitive Assessment of the U.S. Large Civil Aircraft Aerostructures Industry* (2001).

¹ Despesas P&D e vendas da rede são apenas para a Commercial Airplanes Division da Boeing.

² Prioritariamente, desenvolvimento militar de aeronaves.

³ Incluindo apenas quem não tem contrato de P&D.

⁴ Advanced Technology Products, Inc.

4.4 Canadá

A indústria aeroespacial canadense compreende mais de 400 empresas em operação que, em 2003, empregavam cerca de 60 mil trabalhadores. Relativamente distribuída pelo território canadense, aglomera-se em dois centros de produção principais: Montreal (onde é realizada a integração da família CRJ da Bombardier) e Toronto



(onde são montados os aviões turboélices Dash-8). Esses dois centros consolidaram-se como sistemas regionais inovadores, organizados em torno de duas grandes integradores de aeronaves e suportados por políticas governamentais e instituições de pesquisa regionais sólidas.

Seus produtos baseiam-se em tecnologia avançada, tais como os jatos de transporte regional e os jatos corporativos expressos da Bombardier; a família de turboélices Dash; os helicópteros civis fabricados pela Bell Helicopter Textron; e a família dos motores de avião pequenos e médios, projetados e construídos pela Pratt & Whitney Canadá. As firmas canadenses produzem também sistemas de avião e subsistemas, componentes estruturais e outras peças para fabricantes de avião no Canadá, EUA e Europa, e realizam serviços de reparos e revisão de aeronaves e das peças e componentes. Além disso, empresas aeroespaciais canadenses são líderes nas áreas de *software* de simulação e em sistemas visuais, em sistemas de comunicações por satélite e em integração de sistemas.

A Bombardier Inc. é a principal fabricante de aviões regionais do Canadá e concorrente da Embraer nesse segmento. A Pratt & Whitney Canada Inc. (PWC) é classificada como a maior na indústria aeroespacial canadense. Ela tem competências para projetar, desenvolver, fabricar e prestar serviços para turbinas. A Pratt & Whitney mantém cerca de 50% do mercado mundial para motores pequenos e médios.

Outra empresa de destaque é a Textron-Bell, sediada em Montreal, fabricante de helicópteros. A presença da Bell no Canadá é relativamente recente; sua planta de Mirabel iniciou as operações em 1985, trazida do Texas (EUA). Desde então, a empresa deslocou o projeto e a produção de sua linha completa de helicópteros civis para o Canadá, e as vendas da Textron do helicóptero da Bell (Canadá) atualmente excedem U\$1 bilhão por ano. Mais de 1.500 helicópteros já foram manufaturados em Mirabel.

As atividades da indústria canadense no setor espacial são modestas, quando comparadas com as empresas americanas, russas e européias, mas as potencialidades e as competências canadenses são de



classe mundial em nichos selecionados. A fim de desenvolver as potencialidades de sua indústria espacial, o Canadá empreendeu, nos anos 1970, o projeto de fornecimento de um braço do manipulador remoto (Canadarm) para o ônibus espacial da Nasa (*space shuttle*). Tal mecanismo foi desenvolvido com sucesso durante o segundo voo do *space shuttle* Colômbia, em 1981, e ganhou o reconhecimento mundial, a ponto de o Canadá ser o fornecedor dessa tecnologia para a Estação Espacial Internacional. O Canadarm voou em cada missão do *shuttle* de espaço da Nasa e, hoje, o país é um dos líderes no conceito de robótica espacial. A segunda geração Canadarm e SPDM da “mão espacial” está sendo usada para a construção da Estação Espacial Internacional.

A indústria canadense prossegue seu processo de consolidação financeira e produtiva. A Boeing é a principal cliente de aeroestruturas, embora venham sendo realizados esforços para intensificar a atividade comercial no mercado europeu, ainda sem muito sucesso. A cadeia de fornecimento canadense também sofre forte pressão competitiva da região asiática, sendo forçada a reduzir seus custos.

4.4.1 Composição, Arquitetura da Cadeia de Suprimento Industrial e Distribuição Geográfica das Principais Plantas e suas Competências Tecnológicas

A indústria de aeroestruturas canadense é formada por empresas de pequeno e médio portes, subsidiárias estrangeiras de grandes multinacionais e grandes empresas integradoras nacionais – Bombardier, Pratt & Whitney e Textron-Bell. No território canadense atuam subsidiárias da Boeing, como a Messier-Dowty, Thales, a Honeywell e a Compositive Atlantic, que também são fornecedoras dos programas da Airbus e da Boeing e produzem aeroestruturas e sistemas para a família de jatos regionais da Bombardier (ver Tabela 4.10).

A cadeia de manufatura canadense está organizada em torno da Bombardier – 60% da produção e 50% do emprego no setor estão concentrados em Montreal. Outras plantas estão localizadas em Quebec (Canadá) e, pela subsidiária Short Brothers, em Belfast (Irlanda do Norte), que fabricam aeroestruturas para a Boeing e a Air-



bus. A Goodrich, integradora de trens de pouso, opera em Ontário (Canadá), e em Cleveland, Ohio (EUA). A composição da indústria de aeroestruturas é marcada pela heterogeneidade em relação ao porte (embora se note a presença marcante de pequenas e médias empresas) e à concentração econômica, assim como pelas assimetrias tecnológicas quanto a técnicas avançadas de manufatura e gestão de projeto. O marco de consolidação dessa indústria se deu com a aquisição da Canadair pela Bombardier, em 1986, e com o desenvolvimento da série CRJ de jatos regionais. A empresa expandiu rapidamente seus negócios com a aquisição da Short Brothers do governo britânico, em 1989, da Learjet (1990) e da De Havilland (1992).

TABELA 4.10

Fabricantes Canadenses de Aeronaves, Locais de Fabricação, Peças Produzidas, e Clientes LCA

Fabricantes	Locais de Fabricação	Peças Produzidas	Clientes LCA
Avcorp Industries	Delta, British Columbia	Cobertura dos painéis das asas, pequena armação de fuselagem, acessórios	Boeing, Airbus, Bombardier
Boeing Canada Technologies (The Boeing Co., EUA)	Winnipeg, Manitoba, Arn Prior, Ontário	Painéis de pouso, <i>wing-to-body</i> de ajuste	Boeing
Boeing Toronto (The Boeing Co., EUA)	Toronto, Ontário	Controle das asas	Boeing
Bombardier Aerospace	Montreal, Quebec	Componentes da fuselagem, bordas de pouso	Boeing, Airbus
Bristol Aerospace (Magellan Aerospace, Canadá)	Winnipeg, Manitoba, Rockwood, Manitoba	Painéis das asas, painéis de bordas fixas para pouso, <i>wing-to-body</i> de ajuste, componentes do suporte	Boeing
Chicopee Manufacturing (Magellan Aerospace, Canadá)	Kitchener, Ontário	Asas e componentes	Boeing

continua



continuação

Fabricantes	Locais de Fabricação	Peças Produzidas	Clientes LCA
Composites Atlantic ¹	Lunenburg, Nova Scotia	Ajustes e painéis	Boeing, Airbus
Fleet Industries (Magellan Aerospace, Canadá)	Fort Erie, Ontário	<i>Flaps</i> de asa, <i>vanes</i> , <i>ailerons</i> , painéis das asas	Boeing
Goodrich ²	Oakville, Ontário	Trem de aterrissagem	Boeing
IMP Group	Amherst, Nova Scotia	Freios, <i>flaps</i>	Boeing
Messier-Dowty (SNECMA, França)	Ajax, Ontário	Trem de aterrissagem	Boeing, Airbus

Fonte: Obtido de várias fontes do USITC.

¹ Uma associação entre Aérospatiale Matra (França) e Province of Nova Scotia.

² Menasco Aerospace, incluindo as instalações do Canadá, foi obtido por Goodrich (EUA), em 1999.

Dois movimentos influenciam a cadeia produtiva de aeroestruturas canadense. De um lado, a política de subcontratação da Boeing focada na compra de aeroestruturas para aeronaves de longo alcance; de outro, a Bombardier com o seu programa de jatos regionais, embora uma grande parcela das compras dessa empresa provenha da cadeia americana. Ressalte-se, também, que boa parte dos novos materiais utilizados no Canadá provém dos EUA.

Ao se comparar a cadeia produtiva canadense à brasileira, notam-se significativas diferenças. A princípio, é perceptível a elevada internacionalização das fornecedoras de componentes no Canadá. A proximidade geográfica do forte complexo aeroespacial e militar americano propiciou o sucesso dessas empresas. Nota-se a existência de uma estratégia clara do governo dos EUA em não concentrar as atividades tecnológicas e produtivas desse complexo em poucas empresas, beneficiando a cadeia canadense com a alta demanda de um mercado relativamente aberto e receptivo.



Atualmente, a cadeia canadense de aeroestruturas é composta de mais de 80 empresas altamente capacitadas e inseridas nas principais integradoras de aeronaves, com financiamentos de P&D bem estruturados e pouco parcimoniosos na alocação de recursos. Todas as atividades produtivas estão presentes, desde a concepção e integração de aeronaves e turbinas até o desenvolvimento de aviônicos e acabamentos internos da aeronave. É difícil apontar elos frágeis nessa cadeia.

Um estoque de recursos humanos altamente qualificado e a infraestrutura aeroespacial existente sustentam suas vantagens competitivas, embora a manufatura não apresente os mesmos níveis de excelência observados na cadeia europeia. Além disso, o governo canadense tem buscado atrair novos produtores para o seu território por meio de iniciativas que propiciam a redução de custos para a instalação de plantas, taxas generosas de isenção de P&D² e operações industriais, dinamização dos sistemas de inovação visando à inclusão da indústria de aeroestruturas por meio do programa Technology Partnerships Canada e o National Research Council.³

A Bombardier sofre pressões de sua concorrente direta, a Embraer, perdendo a participação em alguns segmentos. Ademais, a cadeia canadense tem sido impactada pela estratégia da Boeing de redirecionar seus novos investimentos para a Coreia do Sul por meio da Hyundai. A resposta canadense tem sido a especialização em alta tecnologia aeronáutica, integração de sistemas complexos, aviônicos, sistemas de comunicação, novos materiais e robótica espacial. Além disso, o governo canadense tem estimulado a consolidação dos *clusters* industriais. Cabe descrever dois dos mais importantes, o de Montreal e o de Toronto.

4.4.1.1 O Sistema de Inovação e Produção Local de Montreal

Montreal pode ser classificada como a região com maior aglomeração produtiva no setor aeroespacial, representando cerca de 50% do

2 No Canadá, o percentual de isenção fiscal para as atividades de P&D empresariais atingem um patamar próximo de 18%.

3 Para mais informações sobre as políticas de apoio governamental no Canadá, ver Capítulo 5 – Políticas Internacionais de Promoção da Indústria Aeronáutica.

emprego desse setor no Canadá. Sua produção aeronáutica, iniciada em 1920, possui longa tradição e cultura inovadora. Entretanto, o impulso decisivo veio em 1986, com a entrada da Bombardier e seu programa RJ100 de 50 assentos no segmento de aeronaves regionais. A Bombardier contabiliza, hoje, cerca de 28 mil funcionários alocados no Canadá e em suas subsidiárias internacionais. Somente em Montreal, o quadro funcional totaliza 15 mil empregados. A empresa tem adotado políticas ativas de transferência de capacitação tecnológica em *design* e manufatura para as empresas localizadas na região.

A Pratt & Whitney Canada (P&WC), subsidiária da US-United Technologies, também opera nessa região, difundindo suas atividades de desenvolvimento de produtos, integração de sistemas complexos e excelência em manufatura. Outras importantes empresas localizadas nesse *cluster* são a subsidiária da Honeywell (EUA) e a CMC Electronics (Canadian Marconi Corporation), que produzem aviônicos. Essas empresas, embora não atendam diretamente à Bombardier, possuem intensa atividade exportadora para outras empresas aeronáuticas. Ainda em Montreal são produzidos trens de pouso pela Héroux-Devtek – fornecedora da Bombardier na linha de jatos regionais – e estão instaladas empresas francesas como a Messier-Dowty – fabricante de trens de pouso para firmas européias, e a Thales, que produz aviônicos para Bombardier. As pequenas e médias empresas representam 20% do emprego e da produção local.

Nas atividades de patenteamento, presencia-se uma expressiva participação do *cluster* de Montreal, seguido pelo de Toronto. Entre os laboratórios governamentais mais importantes na região, destaca-se o National Research Council of Canadá (NRC), localizado no *campus* da Universidade de Montreal. Em 1986, a Bombardier fundou a primeira cadeira de engenharia aeronáutica na École Polytechnique, na Universidade de Montreal. Com a iniciativa das sete maiores empresas da região (Bombardier, CAE, CMC, SEM Technologies, PW&C e Héroux-Devtek), foi criado, na Universidade de Concórdia, o Concordia Institute for Aerospace Design and Innovation (Ciadi).



TABELA 4.11

Atividades de Patenteamento na Indústria Aeronáutica Canadense nas Províncias Atuantes no Setor (1976-2002)

Empresa	Montreal	Toronto	Winnipeg	Vancouver	Halifax	Ottawa	Calgary
1	73	23	7	3	0	0	0
2	12	10	0	0	0	0	0
3	8	4	0	NA	NA	NA	0
4	8	3	NA	NA	NA	NA	NA
5	7	2					
6	3	2					
7	2	2					
8	2	1					
9	2	1					
Restantes	10	1					
NRC Labs	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA
Total	127	49	7	3	0	5	0

Fonte: Niosi e Zhegu (2003).

Nota: NA – não disponível.

4.4.1.2 O Sistema de Inovação e Produção Local de Toronto

Praticamente uma empresa-âncora, a De Havilland Canadá (DHC), agora incorporada ao Grupo Bombardier, organiza o sistema produtivo regional de Toronto. Fundada em 1928, a subsidiária da British De Havilland iniciou as atividades de montagens em 1920. Atualmente, são montadas em Toronto a família de aeronaves regionais turboélice Q Series (antigo Dash-8) e a parte final do jato corporativo Global Express, desenvolvido pela Bombardier. A cadeia de fornecimento do Q Series é bastante globalizada, e somente o fornecimento dos sistemas elétricos (Allied Signal) e do trem de pouso (Menasco) é local. O restante vem de outros países, como aviônica (Sextant Avionique – França), naceles (Short Bombardier, Irlanda), sistemas de *flaps* (Microtecnica – Itália), propulsão (Messier-Dowty, França) e hidráulica (Abex, EUA). Com isso, os efeitos de *linkages* e *spillovers* são mais fracos do que os presenciados em Montreal.



A âncora DHC organiza a integração das aeronaves e difunde os novos conceitos de manufatura para a região de Toronto. A segunda maior empresa nessa região é a Honeywell Canadá, especializada em aviônica e equipamentos de comunicação. A terceira empresa mais importante é a Boeing Canadá, que produz subconjuntos para a Boeing EUA. A Universidade de Toronto e a Ryerson University são a principal fonte de formação de engenheiros. Os laboratórios que desenvolvem parcerias e suporte técnico estão localizados em Ottawa.

4.4.2 Fluxos de Comércio em Aeroestruturas

As exportações de aeroestruturas do Canadá dirigem-se predominantemente aos mercados dos EUA, Reino Unido, França e Alemanha. Em relação às importações, grande parte dos sistemas complexos, aviônicos, componentes e materiais utilizados na produção de aeronaves são originários dos Estados Unidos.

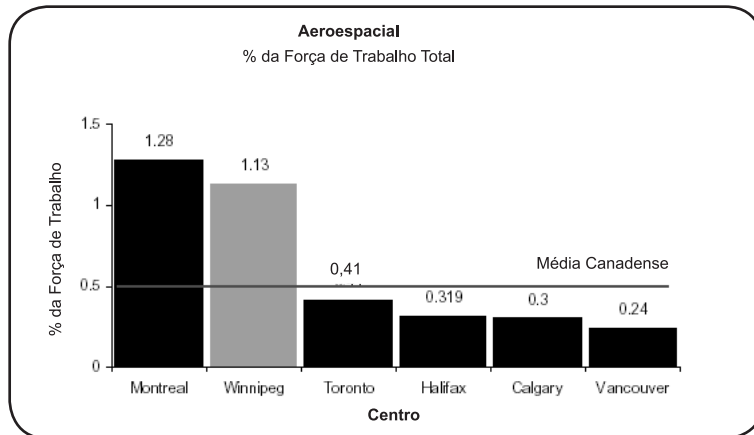
4.4.3 Características da Força de Trabalho

Estimativas do governo canadense contabilizavam 60 mil trabalhadores empregados no setor, em 2003. A maior concentração dessa força de trabalho estava na província de Montreal, onde fica a sede da Bombardier, e na província de Winnipeg, região que mantém um *cluster* de *composites* (novos materiais). Cabe destacar que a província de Winnipeg é especializada no segmento espacial, e a região de Toronto concentra o segundo maior centro de produção aeronáutica e um sistema produtivo regional especializado em aeroeletrônica.



GRÁFICO 4.1

Participação dos Trabalhadores na Indústria Aeroespacial em Relação ao Total de Trabalhadores, nas Províncias Canadenses – 2003



Fonte: Niosi e Zhegu (2003).


4.4.4 Mudanças Institucionais e Econômicas nos Padrões de Relacionamento entre as Integradoras e as Fabricantes de Aeroestruturas

As principais estratégias podem ser resumidas nas abordagens implementadas pelas empresas com o apoio do governo. De um lado, a indústria de aeroestruturas vem se organizando em centros de excelência ou *clusters* especializados. Nesse sentido, as políticas regionais são bastante ativas e eficazes. De outro lado, a principal estratégia da indústria canadense tem sido o desenvolvimento do conceito de parcerias de risco pelo qual são delegadas novas responsabilidades aos parceiros e implementados processos de engenharia colaborativa. O programa CRJ 700 ilustra essa tendência no desenvolvimento de programas de aeronaves. A principal diferença em relação à concorrente Embraer está no fato de que os parceiros de risco são mais nacionalizados, como é o caso da Shorts Brothers e da Avcorp (ver Figura 4.5).

FIGURA 4.5

Parceiros de Risco e Fornecedores do Programa CRJ 700

1. Nariz	Canadair
2. Fuselagem Dianteira e Central	Shorts
3. Carenagens	Canadair
4. Asa	Canadair
5. Fuselagem Traseira	Mitsubishi (MHI)
6. Estabilizador Vertical	Avcorp
7. Estabilizador Horizontal	Avcorp
8. Naceles	Shorts
9. Cone de Cauda	GKN
10. Sistema de Propulsão	General Electric
11. Aviônicos	Rockwell Collins
12. Proteção contra stall	Sextant
13. Controles Secundários de Vôo	Sextant
14. Sistemas Pneumáticos	Liebherr
15. Unidade de Geração Auxiliar	Allied Signal
16. Slat/Flap	Sundstrand Aerospace
17. Geração de Energia	Sundstrand
18. Sistema de Combustível	Intertechnique
19. Sistema de Trem de Pouso	Menasco
20. Aviônicos	Sextant
21. Sistema Hidráulico	Parker
22. Trem de Pouso	Menasco
23. Sistema de Iluminação	Hella Bertea
24. Montagem Final	Canadair Aerospace



Fonte: Andrea Goldstein e Gilles Le Blanc. "Clusters, Industrial Districts and Firms: The Challenge of Globalization", Modena, 13.9.2003. Disponível em: <<http://www.cena.ensmp.fr/Documents/AG-GLB-Modena2003.pdf>>

Os principais fornecedores da aeronave CRJ 700 são canadenses e americanos, com exceção da japonesa Mitsubishi, fabricante de estruturas, e da britânica GKN especializada em estruturas de *composite*, que participam do programa como parceiros de risco.

4.4.5 Organização Institucional e Fundos de Financiamento de P&D para o Segmento de Aeroestruturas

As atividades de inovação da indústria aeronáutica canadense são financiadas em grande parte por fundos de P&D do setor público para o setor aeroespacial. Embora os novos programas de jatos regionais da Bombardier tenham exigido novos investimentos em P&D, esses



gastos decresceram no setor em geral, ao longo da década de 1990 (ver Tabela 4.12).

O sistema nacional de financiamento às atividades tecnológicas para o setor de aeroestruturas permite o acesso às linhas de crédito governamentais a fundo perdido, concedidas pelo National Research Council (NRC) e pelo Institute for Aerospace Research (IAR), além de toda a infra-estrutura laboratorial, túneis de vento e de P&D oferecidos pelo Departamento de Defesa Nacional canadense, e a disponibilização dos fundos dos programas militares de P&D. O NRC oferece, ainda, modalidades adicionais de apoio governamental, como o Industrial Research Assistance Program (IRAP), o Technology Partnerships Canada (TPC), que apóiam os programas em setores de alta tecnologia que desenvolvem parcerias de risco, incluindo o segmento de aeroestruturas. O IRAP é destinado também ao apoio às pequenas e médias empresas por meio dos serviços tecnológicos oferecidos pelo Industrial Technology Advisors, que disponibiliza fundos de assistência e comercialização dos produtos. Os recursos do TPC tem sido alocados para apoio ao desenvolvimento de novas tecnologias nos segmentos de aeroestruturas, componentes e novos materiais.

TABELA 4.12

Despesas de P&D com a Indústria Canadense de Defesa e Aeronáutica, 1990-1999*

Tipo	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	(US\$ milhões)									
P&D / Total	614	586	501	503	603	630	618	656	668	567
em vendas	5.953	6.457	6.190	5.844	6.610	7.218	8.387	9.020	10.315	11.325
	(Porcentagem)									
P&D / Total	10,3	9,1	8,1	8,6	9,1	8,7	7,4	7,3	6,5	5,0
em vendas										

Fonte: National Research Council Canada, Institute for Aerospace Research.

* Não foram incluídas as despesas governamentais.



4.5 Europa

A indústria europeia pode ser caracterizada por um fluxo de inter-relações comerciais e produtivas mais complexas, comandado pela empresa Airbus – criada em 1970 – e suas subsidiárias, majoritariamente fornecedoras de sua cadeia produtiva –, com níveis variados de participação e apoio governamental das regiões e países europeus. A Airbus é formada por quatro parceiros: BAE Systems (Airbus Reino Unido), Aérospatiale Matra (Airbus França), Daimler Chrysler Aerospace (Airbus Alemanha) e Casa (Airbus Espanha). As duas plantas de montagem final localizam-se em Toulouse (França) e Hamburgo (Alemanha).

A consolidação da indústria de aeroestruturas europeia deve-se à notável fase de expansão e reorganização da Airbus com sua nova estratégia de foco no mercado e à formação da EADS (European Aeronautic, Defense and Space Co.) em 2000, com ganhos de escala e competitividade por meio de programas aeronáuticos e de defesa conexos organizados através de redes produtivas regionais por todo o território europeu. Esse novo arranjo institucional e econômico tem suavizado o impacto do comportamento cíclico da demanda do mercado aeronáutico, pois, por intermédio da EADS, a Airbus tem acesso a outras fontes de recursos financeiros públicos, inclusive para o financiamento de novos programas.

A coordenação dessa ampla rede de fornecedoras é feita por meio de uma abordagem que privilegia a designação de centros regionais de excelência que se especializam em determinadas tecnologias e produtos a fim de obter ganhos de escala e conquistar a reputação de classe mundial. A Airbus incentiva seus fornecedores a contribuir para suas atividades de P&D e *design* de partes que compõem seus programas aeronáuticos.



TABELA 4.13

Subsidiárias da Airbus, Localização das Plantas e Tipo de Aeroestrutura Produzida

Subsidiária da Airbus	Localização da Planta	Aeroestrutura Produzida
BAE Systems (Airbus U.K.)	Reino Unido, Weybridge, Warton, Samlesbury, Broughton, Filton	Asas completas, cobertura das asas, <i>flaps</i> de ajuste, bordas principais e de pouso, <i>spoilers</i> /freios de alta velocidade, partes do profundor.
Aérospatiale Matra (Airbus France)	França – St. Nazaire, Meaulte, Nantes, Tarbes	Partes do profundor, estrutura do painel, armação e ligações, estruturas da cabine, <i>wing-to-body</i> de ajuste, ailerons, deriva.
Daimler Chryslers Aerospace (Airbus Germany)	Alemanha – Hamburgo, Varel, Augsburg, Nordenham, Stade, Bremen	Partes do profundor, estrutura do painel, armações e ligações, deriva, cauda, semi-asas, lemes, <i>flaps</i> , asas completas, <i>spoilers</i> /freios de alta velocidade.
Casa (Airbus Spain)	Espanha – Puerto Real, Tablada, Getafe, Illescas	Estrutura dos painéis, armações e ligações, cauda, estabilizadores horizontais.

Fonte: *World Aviation Directory 2000*; *Jane's All the World's Aircraft 2000-2001*; "Western European Aerospace & Defence Industries – The Ownership Jigsaw," *Defence Systems Daily*, Mar. 7, 2001. Disponível em: <<http://defence-data.com/current/pagerip1.htm>>, acesso em 29 de março de 2001; e outras fontes setoriais.

4.5.1 O programa A380 da Airbus

O maior programa europeu é o A380 que, a exemplo dos demais modelos da Airbus, também será produzido em conjunto pelas unidades industriais na França, Grã-Bretanha e Espanha. Para que fosse possível a fabricação do avião, a Airbus teve de construir novas instalações industriais distribuídas por todo o território europeu. Foram preparadas centrais de trabalho em 15 cidades, sendo três na Espanha, seis na Alemanha, quatro na França e duas no Reino Unido. Na maioria dos casos, foi necessária a construção de novos edifícios



para receber as modernas linhas de produção. O último prédio a ser inaugurado foi o de Hamburgo, na Alemanha, onde será realizada a montagem dos componentes.

Além da montagem de componentes e sistemas avançados, a sede alemã também ficará responsável por alguns testes de voo e pela entrega das aeronaves para os clientes da Ásia. Em Broughton, na Inglaterra, serão construídas as asas do A380. O principal hangar de construção da aeronave fica em Toulouse, na França, onde será feita a montagem final dos aviões. Em Hamburgo está sendo montada e testada a cabine de passageiros. Em Filton, no Reino Unido, são construídos e analisados os trens de pouso. Em Toulouse, são realizados os testes de simulação. Se houver alguma interferência eletrônica, ou de qualquer outro tipo, nas bombas, válvulas e demais peças do avião, o sistema é condenado e substituído. Essas provas também permitem ao fabricante saber, desde o início, o tempo necessário de revisão de cada um dos componentes da aeronave.

Na Espanha, está sendo realizada a fabricação de estabilizadores e das partes traseiras da fuselagem.

Entre as quase 30 empresas que assinaram acordos como sócias industriais da Airbus estão Aries, Gamesa, Masa e Sacesa. É importante destacar a participação da M. Torres, empresa especializada no desenho e na construção de maquinários para o uso aeronáutico. Além de fornecer boa parte das peças metálicas, a M. Torres ficou encarregada de supervisionar os trabalhos realizados na oficina de Hamburgo, material esse que, quando pronto, será encaminhado para a montagem final da aeronave em Toulouse.

Para a construção de sua mais ambiciosa aeronave, a Airbus decidiu fazer uso dos mais modernos e confiáveis materiais disponíveis no mercado. Fabricadas pela EADS-Casa, as superfícies traseiras de controle serão de fibra especial, assim como partes da asa. Em relação às asas, novos tipos de ligas metálicas também estão sendo empregadas, a fim de baratear o custo e, ao mesmo tempo, conferir maior leveza, resistência e segurança aos equipamentos. Segundo a Airbus, cerca de 40% do A380 serão compostos de fibra



de carbono e de novas ligas metálicas. Tudo isso diminuirá consideravelmente o peso da aeronave, possibilitando que seu tamanho descomunal não prejudique seu desempenho.

A parte superior da fuselagem será feita, pela primeira vez na história da aviação, de um novo material chamado Glare, que consiste em finas lâminas de alumínio combinadas com fibra de vidro. O resultado é um composto 10% menos denso que o alumínio, que irá assegurar uma redução de 800 quilos no peso final do avião. Além disso, o Glare é mais resistente à corrosão, ao fogo e à fadiga por excesso de uso.

Outro importante avanço desenvolvido pelos engenheiros da Airbus é a mudança do centro de gravidade do avião, que passou a ser 6% mais atrás do que normalmente é feito na fabricação de aviões. Somada ao novo sistema *fly-by-wire*, a mudança permite melhor controle aerodinâmico e, como conseqüência, o aumento do desempenho da aeronave.

As turbinas do A380 também contribuíram decisivamente para a diminuição do peso do avião. A Airbus aumentou em 60% a pressão dos sistemas hidráulicos, o que equivale à utilizada na aviação militar. Além disso, os engenheiros conseguiram reduzir o diâmetro das turbinas sem prejudicar seu desempenho. Com todas essas medidas, foi possível reduzir em cerca de uma tonelada o peso do avião.

De acordo com os engenheiros responsáveis, se novas técnicas não tivessem sido utilizadas, incluindo uma inovadora forma de soldar a fuselagem, a aeronave seria pelo menos 15 toneladas mais pesada, o que comprometeria por completo a execução do projeto, tornando-o caro demais para os padrões atuais.

No entanto, os atrasos na entrega do programa A380 e os altos custos do desenvolvimento do A350 – avião de longo alcance baseado em tecnologia completamente nova e cujo investimento foi avaliado em €10 bilhões –, assim como a desvalorização do dólar norte-americano, geraram grandes obstáculos comerciais ao consórcio comercial Airbus. Para restaurar a competitividade e compensar a degradação financeira causada pelos atrasos, a Airbus lançou o programa Power



8, destinado a gerar economias até o ano de 2010, da ordem de € 6,6 bilhões, pretendendo manter, após esse período, uma economia de € 2 bilhões por ano. Considerando-se que “95% dos assalariados estão na Europa”, assim como 75% dos trabalhos temporários, as principais metas do plano Power 8 estão ancoradas nos seguintes pontos: 1) diminuição de 30% dos custos de funcionamento; 2) reorganização de 16 fábricas; e, 3) redução de cerca de dez mil postos de trabalho, dos quais 4,3 mil na França, 3,2 mil na Alemanha; 1,5 no Reino Unido; e 400 na Espanha. Com essas ações, a Airbus planeja aumentar em 15% a produtividade do setor de engenharia nos próximos anos, e reduzir os custos administrativos em 30%.

O plano Power 8 contempla 30% da produção do modelo A350, que ainda está em planejamento, sendo realizado por fornecedores estrangeiros na Europa, assim como em países de baixos salários, como a China. Ao mesmo tempo, ao concentrar as compras, o número de fornecedores será reduzido de dez mil para sete mil. O programa A350 será financiado principalmente com recursos próprios do grupo europeu, com forte contribuição do plano de reestruturação Power 8 e dos parceiros de risco.

No modelo A350, a parcela referente a desenvolvimento e produção na Europa cairá para cerca de 50% do valor da aeronave, equiparando-se ao programa 787 da Boeing, que é projetado, desenvolvido e produzido na proporção de 50%, nos EUA. Além disso, a EADS planeja consolidar sua atuação industrial em países-chave como EUA, China, Rússia, Coreia do Sul e Índia. A Rede Internacional de Compra articula-se em torno dos escritórios de compras por país (Country Source Offices – CSO). Os primeiros CSOs serão implantados na China, Rússia e Índia.

4.5.2 Composição, Arquitetura da Cadeia de Suprimento Industrial e Distribuição Geográfica das Principais Plantas e suas Competências Tecnológicas

A indústria de aeroestruturas europeia distingue-se da americana por suas relações interindustriais mais complexas e capilarizadas, envolvendo a participação de vários governos nacionais e culturas



regionais, mas, sobretudo, por sua principal diretriz estratégica: a produção especializada de aeroestruturas manufaturadas em centros de excelências regionais. Na última década, a indústria européia passou por um profundo processo de racionalização, reduzindo a dependência do envolvimento governamental, reorientando suas estratégias competitivas e negociais para o mercado, e buscando novos conceitos produtivos e de manufatura mais eficientes.

Seu padrão de fornecimento é diversificado, atendendo aos segmentos de aeronáutica, espaço, defesa e serviços. Além da cadeia produtiva da Airbus e suas subsidiárias, existe uma extensa rede de produtores de aeroestruturas que estão incluídos em outros programas desenvolvidos e geridos pela EADS, tais como Socata, Dornier-Fairchild e Eurocopter.

Presencia-se um movimento paulatino de expansão do fornecimento para os mercados americano e asiático. Um exemplo é a italiana Alenia Aerospazio e sua subsidiária Finmeccanica, que participam do programa 787 da Boeing. Outro é a Short Brothers, que fornece aeroestruturas para a canadense Bombardier.

Existem também casos de fornecedores de aeroestruturas que operam independentes da cadeia Airbus/EADS, mas estão inseridos em programas financiados por organizações estatais ou pelos governos nacionais. Podemos citar dois exemplos:

- a Hurel-Dubois e a Messier-Dowty são subsidiárias da multinacional pública francesa SNECMA, que produz sistemas de propulsão e equipamentos de manufatura; e
- a Hamble Structures (Reino Unido), integrante do Dowty Group, subsidiária do Smiths Aerospace, especializada em sistemas de gerenciamento da informação, de gerenciamento veicular e de proteção.

Nota-se, também, um aumento da subcontratação de estruturas originárias de outros mercados. A Airbus U.K., por exemplo, subcontrata, da chinesa Avic I, a fabricação da estrutura das asas do programa A320, a fim de reduzir os custos trabalhistas, mais caros na Europa



Ocidental. A produtora independente francesa Latecoere tem uma estratégia de custos mais agressiva: subcontrata 50% da sua produção de empresas na China, Coréia, Polônia, Portugal e Reino Unido.

A indústria de aeroestruturas europeia apresenta um alto padrão de especialização e capacitação tecnológica nas áreas de manufatura, engenharia de processo e produto, utilizando as mais avançadas técnicas de gestão e de integração do projeto à manufatura. Em comparação à americana, a cadeia europeia é mais especializada tecnologicamente e organizada em centros regionais de excelência, o que lhe permite atingir altos níveis de desempenho e de competitividade (ver Tabela 4.14).

TABELA 4.14

Principais Produtores Europeus de Aeroestruturas e Aeropeças Não-Afiliados da Airbus (Filiação Conhecida), Localização das Fábricas, Partes Produzidas, e Principais Clientes

Produtores de Peças para Aeronaves Diferentes da Airbus (Filiação Conhecida)	Localização das Fábricas	Partes Produzidas	Principais Clientes
Alenia Aerospazio (Finmeccanica) ¹	Pomigliano and Nola, Itália	Partes do profundor, controladores	Airbus, Boeing
Dornier-Fairchild (EADS)	Oberpfaffenhofen, Alemanha	Partes do profundor, controladores, flaps	Airbus
Eurocopter (EADS) ²	Donauworth, Alemanha	Wing-to-body de ajuste	Airbus
Fischer Advanced Composite Components (Fischer and Austrian Salinen)	Reid im Innkreis, Áustria	Flaps, spoilers/freios de alta velocidade	Airbus, Boeing
Fokker Aerostructures (Stork)	An Oude-Meer, Países Baixos	Controladores, flaps, pontas da asa, bordas principais, superfície dos painéis	Airbus, Boeing

continua



continuação

Produtores de Peças para Aeronaves Diferentes da Airbus (Filiação Conhecida)	Localização das Fábricas	Partes Produzidas	Principais Clientes
Hamble (Dowty Group)	Hamble-le-Rice, Reino Unido	Controladores de asa	Airbus, Boeing
Hellenic Aerospace Industry ³	Schimatari, Grécia	Controladores	Airbus, Boeing
(Société Construction des Avions) Hurel-Dubois (SNECMA) ⁴	Meudon-la-Fôret, França	<i>Wing-to-body</i> de ajuste	Airbus
Latécoère	Toulouse, França	Controladores de estrutura	Airbus
Messier-Dowty (SNECMA) ⁴	Villacoublay, França; Gloucester, Reino Unido	Trem de aterrissagem, conjunto de trem de aterrissagem principal	Airbus
Pfalz-Flugzeugwerke GmbH	Speyer, Alemanha	<i>Wing-to-body</i> de ajuste	Airbus
Reims Aviation	Reims, França	Controladores	Airbus
SF Swiss Aircraft & Systems Enterprise Corp. (RUAG Suisse) ⁵	Emmen, Suíça	Pontas da asa	Airbus, Boeing
Short Brothers plc (Bombardier)	Belfast, Reino Unido	Lemes, <i>flaps</i>	Boeing
Socata (EADS) ²	Tarbes, França	<i>Wing-to-body</i> de ajuste	Airbus
Sogerma Socea (EADS) ²	Rochefort, França	Controladores, <i>wing-to-body</i> de ajuste	Airbus
Sonaca (Belairbus)	Gosselies, Bélgica	<i>Slat tracks</i> e <i>slats</i> de movimento	Airbus

Fonte: *World Aviation Directory 2000*; *Jane's All the World's Aircraft 2000-2001*; "Western European Aerospace & Defence Industries – The Ownership Jigsaw", *Defence Systems Daily*, Mar. 7, 2001. Disponível em: <http://defence-data.com/current/pagerip1.htm>, acessado em 29 de março de 2001; e outras fontes setoriais.

¹ Governo italiano tem 35% do faturamento da Finmeccanica.

² Ver referência E das estruturas EADS.

³ Governo grego tem 100% do faturamento da Hellenic Aerospace Industry.

⁴ Governo francês tem 97,2% da SNECMA.

⁵ RUAG Suisse pertence ao governo suíço.



A vantagem competitiva da indústria de aeroestruturas europeia é, como vimos, derivada de uma estratégia de coordenação de uma rede regionalizada de centros de excelências de manufatura gerida pela Comissão Aeronáutica Europeia. Com efeito, a promoção desse tipo de coordenação tem efeitos positivos em termos de economias de escala e curvas de aprendizado, na eficiência da alocação de investimentos e foco no desenvolvimento de tecnologias críticas.

Além disso, na década de 1990, a Airbus inaugurou uma política agressiva de investimentos e capacitação da sua rede de fornecedores de aeroestruturas, estimulando-os a adotarem técnicas modernas de gestão e automação da manufatura. A filosofia de projeto e de organização da produção da Airbus acabou por determinar a adoção das técnicas de *lean manufacturing* e sistemas de produção flexíveis – manufatura celular, técnicas de *just-in-time*, baixo estoque, auditorias de qualidade –, que proporcionam consideráveis impactos ao longo da cadeia europeia, com a redução de 50% dos ciclos de produção. Sincronizada com a nova estratégia, a Airbus tem investido também nas políticas de treinamento e assistência técnica, também de acordo com o conceito de *lean manufacturing* (ver Tabelas 4.15 e 4.16).

Segundo o relatório *Competitive Assessment of the US Large Civil Aircraft Aerostructures Industry* (2001), as técnicas e tecnologias mais difundidas na indústria europeia de aeroestruturas são:

- automação assistida por computador (*computer-assisted automation*);
- solda a laser (*laser welding*);
- usinagem e corte em alta velocidade (*high-speed cutting and machining*);
- rebitagem e furação automáticas (*automated drilling and riveting*);
- furação orbital (*orbital drilling*);



- centros de usinagem de cinco eixos (*automatic five axes machining*);
- manuseio automatizado avançado de materiais (*advanced automated material handling*);
- moldagem em resina (*resin transfer molding*);
- junção de estruturas em compósitos (*sandwich structures bonding*);
- junção metal-metal (*metal-to-metal bonding*);
- junção por conformação/difusão de superplásticos (*superplastic formic/diffusion bonding*);
- conformação mecânica (*stretch forming*);
- usinagem química (*chemical milling*).



TABELA 4.15

Principais Centros de Excelência Europeus para Aeronaves

Empresa	Local da Fábrica	Tecnologia e /ou Especialidade da Aeronave
Airbus France	Meaulte	<ul style="list-style-type: none"> • painéis de controle, estruturas da cabina do piloto
	Nantes	<ul style="list-style-type: none"> • componentes • painéis de fuselagem, armação e ligações
	St. Nazaire	<ul style="list-style-type: none"> • componentes • partes central e frontal da fuselagem do profundor, painéis de controle • armação e ligações
Airbus Germany	Augsburg	<ul style="list-style-type: none"> • partes do profundor, painéis de controle, terminadas feixes da quilha dianteira • asas completas
	Bremen	<ul style="list-style-type: none"> • partes da fuselagem dos frontais e traseiras
	Hamburgo	<ul style="list-style-type: none"> • painéis de controle, armação e ligações • componentes
	Nordenham	<ul style="list-style-type: none"> • cauda, semi-asas, freios, flaps • maquinário, armação e ligações
	Stade	
Airbus Spain	Varel	
	Getafe	<ul style="list-style-type: none"> • componentes de fibra de carbono desenvolvimento e fabricação da cauda, elevador/estabilizador horizontal
	Puerto Real	<ul style="list-style-type: none"> • painéis de controle • componente de fabricação integrado de controle numérico, formador de extensão e moedor químico de armação e ligações
Airbus U.K.	Tablada	
	Broughton	<ul style="list-style-type: none"> • cobertura das asas, conjunto final de asas • asas completas cobertura das asas
	Chester	<ul style="list-style-type: none"> • projeto da asa, partes do profundor, bordas principais e laterais
	Filton	<ul style="list-style-type: none"> • bordas principais e laterais • flaps
Alenia (Italy)	Warton	
	Weybridge	
	Foggia	<ul style="list-style-type: none"> • componentes • mecânica de fabricação, fabricação de chapas de metal e painéis de controle
Pomigliano	Nola	<ul style="list-style-type: none"> • partes do profundor

Fonte: Set-out. 2000; folhetos informativos da companhia e relatórios anuais.



TABELA 4.16

Novas Tecnologias de Fabricação na Indústria Européia de Aeronaves

Empresa	Tecnologia	Aplicação	Benefícios
Airbus e Airbus Germany	Soldas a laser	Para substituir as técnicas tradicionais de juntar as ligações à superfície da fuselagem; será aplicada no A318 (que chega em 2001) e o A380.	A solda a laser é mais rápida que a tradicional, reduzindo os custos com a fuselagem em aproximadamente 20%; potencial para redução do peso estrutural em 10%.
Airbus U.K.	Solda de fricção de movimento	Para substituir o parafuso e/ou o rebite de encaixe usado no encaixe de ligas de alumínio na fabricação de asas de aviões; será testado nos encaixes das asas do A340-600 e possivelmente nas do A380.	Custo, peso, qualidade do encaixe, e benefícios na mão-de-obra; fabricação automatizada e, principalmente, a rapidez na ligação.
Airbus U.K.	Rebite de baixa voltagem eletromagnética	Para juntar as ligações para a última cobertura dos controladores da asa do A340-500/600.	Aumento antecipado da produtividade usando toda a capacidade operacional.
Airbus U.K. ¹	Conjunto de controladores da asa automatizados programáveis	Para mudar a estrutura do desenho dos componentes da asa em ordem para facilitar e demonstrar o conjunto automatizado das estruturas da LCA, e calcular a flexibilidade na fabricação com uma célula única de fabricação.	Aumento da produtividade e redução dos custos de fabricação.

continua



continuação

Empresa	Tecnologia	Aplicação	Benefícios
Airbus U.K.	Fornecedor de fabricação da composição de estruturas primárias programáveis da aeronave.	Para explorar a viabilidade de evitar marcas de solda dos materiais das estruturas de controle das asas; e para determinar o custo e as facilidades necessárias na composição da fabricação dos controladores da asa, útil também para principais momentos de impacto e processo de circulação.	A Airbus seguirá principalmente a idéia do projeto AMCAPS II, conhecido há quatro anos como Technology Application to the Near-Term Business Goals and Objectives (Tango). Os objetivos do Tango são reduzir 20% do custo no processo e projeto tanto de estrutura como de peso.

Fonte: "Aerospace joining technology", *Aircraft Technology Engineering and Maintenance*, Aug./Sept. 2000, p. 24; Oliver Sutton, "Breaking the composite cost barrier", *Interavia*, Sept. 2000, p. 22; David A. Lombardo, "Developing Technologies in Aviation", *Aviation International News*, Jan. 2001, p. 42; e Nicole Beauclair, "Airbus A380 Special", *Interavia*, Oct. 2000, p. 38.

¹ Como membro dos sete parceiros do projeto sustentado pelo governo inglês.

4.5.3 Características da Força de Trabalho

O mercado de trabalho europeu é regido por diferentes tipos de marcos regulatórios, sistemas de proteção legal e social, multiplicidade cultural, étnica e idiomática. Há uma preocupação com os procedimentos de flexibilização e mobilidade territorial da força de trabalho a fim de facilitar o acesso aos empreendimentos tecnológicos multinacionais, gerando condições de aproveitamento de um estoque de recursos humanos com alta qualificação e salários mais elevados. Em 1999, a indústria aeroespacial europeia empregava cerca de 427 mil trabalhadores. Entretanto, o movimento de desregulamentação e globalização produtiva aliado à pressão competitiva por custos, a instabilidade e a emergência de empresas entrantes do mercado asiático obrigaram a indústria europeia a adotar ajustes estruturais que são dificultados pela legislação trabalhista europeia. Alguns analistas argumentam que esses entraves impõem restrições mais estruturais à competitividade da indústria de aeroestruturas frente ao crescimento da indústria asiática. Esse cenário tem estimulado a implementação de duas estratégias de investimentos por parte das empresas, quais sejam:



- Intensificação do capital, isto é, aumentar o processo de automatização computadorizada, reduzindo a intensidade do trabalho manual nas operações industriais.
- Realização de investimentos *greenfield*, com a realocação e a instalação de novas plantas no Leste Europeu e no Leste Asiático, em busca de custos operacionais e salários mais baixos, sem fiscalização de sindicatos ou políticas trabalhistas rigorosas.

4.5.4 Mudanças Institucionais e Econômicas nos Padrões de Relacionamento entre as Integradoras e as Fabricantes de Aeroestruturas

A principal mudança ocorrida no mercado europeu foi a estratégia de consolidação e coordenação setorial com a criação da EADS, que passou a influenciar as relações entre a Airbus e a indústria aeronáutica européia. As novas intenções da EADS são as seguintes:

- Integração e fusão da cadeia de fornecimento européia, tendo como plataforma de coordenação as quatro subsidiárias da Airbus. Essa ação tem por objetivo a difusão da boa prática produtiva, de novas tecnologias e técnicas de inovação e a universalização de novos mecanismos de financiamento.
- Renegociação dos contratos entre os fornecedores, assegurando a continuidade do desenvolvimento das empresas e a criação de novos fornecedores potenciais a longo prazo.
- Incremento das políticas de *offset* para expandir as vendas e o acesso a novos mercados e tecnologias.

4.5.5 Organização Institucional e Fundos de Financiamento de P&D para o Segmento de Aeroestruturas

Na Europa, uma parcela significativa dos esforços de P&D tem sido destinada ao desenvolvimento e à aplicação de materiais avançados



como: composite, fibra de carbono, titânio e *Glare*. A Airbus estima que os materiais avançados respondam por 40% das estruturas e componentes do novo programa A380.

A European Commission (EC) estabelece programas prioritários para P&D, nos quais as empresas são inseridas por meio de redes institucionais e regionais. Desse modo, desde o início, o programa A380 recebeu cerca de US\$ 13 bilhões em aportes para P&D (ver Tabela 4.17).

TABELA 4.17

Organizações Seleccionadas e Programas com Cooperação ou Fundos de P&D Europeus para Estruturas Aéreas, Membros e Maiores Resultados

Programa	Membros	Maiores Resultados
Garteur ¹	França, Alemanha, Itália, Noruega, Espanha, Suécia e Reino Unido.	Promoveu colaboração civil e militar na pesquisa aeronáutica, intercâmbio de informações científicas, eliminou a pirataria e melhorou a competitividade das maiores empresas europeias do setor.
Fifth Framework Program	EU-15	Promoveu melhor aproveitamento do potencial industrial de políticas de inovação, pesquisa e desenvolvimento tecnológico. O programa pretendia atingir as seguintes reduções em aeronaves: 35% dos custos de produção; 15-20% do tempo de desenvolvimento; 20% do consumo de combustível; 80% de NOx; 20% de CO ₂ ; 10 dB de ruído externo e na cabine; e 25% dos custos de manutenção.
AECMA ²	EU-15	Promoveu o desenvolvimento competitivo da indústria aeroespacial europeia representado em programas de cooperação internacional coordenados juntamente com a União Europeia.

continua



continuação

Programa	Membros	Maiores Resultados
Erea ³	Organizações nacionais de pesquisa aeronáutica da França, Alemanha, Itália, Noruega, Espanha, Suécia e Reino Unido.	Muniu a indústria europeia e as autoridades com uma base de tecnologia aeronáutica de alta qualidade. Promoveu o desenvolvimento e a execução de programas de pesquisa com foco em inovação. Coordena o intercâmbio de informações e competências entre os centros de pesquisa europeus.

Fonte: European R&D oficiais, entrevistas por USITC, Out. 2000; BDLI Annual Report 1998/99.

¹ Group for Aeronautical Research and Technology in Europe.

² European Association of Aerospace Industries.

³ Association of European Research Establishments in Aeronautics.

TABELA 4.18

Organizações que Conduzem P&D em Estruturas Aéreas na Europa

País	Organização	Patrocinado por Capital	Orçamento	Orçamento	Total de Empregos	Principais Clientes
			Total 1999 (US\$ milhões)	Aeroespacial 1999 (US\$ milhões)		
França	Onera	Público/ Privado	190	57 ¹	1.989	Governo francês; Airbus;
Alemanha	DLR	Público	720	336	4.500	Governo alemão; Indústria
Itália	Cira	Público	15	1	234	Centro de pesquisa aeroespacial italiano
Países Baixos	NLR	Público/ Privado	72	72	950	Governo holandês
Espanha	Inta	Público/ privado	91	77	1.026	Ministério da Defesa espanhol
Suécia	FFA	Público/ privado	23	23	215	Suécia

continua



continuação

País	Organização	Patrocinado por Capital	Orçamento Total 1999 (US\$ milhões)	Orçamento Aeroespacial 1999 (US\$ milhões)	Total de Empregos	Principais Clientes
Reino Unido	Dera	Público/ privado	1,618	16 ²	12.000	Ministério da Defesa

Fonte: Várias da USITC.

¹ Despesas P&D para aeronaves.

² Despesas P&D para aeronáutica civil.

TABELA 4.19

Principais Túneis de Vento por Categorias: Subsônicos, Transônicos e Supersônicos do Governo Europeu¹

Localização	Operadora	Instalações	Escala Simulada da Velocidade	Seção Transversal (metros)	Número de Reynolds (por m x 106)	Características Especiais
França	Onera	F1	subsônico	4,50 x 3,50		Pressurizado
		S1MA	sub/transônico	8,00 diâmetro	20,2	4 sessões de teste
		S2MA	trans/supersônico	1,75 x 1,77	11,5	2 sessões de teste,
		S3MA	supersônico	- 1,93	21,8-30,7	pressurizado
Alemanha	DNW	NWB	subsônico	3,25 x 2,80	6,0	Cryogenic
		KKK	subsônico	2,40 x 2,40	39,6	
	ETW GmbH ²	TWG	supersônico	1,00 x 1,00	18,0	Pressurizado
		ETW	transônico	2,00 x 2,40	220,0	Cryogenic
Itália	CIRA	IWT	subsônico	2,35 x 1,50 - 3,60	0,2-22,4	Túnel de congelamento com 4 sessões de teste
Países Baixos	DNW	LST	subsônico	3,00 x 2,25	5,1	3 sessões de teste
		LLF	subsônico	6,00 x 6,00	4,1-10,0	
		HST	transônico	- 9,50 x 9,50	47,4	
		SST	supersônico	2,00 x 1,80	125,0	
				1,20 x 1,20		

continua



continuação

Localização	Operadora	Instalações	Escala Simulada da Velocidade	Seção Transversal (metros)	Número de Reynolds (por m x 10 ⁶)	Características Especiais
Suécia	FFA	LT1	subsônico	3,60 diâmetro	5,7	
		T1500	supersônico	4,00 x 1,50	80,0	
		5M PLS	subsônico	5,00 x 4,20	16,4	
Reino Unido	Dera	13x9 ALS	subsônico	4,00 x 2,74	5,6	Pressurizado
		8x8 PHS	transônico	2,44 x 2,44	38,0	Pressurizado
		4x3 SS	supersônico	1,22 x 0,91	42,0	Pressurizado

Fonte: Pesquisa em sites oficiais europeus e correspondência eletrônica.

¹ Apenas túneis de vento identificados pela Nasa.

² ETW GmbH foi estabelecida por um acordo intergovernamental entre Onera, DLR e Dera, as quais têm, cada uma, 31% do capital, e a NLR, 7%.

4.6 Ásia: Japão, Coréia do Sul e China

A indústria de aeroestruturas asiática emerge definitivamente como uma nova força global. Essa região vem superando os *gaps* tecnológicos com a experiência adquirida por meio da participação em programas internacionais e com a hospedagem de investimentos externos motivada pelo potencial de expansão de mercado e os baixos custos de produção. Uma característica dessa indústria é o baixo grau de internacionalização de suas plantas, uma vez que desfruta de vantagens operacionais, como o custo da mão-de-obra, o acesso ao mercado de massa e as isenções fiscais, que atraem o capital externo. As estratégias de China, Coréia do Sul e Japão, concretizam-se por meio de programas de cooperação, políticas agressivas de *offset* e parcerias de risco com líderes do segmento de *commuters* e com os fabricantes de aeronaves de longo alcance, notadamente Boeing e Airbus.

A China criou dois programas: o Avic I, que prevê a produção local de um modelo estrangeiro na faixa dos 100 assentos; e o Avic II, para aviões de 50 passageiros. A Coréia do Sul, além de sua alta competência em programas aeronáuticos comerciais e civis, possui uma forte cultura no desenvolvimento de programas militares em virtude de sua posição no contexto geopolítico no Leste Asiático e de suas fronteiras com a Coréia do Norte, que mantém uma política agressiva de armamento e um programa nuclear polêmico.



Desse modo, esses países vêm galgando continuamente estágios de capacitação com a aplicação de novas ferramentas de *design*, familiarização com modernas práticas produtivas e sistemas internacionais de certificação de segurança e qualidade. Novos arranjos institucionais e financeiros têm sido formulados para estimular o setor. No Japão, megaconglomerados como Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Kawasaki Heavy Industries, Ltd. e Fuji Heavy Industries, Ltd., participam da indústria global de aeroestruturas; e na China, o governo investe valores elevados para a consolidação desse segmento.

4.6.1 Composição, Arquiteturas da Cadeia de Suprimento Industrial e Distribuição Geográfica das Principais Plantas e suas Competências Tecnológicas

4.6.1.1 Japão

A cadeia asiática de fornecimento de aeroestruturas caracteriza-se por estágios diferenciados de capacitação tecnológica, maturidade comercial e concentração econômica. A história da indústria aeronáutica japonesa remonta ao início do século XX. Atualmente, o Japão posiciona-se no topo da cadeia produtiva, com o domínio de tecnologias avançadas, escala e logística global, uma sólida infraestrutura de P&D, participando dos principais programas aeronáuticos internacionais em curso.

As fornecedoras de aeroestruturas japonesas fazem parte de grandes conglomerados econômicos (*keiretsus*), com elevada capacidade de investimento e economias de escala e logística global. A Mitsubishi participa de inúmeros programas internacionais, tais como o B787 da Boeing, o CRJ-900 da Bombardier, o A319/A320 e a nova família A380 da Airbus, entre outros. A Kawasaki tem participado dos programas de jatos regionais EMB-170/190 da Embraer e do Boeing 777, como parceira de risco e co-desenvolvedora de projetos. O segmento de aeroestruturas acompanha o estado da arte das novas tecnologias de manufatura e qualidade, assim como da aplicação de sistemas de integração da produção e do desenvolvimento de novos produtos. Além disso, essas empresas possuem laboratórios de P&D



avançados que lhes conferem considerável autonomia no desenvolvimento de produtos e materiais.

TABELA 4.20

Produtores Japoneses de Aeronaves, Local da Fábrica, Peças Produzidas e Clientes

Produtores	Local da Fábrica	Peças Produzidas	Clientes
Fuji Heavy Industries, Ltd.	Utsunomiya, Japão	Ailerons, elevadores, <i>spoilers</i> , partes da asa, <i>wing-to-body</i> de ajuste.	Boeing
Japan Aircraft Manufacturing Co., Ltd.	Yokohama, Japão	Elevadores.	Boeing
Kawasaki Heavy Industries, Ltd.	Gifu, Japão Nagoya, Japão São José dos Campos	Painéis principais, feixes da quilha, <i>flaps</i> externos, asas.	Boeing, Airbus, Embraer
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.	Nagoya, Japão	Painéis principais, aletas dorsais, <i>flaps</i> internos, ligações, partes da asa.	Boeing, Airbus, Bombardier
ShinMaywa Industries, Ltd.	Kobe, Japão	Elevadores, estabilizadores horizontais, <i>wing-to-body</i> .	Boeing

Fonte: Várias da USITC.

4.6.1.2 Coréia do Sul

A indústria coreana possui experiências bem-sucedidas e posiciona-se em um patamar avançado, considerando sua tradição e seus estágios de capacitação tecnológica no setor aeroespacial comparativamente à China. Segundo estimativas da Korea Aerospace Industries (KAI), o setor de aeroestruturas emprega cerca de quatro mil trabalhadores e gerou uma receita de US\$ 600 milhões em 2005.

Assim como no Japão, os principais produtores de aeroestruturas fazem parte de grandes conglomerados econômicos (*chaebols*), tais como a Daewoo Heavy industries, Ltd., Samsung Aerospace Industries, Ltd., Hyundai Space & Aircraft Co., Ltd., e Korean Air Aerospace



ce Division. A Korean Air acumula mais de 20 anos de experiência no segmento, com alto domínio de competências tecnológicas nas áreas de *design*, manufatura, testes e ensaios e montagens de grandes conjuntos estruturais.

A Korean Air Aerospace é uma das maiores fornecedoras de estruturas para a Boeing, Airbus e Embraer, a exemplo dos programas 717, 777, 737NG, 747, A340-5/600, A330/340, ERJ 170/190, MD11 e MD80/90. Em 2000, foi premiada pela Boeing como a melhor fornecedora do ano. Por razões geopolíticas relacionadas aos conflitos de fronteira com a Coreia do Norte, também participa de programas militares. Desde 1978, está inserida no Program Depot Maintenance on the F-4 Phantom desenvolvido pelo departamento de defesa americano, sendo a líder asiática na manutenção do parque de aeronaves desse órgão. Presta serviços de assistência técnica e modificações em mais de 30 tipos de aeronaves, entre elas, os vetores F-4, P-3C, H-60, 500MD, CH-47, LYNX, e F-4, F-15, F-16, A-10, CH-53, CH-47, UH-60, OH-58.

TABELA 4.21

Produtores Coreanos de Aeronaves, Local da Fábrica, Peças Produzidas e Clientes

Produtores	Local da Fábrica	Peças Produzidas	Clientes
Daewoo Heavy Industries, Ltd. ¹	Changwon, Coreia do Sul	Painéis de controle.	Airbus
Hyundai Space & Aircraft Co., Ltd. ¹	Sosan, Coreia do Sul	Superfícies de controle, asas.	Boeing
Korean Air, Aerospace Division	Pusan, Coreia do Sul	Painéis de controle, suporte de <i>flap</i> de ajuste, bicos, conjunto de pontas de asa, extensões de pontas de asa.	Boeing, Airbus
Samsung Space e Aircraft (SSA) Industries, Ltd. ¹	Changwon e Sachon, Coreia do Sul	Ligações, bordas de trilho.	Boeing

Fonte: Chin-Cho, 2002.

¹ Os departamentos aeroespaciais da Daewoo, Hyundai e Samsung agora são parte do Korea Aerospace Industries.



A fase inicial de instalação da indústria aeronáutica coreana tem um grande impulso em 1976, com a implementação, pelo governo, dos programas militares para a produção doméstica de aeronaves. Naquele mesmo ano, o governo decide produzir o helicóptero 500MD sob licença e em parceria com a American Company Hughes. No período de 1982 a 1986, a Korean Air também produziu, sob licença da Northrop Grumman, o caça F-5E/F. Entre 1996 e 2000, produziu localmente os helicópteros UH-60.

As políticas governamentais foram determinantes para a instalação do setor aeronáutico na Coreia do Sul, estimulando a demanda e estabelecendo a lei de promoção à indústria aeronáutica (Aircraft Industry Promotion Law), que oferecia vantagens e benefícios para a entrada de empresas nacionais no setor. Em 1987, com o lançamento do programa espacial foram criadas instituições para a promoção da P&D no setor, como o Korea Aerospace Research Institute (Kari). A Samsung Space e Aircraft (SSA) Industries foi a segunda empresa a operar na indústria aeronáutica; inicialmente atuou apenas no segmento de motores aeronáuticos (ver Tabela 4.22).

TABELA 4.22

Primeira Fase de Instalação da Indústria Aeronáutica na Coreia do Sul (1976-1983)

Empresas	Características Tecnológicas	Características Institucionais e Infra-Estrutura	Posição de Mercado
Korean Air, Aerospace Division	Manutenção e assistência técnica, sistemas de montagem.	Formação de graduados em engenharia aeronáutica e acumulação de experiência.	Monopólio em aeroestruturas (doméstica).
Samsung Space e Aircraft (SSA) Industries, Ltd.¹	Aero-engine, manutenção, montagem de motores aeronáuticos.	Formação de graduados em engenharia aeronáutica e acumulação de experiência.	Monopólio em motores aeronáuticos.

Fonte: Chin-Cho, 2002.

¹ Os departamentos aeroespaciais da Daewoo, Hyundai e Samsung agora são parte do Korea Aerospace Industries.



A segunda fase de capacitação e competição compreende o período de 1984 a 1993. Também é nesse momento que o governo implementa as chamadas políticas ativas para formação de campeões nacionais (*national champion policies*). Em 1984, a Daewoo Heavy Industries (DHI) ingressa no segmento de aeroestruturas. Em 1987, é a vez da Hyundai Space and Aircraft (Hysa) por meio de um contrato para a produção de helicópteros em parceria com a japonesa Kawasaki (ver Tabela 4.23).

TABELA 4.23

Segunda Fase – Capacitação e Competição Indústria Aeronáutica na Coreia do Sul (1984-1993)

Empresas	Características Tecnológicas	Características Institucionais e Infra-Estrutura	Posição de Mercado
Korean Air, Aerospace Division	Sistemas de montagem aeronáutica, conjuntos, aeroestruturas, produção e desenvolvimento.	Infra-estrutura e instalações para a montagem de aeroestruturas e equipamentos de produção.	Mercado militar doméstico, mercado internacional de aeroestruturas (asas).
Samsung Space e Aircraft (SSA) Industries, Ltd.	Produção de aeropartes.	Equipamentos de produção para motores aeronáuticos.	Mercado de motores aeronáuticos. Produção de partes e aeroestruturas simples para exportação.
Daewoo Heavy Industries, Ltd.	Produção de partes da fuselagem e subconjuntos de aeroestruturas, parcerias de risco.	Equipamentos de manufatura para produção de aeroestruturas.	Produção de partes e aeroestruturas simples para exportação.
Hyundai Space & Aircraft Co., Ltd.¹	Montagem de parte de helicópteros.	Investimentos em equipamentos para produção.	Mercado civil internacional de helicópteros.

Fonte: Chin-Cho, 2002.

¹ Os departamentos aeroespaciais da Daewoo, Hyundai e Samsung, agora são parte do Korea Aerospace Industries.



O período de 1992 a 1999 foi a fase de consolidação e emergência global das atividades aeronáuticas na Coreia do Sul. As trajetórias de aprendizado das empresas coreanas e a existência de uma demanda doméstica sustentada pelas políticas governamentais militares proporcionaram oportunidades de mercado no plano internacional. Em 1990, o governo coreano teve uma outra iniciativa que foi decisiva para o setor, envolvendo as empresas em seis projetos nacionais militares que previam o desenvolvimento de aeronaves (ver Tabela 4.24).

TABELA 4.24

Terceira Fase – Emergência Global e Consolidação Gradual da Indústria Aeronáutica na Coreia do Sul (1992-1999)

Empresas	Características Tecnológicas	Características Institucionais e Infra-Estrutura	Posição de Mercado
Korean Air, Aerospace Division	Montagem de helicópteros, aeroestruturas e desenvolvimento de parcerias de risco.	Instalações para a montagem de aeroestruturas e equipamentos de produção.	Mercado militar doméstico, mercado internacional de aeroestruturas (asas).
Samsung Space e Aircraft (SSA) Industries, Ltd.	Produção de aeroestruturas complexas e desenvolvimento de competências na área supersônica.	Instalações de produção para motores aeronáuticos, equipamentos de produção de alta velocidade.	Mercado de motores aeronáuticos. Produção de partes e aeroestruturas complexas para exportação.
Daewoo Heavy Industries, Ltd.¹	Desenvolvimento de aeroestruturas subsônicas.	Equipamentos de manufatura para produção de aeroestruturas.	Mercado doméstico.
Hyundai Space & Aircraft Co., Ltd.	Produção de aeroestruturas.	Investimentos em equipamentos para produção especializada em asas e estruturas.	Posição internacional frágil em aeroestruturas com especialização em asas.

Fonte: Chin-Cho, 2002.

¹ Os departamentos aeroespaciais da Daewoo, Hyundai e Samsung, agora são parte do Korea Aerospace Industries.



As indústrias coreanas têm investido para melhorar o valor adicionado e o conteúdo tecnológico de seus produtos visando ao mercado internacional, combinando iniciativas de programas civis e militares. Os esforços militares e civis estão sendo realizados em conjunto com a Korea Aerospace Industries (KAI), que representa os interesses comerciais das empresas coreanas. Desde outubro de 1999, essa nova instituição empresarial tem como missão gerir os negócios aeroespaciais da Daewoo, Hyundai e Samsung perante o governo, na área militar, e o mercado comercial da Airbus e da Boeing. A KAI tem como meta a expansão do comércio internacional de aeroestruturas, a exemplo do programa de fornecimento da fuselagem e da cauda para o helicóptero de Bell 427 e para exportação.

A Samsung fabrica o helicóptero T-50, sob licença de Lockheed Martin, na sua unidade fabril em Sachon, e negocia o desenvolvimento de um novo “Eurotrainer”. A empresa tem se expandido no mercado aeronáutico com o fornecimento de aeroestruturas de materiais compostos para a fuselagem e da cauda para helicópteros, a exemplo dos programas Bell 427 e do SB427, um novo modelo para o mercado asiático.

Outra estratégia implementada pela KAI e o governo coreano é a negociação de um novo supercaça de última geração para defesa do território nacional. Com a aquisição dessa aeronave, seja esta o Boeing F-15, o Dassault Rafale ou o Eurofighter, surgem condições concretas, por meio da prática de *offset*, de se aumentar o volume das exportações para a Boeing ou a EADS.

4.6.1.3 China

O segmento de aeroestruturas na China encontra-se em estágio inicial, considerando as variáveis de capacitação tecnológica, experiência comercial e concentração econômica. Seus resultados são ainda incipientes e limitados. A indústria aeronáutica chinesa tem início na década de 1980 com a forte determinação do governo de construir competência nesse setor. O Ministério da Indústria, por intermédio de sua agência espacial, centrou seus esforços em processos de engenharia



reversa, a partir do programa 707 da Boeing, com a empresa Xi'an Aircraft Corporation (XAC) para o desenvolvimento de um turboélice de 60 lugares para a aviação regional. Data dessa época uma *joint venture* com o governo do Paquistão num programa de manufatura para o jato avançado de treinamento militar, o K-8 Karakorum (ver Tabela 4.25).

Em 1993, é criada a Aviation Industries of China (Avic), a principal empresa aeronáutica da China, caracterizada como um grupo industrial cuja atividade principal combina competências dos segmentos militar e civil, com o objetivo de competir globalmente. A Avic tem três subsidiárias: Xi'an, Shenyang e Chengdu.

Para a Avic iniciar suas atividades foram fundamentais os contratos de *offset* com a Boeing, para fornecimento de aeroestruturas de partes das fuselagens e estabilizadores horizontais, e com a McDonnell Douglas, para o fornecimento de partes das fuselagens e estabilizadores horizontais para as aeronaves MD-82 e MD-90. Entre 1985 e 1994, a Shanghai Aviation Industrial Corporation (Saic) estabeleceu uma *joint venture* com a China National Aero-Technology Import and Export Corporation (Catic), o principal braço das forças armadas da China, para a montagem das aeronaves MD-82 e MD-83. Nesse programa, deu-se um importante processo de capacitação possibilitado pela Federal Aviation Administration dos EUA.

Em 1999, o governo chinês empreendeu um esforço de consolidação do setor com o desenvolvimento da Avic I e da Avic II. Os programas aeronáuticos são acompanhados pela Commission of Science, Technology, and Industry for National Defence (Costind) e a State Asset Supervision and Administration Commission (Sasac) que deliberam recursos e avaliam estrategicamente as decisões relacionadas às atividades de pesquisa, produção e comercialização.



TABELA 4.25

Produtores Chineses de Aeroestruturas, Local da Fábrica, Peças Produzidas e Clientes

Produtores	Local da Fábrica	Peças Produzidas	Clientes
Chengdu Aircraft Industrial Corp.	Chengdu, China	Estabilizadores horizontais, partes da cauda, aletas verticais.	Boeing
Shanghai Aircraft Manufacturing Factory	Xangai, China	Estabilizadores horizontais.	Boeing
Shenyang Aircraft Corp.	Shenyang, China	Partes da cauda.	Boeing
Xi'an Aircraft Co.	Xi'an, China	Componentes do <i>wing-to-body</i> de ajuste, estabilizadores horizontais, aletas verticais.	Boeing, Airbus

Fonte: Várias do USITC.

A China ainda não possui competências avançadas, suas plataformas são construídas utilizando componentes, subsistemas, aviônica, controles de voo e propulsão importados. Somente a Avic conquistou algum êxito através da participação internacional por meio de subcontratos e *joint ventures*. Estima-se que a Boeing tenha despendido, entre 1980 e 2004, um volume de US\$ 500 milhões na compra de aeroestruturas de empresas instaladas na China, devendo adquirir, no futuro, mais US\$ 1,3 bilhão até 2010. Até 2010, a Airbus planeja buscar empresas chinesas que possam atuar como parceiras de risco na produção de asas para o anunciado projeto do A350. Para tal, a empresa inaugurou um centro de treinamento em Beijing a fim de formar técnicos e engenheiros (ver Tabela 4.26).

A Avic e suas subsidiárias estão implementando, em Xangai, para as fornecedoras de aeroestruturas, a estratégia de centros de excelência adotada pela Airbus (ver Tabela 4.27).



TABELA 4.26

Manufatura Subcontratada na China pela Boeing e Airbus

	Shangai	Xi' an	Chendgu	Shenyang
Airbus ¹		A320 wing leading edge assemblies and electronics bay doors (sole supplier)	A320 forward nose section parts and rear passenger door (one of two suppliers)	A320 fixed leading edges, wing interspar ribs, and emergency exit doors (sole supplier) & A330/A340 forward-cargo door
Boeing	B737 even tail	B737 vertical fins, horizontal stabilizers and access gates	757 empennage	Whole tail sections and cargo doors

¹ Hong Yuan Aviation Forging & Casting (HYFC), sediada em Sanyuan, na província de Shaanxi, está produzindo partes forjadas de titânio para os pilones (usados para juntar o sistema de propulsão às asas). Guizhou Aviation Industrial Group produz gabaritos e ferramentas.

TABELA 4.27

Estrutura da Avic I e Avic II

	Avic I	Avic 2
Aircraft	Shenyang Aircraft Corp. (AC); Chengdu Aircraft industrial Corp. (AIC); Xi'an AC; Shanxi AC; Nanchang AIC	Harbin AIC; Hongdu AIC; Harbin Aviation Industry Group; Shijiazhuang AIC; Changzhou, Baoding (Propeller), Xiangling (Machinery), and Hongtu Factories
Helicopters		Jiangxi Changha Aviation Industries Company
Engine and Supporting	Harbin Dongan Engine Manufacturing; Guizhou Honglin Machinery; Zhongnan Transmission Machinery Works; China National South Aeroengine; Chengdu Engine; Xian aeroengine; Guizhou Liyang Aeroengine; Guizhou Xinyi Machinery Factory.	China National South Aeroengine; Beijing Chang Kong Machinery; Chengdu engine; Changzhou Lanxiang Machinery Works; Zhongnan (Transmission Machinery) and Changjiang (Engine & Machinery) Factories

continua

continuação

	Avic 1	Avic 2
Airborne Equipment & Specialized Manufacturers	Qingan Group; Changchun Airborne Equipment; Chengdu Aero-Instrument; Shanxi Qinling Aeroelectric; Jiangnan Aviation Lif-Support; China Xingping Aircraft Wheel; Qingyun Aviation Instrument; Jincheng Group; Chuanjiang, Pingyuan, Shenyang Xinhua, Huayang, Shanghai, Yuxin, Wanli, Changfeng, Wuhan, Guiyang, Luoyang Nanfeng, Taihang, Beijing Jianghuai, Nanjing Hongyuan, Hongwei, Sanjiang, Chuanxi Factories	Beijing Shuguang; Xinhang; Sichuan Fanhua; Chuanjiang; Sanjiang; Lanzhou; Nanjin Hongguang; Tianjin; Wuhan; Chuanxi; Changchun; Zhengzhou Xin Wei; Wanli; Sichuan; Xuzhou; Qingdao Qianshao; Jjingdezhen; Baoding Xiangyang
Other	China National aero-Technology Import and Export Corporation (CAITC); Changhe AIC; Shanghai AIC; Guizhou AIC	Hanzhong Aviation Industry (Group) (including 18 manufacturers) as well as 24 other enterprises & Institutes
Research Institutes & Schools	Beijing University of Aeronautics and Astronautics; Nanjing University of Aeronautics and Astronautics; Northwest Poly-Technical University; Chinese Society of Aeronautics and Astronautics; Beijing Institute of Aeronautical Materials; Aircraft Strength Research Institute of AVIC; Beijing Aeronautical Manufacturing Technology Research Institute; China Aero-Information Center; China Aeronautical Project and Design Institute; 18 other institutes.	Chinese Helicopter Research and Development institute; Zhuzhou Aviation power plant Research Institute; Chinese Special Vehicles Research Institute

Em 2002, na Asian Aerospace Singapore, a Embraer anunciou seus objetivos de marcar presença na China com o estabelecimento de uma linha de montagem de jatos regionais. Já havia um precedente de colaboração sino-brasileira inaugurada com o programa espacial do satélite CBERS. Os planos iniciais eram a montagem, sob licença, da família ERJ-145 em território chinês.



A Embraer investiu cerca de US\$ 50 milhões em conjunto com duas empresas controladas pela Avic II – HAIG e sua subsidiária Ha-fei Aviation Industry Company (Haic) – numa parceria que previa a transferência de tecnologia e conhecimento gerencial. A Embraer foi autorizada pelo governo chinês a ter uma participação de 51% da *joint venture*. A nova empresa foi denominada Harbin Embraer Aircraft Industry Company Limited, (HEAI), sediada em Harbin, capital da província de Heilongjiang, localizada 900 quilômetros ao norte de Beijing. A planta tem capacidade para realizar atividades de manufatura, montagem de alguns componentes, e ensaios e testes estruturais, visando ao atendimento primário do mercado na China. A *joint venture* prevê a produção de 24 aeronaves e planos para a produção entre 250 a 300 aeronaves nos próximos dez anos.

4.6.2 Fluxos de Comércio em Aeroestruturas

Na Coréia do Sul, a KAI estima que sejam comercializados anualmente cerca de US\$ 100 milhões no segmento de aeroestruturas para Airbus e Boeing. Em 2005, foi celebrado um contrato de fornecimento de painéis de asa para o Airbus A319 e o A320, projetando-se, para os quatros próximos anos, um total de US\$ 100 milhões.

A China tem projeções de crescimento otimistas. A Airbus anunciou planos de expandir as compras na China, alcançando US\$ 120 milhões de dólares em 2010, o que significa dobrar o objetivo fixado para 2007. A empresa havia se comprometido a aumentar as compras de fornecedores chineses do patamar de US\$ 15 milhões para US\$ 60 milhões em 2007.

Cinco empresas chinesas estão envolvidas na produção de partes para os aviões da Airbus, a saber: Chengdu Aircraft Corp., Shenyang Aircraft Corp., Xian Aircraft Co., Hong Yuan Aviation Forging & Casting e Guizhou Aviation Industrial Group. A cooperação industrial da Airbus com a China iniciou um novo estágio nos últimos anos. A Airbus firmou um acordo com a Avic I, subcontratando projetos no valor de US\$ 100 milhões, inaugurando a compra de partes para o A380. Além disso, vai desenvolver o projeto das portas de carga dianteiras dos A330/A340 em parceria com a Shenyang Aircraft Corp., outra afiliada da Avic I.



O navio de transporte do A380 foi construído pelos estaleiros Jinling. A Chengdu Aircraft Corp. entregou as primeiras partes fabricadas para o nariz da família A320 e a quadricentésima porta traseira de passageiros para essa mesma família. Desde setembro de 2002, a Airbus intensificou a cooperação com a China, assinando contratos superiores a US\$ 350 milhões com fabricantes locais. Hoje, existem cerca de 3.500 aviões da Airbus em operação no mundo e mais de um quarto deles têm componentes produzidos na China. Desde 1985, o valor dos projetos subcontratados pela Airbus excedeu US\$ 500 milhões.

4.6.3 Características da Força de Trabalho

A China desfruta de vantagens competitivas relacionadas ao custo da mão-de-obra, muito inferior ao de países da Europa e ao dos Estados Unidos, Canadá e Japão. Coreia do Sul e Japão oferecem, como atrativos, uma engenharia de alta competência e larga experiência em sistemas complexos. Esses dois países continuam investindo vigorosamente na formação de recursos humanos, enquanto a China deverá sentir os efeitos dos investimentos internos e externos realizados pela Boeing e Airbus em centros de treinamentos no longo prazo.

4.6.4 Organização Institucional e Fundos de Financiamento de P&D para o Segmento de Aeroestruturas

Com a expansão significativa das atividades de produção aeronáutica no mercado global, as atividades e os investimentos em P&D intensificaram-se no Leste Asiático. O Japão, por exemplo, anunciou o plano de desenvolvimento de um avião supersônico, e a China, de um novo jato regional. A Coreia do Sul investe na formação de recursos humanos – engenheiros e cientistas – por meio da criação de institutos de P&D e infra-estrutura tecnológica.

4.6.4.1 Japão

O Japão acumula uma longa experiência no campo de pesquisa aeronáutica. O primeiro túnel de vento foi construído em 1928 e,



atualmente, o Japão dispõe de uma infra-estrutura complexa, desenvolvendo suas pesquisas avançadas no segmento de aeroestruturas e aerodinâmica. O governo japonês exerce um papel fundamental nas estratégias de P&D de aeroestruturas, envolvendo órgãos do Ministério da Economia, Comércio e Indústria e promovendo ações coordenadas por meio do Aircraft Industry Council, cuja função é conciliar os interesses públicos com os das empresas do setor.

Os esforços de P&D concentram-se no programa de transporte supersônico e em integrar o sistema de pesquisa japonês: o Technical Research and Development Institute e o Institute of Space and Aeronautical Science (Isas) (ver Tabela 4.28).

TABELA 4.28

Túneis de Vento¹ Japoneses Usados em Aeroestruturas

Operadora	Ano de Conclusão	Escala Simulada da Velocidade	Seção Transversal (metros)	Número de Reynolds (por m x 106)	Características Especiais
Fuji Heavy Industries	1969	subsônico	2,00 x 2,00	5,0	
Kawasaki Heavy Industries	1938; 1969 ²	subsônico	3,50 x 3,50 2,50 x 3,00	2,3 4,0	2 sessões de teste
Mitsubishi Heavy Industries	1928; 1989 ² 1968; 1989 ²	subsônico trisônico	2,00 x 1,80 0,60 x 0,60	5,7 65 max,	
National Aerospace Laboratory	1965 1960; 1985 ² 1961; 1988 ²	subsônico transônico supersônico	6,50 x 5,50 5,60 x 4,60 2,00 x 2,00 1,00 x 1,00	4,0 4,8 20 ³	2 sessões de teste
Technical Research and Development Institute	1972 1962	subsônico subsônico	3,30 x 3,30 6,00 x 6,00 2,50 x 3,50	4,00 4,6 máx. 4,0	3 sessões de teste
Institute of Space and Aeronautical Science	1989	transônico	0,60 x 0,60	7,0	

Fonte: Sverdrup Technology, Inc.

¹ Somente túneis de vento identificados pela Nasa.

² Ano da última atualização.



4.6.4.2 Coréia do Sul

O governo coreano estabeleceu como meta posicionar-se entre as dez principais indústrias aeroespaciais no século XXI. O principal órgão governamental é o Korea Aerospace Research Institute (Kari), entidade responsável pelas políticas de P&D para o setor. Ressalte-se que os fundos desse organismo são repartidos equilibradamente para o segmento militar (50%) e civil (50%). Os túneis de vento são utilizados pelas fornecedoras de aeroestruturas para o desenvolvimento de pesquisas (ver Tabela 4.29).

TABELA 4.29

Túneis de Vento Coreanos Usados em Estruturas Aéreas

Operadora	Ano de Conclusão	Escala Simulada da Velocidade	Seção Transversal (metros)	Número de Reynolds (por m x 106)	Características Especiais
Korea Aerospace Research Institute	1999	subsônico	4,00 x 3,00	7,4	3 sessões de teste
			6,00 x 4,50	3,5	
			4,00 x 3,00	6,2	
Korean Air Force Academy	1998	subsônico	3,50 x 2,45	6,2	2 sessões de teste
			5,25 x 3,67	2,7	
Agency for Defense and Development	1999	subsônico	3,00 x 2,25	8,0	2 <i>lengths</i> disponíveis

Fonte: Sverdrup Technology, Inc.

4.6.4.3 China

A China tem concentrado os esforços na organização de instituições voltadas para P&D, no estabelecimento de alianças estratégicas multinacionais e na atração de investimentos por meio de *joint ventures* com empresas estrangeiras para acesso a novas tecnologias. A já mencionada Avic é responsável pela fabricação de aeroestruturas, empregando quase 40 pesquisadores envolvidos em P&D. Em 1998, o China Aerodynamic Research and Development



Center construiu um túnel de vento transônico, prevendo o desenvolvimento de programas e o crescimento dessa indústria.

TABELA 4.30

Túneis de Vento Chineses Usados em Estruturas Aéreas

Operadora	Ano de Conclusão	Escala Simulada da Velocidade	Seção Transversal (metros)	Número de Reynolds (por m x 106)	Características Especiais
Nanjing Aeronautical Institute	NA ¹	subsônico	3,00 x 2,50	5,4	2 sessões de teste
			5,10 x 4,25	1,8	
Northwestern Polytechnic University	1995	subsônico	3,00 x 1,60	7,0	3 sessões de teste (inclui a seção para testar a hélice)
			3,50 x 2,50	5,0	
Beijing Institute of Aerodynamics	1966	subsônico	3,00 x 3,00	6,0	
	1962	trisônico	0,60 x 0,60	12,0 -30,0	
China Aerodynamic Research and Development Center	Meados dos anos 1970 em diante	subsônico	4,00 x 3,00	6,0	2 sessões de teste
		subsônico	12,00 x 16,00	1,7	
	transônico	8,00 x 6,00	6,9		
	trisônico	2,40 x 2,40	40,0		
	1998		1,20 x 1,20	- 70,0	
	1979			35,0	

Fonte: Sverdrup Technology, Inc.

¹ Não disponível.

4.7 Conclusões

Neste estudo do segmento de aeroestruturas aeronáutica, foram identificados conjuntos de objetivos e cenários estratégicos a serem desenvolvidos pelas empresas e para a gestão das políticas públicas visando à criação de janelas de oportunidades no mercado internacional ou mesmo para a atração de investimentos que permitam o adensamento da cadeia produtiva nacional. Podemos identificar dois pontos centrais para as ações de políticas públicas: primeiro, deve-se estimular o fortalecimento econômico do capital nacional



por meio da formação de *holdings* para o fornecimento externo; segundo, é preciso redefinir os processos de manufatura, a gestão dos negócios e a importância dos fatores locacionais no setor, para os próximos anos. A seguir, apresentamos as principais conclusões que consideraram as tendências tecnológicas e organizacionais e as experiências identificadas no cenário internacional para os próximos anos, quais sejam:

Novas estratégias de negócios e para o fortalecimento do capital nacional

- Com a consolidação do modelo de parcerias de risco e as tendências de externalização da manufatura, as integradoras (*prime contractors*) deverão desenvolver modelos estratégicos de seleção de competências, o que será feito *in-house* ou será repassado para os fornecedores – estratégias de *make or buy*. Com isso, o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento do conhecimento e de logística para ganhos de produtividade ao longo da cadeia de valor serão fundamentais.
- Elaboração e internalização de áreas de inteligência e de construção de cenários estratégicos para o planejamento e implementação de estratégias de manufatura e capacitação em processos de análise e suportes à decisão de novos investimentos nessa área.
- São necessárias ações políticas para a formação de competências e capacitação dos fornecedores em gestão de negócios internacionais para o sucesso operacional no novo ambiente.
- Estratégias de posicionamento competitivo na arquitetura futura da cadeia produtiva global, especialmente para as MPMEs. As tendências de organização da cadeia produtiva aeronáutica são caracterizadas por movimentos de racionalização produtiva, gestão ativa para a redução dos riscos dos programas e da cadeia de valor, redirecionamento da manufatura para países com baixo custo de produção (China, Coréia, Leste Europeu e México).



- Formação de *holdings* por meio de parcerias com o capital externo ou nacional, buscando a criação de sinergias entre as competências das unidades de negócio existentes.

Ferramentas de suporte tecnológico e apoio à decisão

- As novas tecnologias e a infra-estrutura de informação são elementos vitais para a integração das áreas de *design* aos processos de manufatura e à interface com fornecedores e parceiros. Essas tecnologias tendem a se tornar mais importantes para o suporte das equipes de engenharia remota e de manufatura e qualidade com centralidade nas *expertises* dos sistemas e engenharia baseadas em conhecimento.
- Sistemas de apoio à decisão e definição de estratégias de *make or buy* serão cada vez mais essenciais. As estratégias das *primes* continuarão enfocando a integração dos sistemas de alto nível e a montagem final que agrega mais valor, globalizando as operações de manufatura e abrindo oportunidades para novos países e fornecedores que atendam aos critérios exigidos pelas empresas.
- Duas áreas de pesquisas recomendadas pelo estudo são: a) o desenvolvimento de modelos críticos para apoio à decisão para estratégias *make or buy*; b) desenvolvimento de modelos de projeção de custos em cenários críticos.
- Considera-se, ainda, a adoção de metodologias de análise associadas aos riscos de desenvolvimento dos fornecedores e das MPMEs.

Estratégias de manufatura e diferenciação por serviços

- Os sistemas Designed & Developed (D&D) serão a chave do sucesso das empresas especializadas em manufatura. A capacidade de geração de valor por meio de estratégias de *marketing*, co-desenvolvimento, processo de produção e montagens de produtos, estruturas e serviços complexos, atendendo o cliente nos critérios de preço, prazo, qualidade e logística, serão determinantes para a sobrevivência dessas empresas.



- Combinar competências essenciais e práticas de excelência em manufatura avançada com engenharia de desenvolvimento de produto. A experiência internacional revela que não basta somente ter excelência na produção de aeroestruturas, as empresas também devem saber projetar e adaptar seu produto conforme as necessidades dos clientes.
- Estudos sobre as implicações das flutuações de demanda para as empresas de manufatura: a indústria aeronáutica é marcada pelo alto grau de incerteza e flutuação cíclica da demanda. Nesse sentido, as estratégias baseadas em *lean manufacturing* estruturadas em redução de custo e recursos serão cada vez mais utilizadas. O desafio será a gestão equilibrada entre as estratégias empresariais de redução de custos (*lean*) e os investimentos em P&D, visando conquistar nichos de mercado em expansão.
- Capacitação na implementação e análises complexas de indicadores de *performance* e gestão aplicadas à engenharia de *design*, produto e processo e/ou alternativas de fornecimento de materiais, componentes, estruturas e peças. Desenvolvimento de competências de análise para a seleção de potenciais parceiros a serem integrados em equipes de projeto.
- Capacitação para distinguir e gerir trabalhadores com alta qualificação e conhecimento e trabalhadores com qualificação básica para manufatura. As operações e os serviços industriais de manufatura são altamente dependentes do trabalho artesanal. Notam-se, entretanto, especialização e demanda crescente para empresas de manufatura, baseadas em alto valor adicionado e sistemas complexos, que acarretam novas competências e qualificações dos trabalhadores.

Gestão, organização de P&D e institutos de pesquisa

- Todos os exemplos internacionais bem-sucedidos demonstram a necessidade fundamental de se adotarem rotinas de P&D nos fabricantes de aeroestruturas. A existência de uma infra-estrutura pública ou privada atualizada que permita a amortização dos gastos empresariais ou ainda a execução de rotinas de pesqui-



sas avançadas é muito importante para a competitividade desses fornecedores.

- Identificação de tecnologias críticas e adoção dos novos métodos de *lean production* para a excelência em manufatura.
- Os fornecedores de aeroestruturas centram suas pesquisas em novos materiais e novos conceitos de aerodinâmica aplicados a estruturas.

Organização de centros de excelências em manufatura, parques tecnológicos e sistemas produtivos regionais de inovação

- O padrão de organização de centros de excelência europeus estabelecido pela Airbus revelou inúmeros pontos positivos, como a especialização tecnológica e produtiva, as economias de escala e aprendizados dinâmicas, com o aproveitamento de esforços de P&D colaborativos.
- A organização e o funcionamento de fornecedores de aeroestruturas em sistemas produtivos inovadores, a exemplo de Toulouse, na França, Seattle nos EUA, Montreal, no Canadá, provou ser um caminho fundamental para a consolidação dessas empresas. Entretanto, como demonstram as evidências históricas internacionais, é necessário construir as etapas posteriores que compreendem trajetórias de internacionalização e inovação, embora todos mantenham ainda uma relação de dependência ou influência gerada pelas estratégias das empresas-âncora desses espaços produtivos. Ainda assim, como esses países possuem estruturas produtivas mais encadeadas e setores de alta tecnologia muito ativos, essas empresas desenvolvem relações interfirmas mais densas e diversificadas, atenuando a dependência econômica e, em alguns casos, ganhando relativa autonomia.

Certificações e políticas de qualidade

- As certificações de qualidade são um requisito básico para o ingresso na cadeia produtiva mundial de aeroestruturas. Muitas empresas se beneficiam do fato de pertencerem às cadeias da



Boeing, Bombardier e Airbus e poderem construir trajetórias de aprendizado estimuladas pelas políticas de capacitação e qualificação oferecida pelas duas grandes integradoras. O papel de instituições locais habilitadas para certificação provou ser fundamental para todas as empresas.

Formação de competências em Recursos Humanos

- A nova configuração de redes institucionais, empresariais e culturais, no setor, é determinante para que os entrantes possam ter acesso à transferência de tecnologia. Nesse sentido, é fundamental a aquisição de competências em tecnologias de informação e de gestão, bem como mecanismos organizacionais de colaboração entre as mais diferentes culturas, considerando as estratégias de globalização e dispersão geográfica das atividades de engenharia, dos recursos de manufatura e fornecimento.
- A especialização e a formação dos engenheiros em *design* e desenvolvimento de produtos e a visão integrada dos processos desde a concepção, passando pelo desenvolvimento, a produção e a comercialização, aos serviços de pós-venda, têm recebido bastante atenção por parte das grandes empresas, pois trata-se de mão-de-obra escassa no mercado internacional.

Estratégias de parcerias e alianças para desenvolvimento de programas

- A participação em programas é o melhor recurso para manter a competitividade, ter acesso a novas tecnologias e crescer no mercado global. As líderes do segmento de aeroestruturas, que vêm delineando trajetórias de *upgrade*, seguiram processos de capacitação tecnológica para o desenvolvimento de produtos e disponibilidade para investimentos em novos programas.
- Importância crucial é atribuída à definição dos tipos de contratos apropriados às empresas de manufatura. Com a ênfase, por parte das integradoras, na gestão do risco e com o advento do *e-commerce*, surgem padrões contratuais, mais inseguros para os fornecedores de manufatura e serviços. Assim, novos modelos contratuais deverão ser desenvolvidos a fim de preservar a sobrevivência dessas empresas, em especial as MPMEs.



Estabelecimento de capacitação nacional em novos materiais (fibra de carbono – FDC)

- O desenvolvimento brasileiro na área de FDC começou na década de 1980, com projetos de fornos para o domínio dos processos de transformação da PAN em FDC. A pesquisa da produção desse material no Brasil é realizada por diversos centros de pesquisa, os quais já lograram êxito na sua obtenção a partir de PAN importada, com excelente qualidade estrutural. Ao saberem disso, os fabricantes de PAN suspenderam as exportações para o Brasil. Conseqüentemente, as atividades de pesquisas brasileiras voltaram-se para a produção da PAN de qualidade aeroespacial, que, por falta de investimento governamental, caminhou a passos lentos ao longo da década de 1990.
- Alguns resultados obtidos, até 2006, pelo CTA, Unicamp, Radici Fibras e a Marinha, confirmam que o Brasil já atingiu o domínio dessa tecnologia, com a obtenção de polímeros de qualidade estrutural equivalente a 95% da importada. Tal conquista possibilitará a fabricação no país desse material que é primordial para a produção de satélites, foguetes, aeronaves e diversos outros produtos de alta tecnologia. Esse êxito viabiliza o surgimento de uma indústria nacional da PAN, que, entre outros benefícios, aumentará a competitividade desses produtos.

Formação de competências para internacionalização e gestão dos negócios

- Em um cenário de globalização das atividades para obtenção de economias de escala e variabilidade é necessário formar capacidades críticas em inteligência competitiva, conhecimento do comportamento dos mercados, dos trâmites de negociação internacional, barreiras à entrada e identificação de oportunidades etc.

Implementação de práticas de offset

- É importante mensurar as implicações dos gastos globais da área de defesa em termos de *offset* no desenvolvimento e na capacitação dos fornecedores de manufatura. Os exemplos do mercado



asiático são contundentes. A prática de *offset* foi e ainda é um excelente e poderoso mecanismo de indução da indústria local.

- A estratégia tecnonacionalista da China é emblemática, combinando habilmente as expectativas internacionais de expansão do mercado interno de transporte aéreo e as vantagens comparativas relacionadas aos baixos custos operacionais em seu território para a atração de novos investimentos. Com o poder de barganha governamental através das empresas nacionais aeronáuticas, tem implementado políticas informais de *offset* para transferência de tecnologia, capacidade produtiva e acesso a mercados globais. De outro lado, atribui alta prioridade e investe maciçamente na construção de uma infra-estrutura e na capacitação tecnológica do setor.

Desenvolvimento de programas na área de defesa

- Os programas de defesa são decisivos na sustentação da demanda setorial e na própria sobrevivência do segmento de aviação civil. Todos os países que possuem indústrias aeronáuticas também desenvolvem programas na área de defesa.



ANEXO 1 – DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA AERONÁUTICA NA REGIÃO BASCA: O CASO DA GAMESA AERONÁUTICA

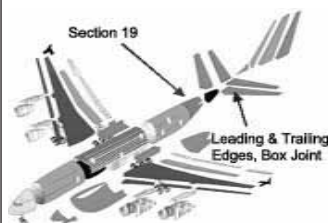
Eventos Históricos na Aquisição de Competências Aeronáuticas da Gamesa na Espanha

- **1986 – Primeiro contrato no setor aeronáutico**
A Gamesa iniciou suas atividades com materiais compostos para a Casa.
- **1993 – Primeiro programa de parceria de risco com a Embraer**
Desenho e desenvolvimento de aeroestruturas (naceles de motores e asas para o ERJ 145).
Construção do edifício corporativo em Vitória.
- **1995 – Entrega da primeira estrutura da asa do ERJ 145 e contrato com a Sikorsky para o Programa S-92**
Desenho e fabricação de *tail cone*, *main rotor fairings*, *engine cowlings* e interiores.
- **1996 – Contrato para a montagem da fuselagem do SJ30-2) (Sino Swearingen Business Jet)**
- **1999 – Novo contrato com a Embraer para a família ERJ 170/175/190/195**
- **2000- Contrato com a Bombardier para o programa DRJ 700/900**
Responsável pelo desenho (somente o CRJ 900, fabricação e montagem da empenagem para o CRJ 700/900 (estabilizadores horizontal e vertical).
- **2001 – Sócia do Programa Airbus A-380**
Desenho e fabricação de estruturas metálicas internas como primeira unidade de negócio especializada em montagens.
- **2003 – Aquisição da NMF Europa**
Tratamentos superficiais e processos especiais, tais como *shot peening* para partes metálicas de grandes tamanhos (mais de 24 metros de longitude).
- **2004 – Aquisição de ICSA**
Fabricação de compostos e montagens estruturais, principalmente para Airbus e mercados de defesa.
Parceria de risco no Airbus A-380.

ERJ - 145



Programa Airbus A-380



Sikorsky - S92



ERJ - 170/175/190/195



continua



- **2004 Prime contractor com a Boeing para o 747 LCF Dreamlifter**

Engenharia de desenho, desenvolvimento e certificação da seção de *swing tail* para a versão do Boeing 747.

- **2004 – Opção de compra para a aquisição de Intec-Air**

Gamesa firmou uma opção de compra para a aquisição da Intec-Air antes de julho de 2005. Intec-Air é uma empresa localizada em Cádiz (Espanha), especializada em *sheet metal forming* e *milling* químico.

CRJ - 700/900



Exemplos de Programas no Segmento Aeroespacial do Sistema Produtivo Aeronáutico na Região Basca – Espanha

5.



6.



7.



8.



5.- EMBRAER ERJ 135-145 assembly workshop

6.- X-38 Space Rescue Vehicle

7.- Eurofighter Typhoon

8.- Assembly of the EJ 200.



474

Áreas de Concentração em P&D

- Optimisation of engine output flows
- Intelligent structures in composite materials for aeronautics components
- Virtual reality applied to the design of aerospace components
- Advanced joining technologies for aeronautics.
- Continuous fluid dynamic testing technologies with advanced instrumentation
- Advanced modelling, machining and inspection techniques
- Combustion of materials in microgravity.

Empresas Integrantes do Sistema Produtivo Aeronáutico e suas Competências

Região Basca – Espanha

COMPANIES ACTIVITIES																						
	Machining	Training	Control and electronics systems	Sheet metal working	Tooling	Repairs and Maintenance	Composites	Assembly	Engineering	Manufacture of Engine Components	Manufacture of Aircraft Components	Manufacture of Components for Space/Heat	Thermal and Surface Treatments	Thermal Sprays	Non destructive tests	Tests and certifications	Design and Development	Special cutting and drilling	Materials supply and management	Feasibility studies	Integration of systems and components	
AEROMEC	•				•			•	•	•	•											
AEROSPACE ENG. GR.						•																
ALFA				•																		
ARATZ	•			•	•			•	•	•	•	•		•			•	•				
ASTORKIA	•			•	•			•	•	•	•	•										
BURDIN BERRI	•			•	•			•	•	•	•	•										
BURULAN	•			•	•			•	•	•	•	•										
DMP	•			•	•			•	•	•	•	•										
DOIKI	•			•	•			•	•	•	•	•										
EUROUTIL	•			•	•			•	•	•	•	•										
GAMESA	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•							•			•
GOI ALDE	•			•	•			•	•	•	•	•										
IME SAZA	•			•	•			•	•	•	•	•										
IONTECH	•			•	•			•	•	•	•	•										
ITP	•	•		•	•			•	•	•	•	•										•
LAZPIUR	•	•		•	•			•	•	•	•	•										
MATRINOR	•	•		•	•			•	•	•	•	•										
MECANIZADOS KANTER	•			•	•			•	•	•	•	•										
MESIMA BILBAO	•			•	•			•	•	•	•	•										
METRALTEC	•			•	•			•	•	•	•	•										
NOVALTI	•	•		•	•			•	•	•	•	•										
NUTER	•			•	•			•	•	•	•	•										
PCB	•			•	•			•	•	•	•	•										
PRECICAL	•		•	•	•			•	•	•	•	•										
SENER	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•				•	•	•		•	•	•
SIEGEL	•			•	•			•	•	•	•	•										
SISFLE	•			•	•			•	•	•	•	•										
SK-10	•			•	•			•	•	•	•	•										
SPASA	•			•	•			•	•	•	•	•										
TECNASA	•			•	•			•	•	•	•	•										
TECNICHAPA	•			•	•			•	•	•	•	•										
TEGRAF	•			•	•			•	•	•	•	•										
TEY	•			•	•			•	•	•	•	•										
TRAT.TÉRMICOS T.T.T.	•			•	•			•	•	•	•	•										
TROQUELES Y UTILLAJES AYALA	•			•	•			•	•	•	•	•										



ANEXO 2 – GLOSSÁRIO

Amortecedores

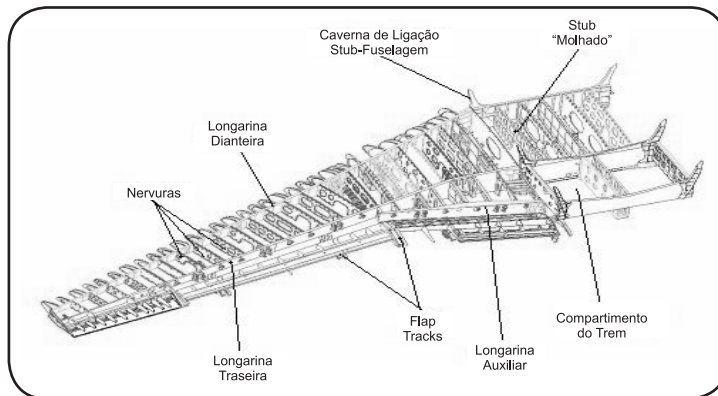
Os amortecedores são unidades hidráulicas que suportam uma aeronave no solo e protegem sua estrutura pela absorção e dissipação dos choques durante o pouso. Um típico amortecedor hidropneumático usa ar comprimido combinado com fluido hidráulico para absorver e dissipar o choque; é freqüentemente referido como amortecedor ar/óleo ou amortecedor a óleo. O amortecedor é composto, essencialmente, de dois cilindros telescópicos, ou tubos, vedados nas extremidades. Os dois cilindros, conhecidos como cilindro e pistão, quando montados, formam uma câmara superior e uma inferior entre as quais o fluxo se movimenta. A câmara inferior está sempre cheia de fluido, enquanto a superior contém ar comprimido. Um orifício colocado entre as duas permite a passagem de fluido para a câmara superior durante a compressão e retorna durante a extensão do amortecedor.

Asas

As asas são as partes mais complexas de uma aeronave e seu *design* é altamente crítico. São responsáveis pela *performance* e sustentação da aeronave, incorporando um conjunto de sistemas hidráulicos e superfícies de controle de vôo e os sistemas de trem de pouso. Em vôo, as asas devem não apenas suportar seu próprio peso como também o peso total da aeronave. Todas as asas possuem, basicamente, a mesma estrutura, não importando para que tipo de aeronave foram projetadas. A secção de uma asa tem o formato de um aerofólio predeterminado. São construídas de madeira ou metal e cobertas com tela, plástico, fibra de vidro, ou metal. É fixada à fuselagem por meio de sua secção da raiz.



Exemplo de Asa



As asas são reforçadas, tanto interna como externamente, com montantes ou cabos e, independentemente de suas características, devem suportar todo o peso para o qual foram projetadas, com substancial margem de segurança.

– Longarinas

As longarinas são os elementos primários da estrutura de suporte de carga da asa às quais se prendem as nervuras. Estas dão forma à asa e transmitem as cargas aerodinâmicas do revestimento para as longarinas. Normalmente, a estrutura da asa consiste em duas longarinas, suportes de compressão e são interligadas por hastes. Elas estão sujeitas aos esforços de flexão, compressão, torção e cisalhamento. Estendem-se por todo o comprimento da asa, da raiz à ponta, e podem ser de madeira ou metal (liga de alumínio).

– Nervuras

As nervuras de madeira são presas às longarinas também de madeira por meio de pregos e cola. Se forem de metal, são fixadas às longarinas de madeira por braçadeiras ou grampos. Nervuras de metal em longarinas de metal são rebitadas ou soldadas. As nervuras são frágeis aos esforços de flexão e, por isso, devem ser reforçadas contra em-

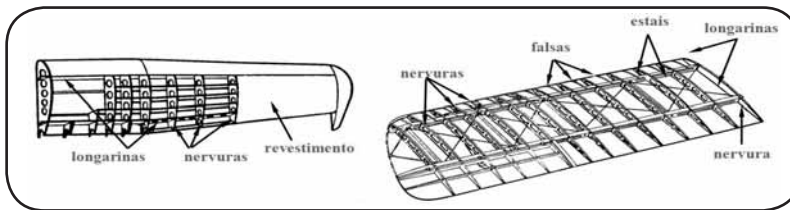


penas laterais. O bordo de ataque é usualmente coberto com uma chapa de alumínio, que lhe garante um formato bem definido.

– Revestimento

O revestimento da asa pode ser de compensado, metal ou tela. Quando se usa a tela, o material empregado é um tecido protegido por fitas e costurado às nervuras. Dope é aplicado ao tecido para esticá-lo e torná-lo impermeável. O compensado utilizado em algumas aeronaves vendidas em *kits* compõe-se numa cobertura resistente e de longa duração. Muitas asas de madeira são também cobertas com tela. Atualmente, o revestimento de metal trabalhante é o mais usado. Ele se torna parte integrante da estrutura e, como o compensado, auxilia na absorção da maioria dos esforços.

Exemplo de Longarina, Nervuras e Revestimento



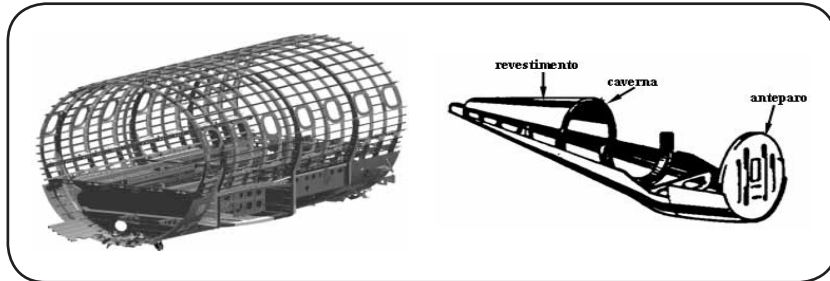
Construção Monocoque

Monocoque é um termo que significa literalmente “um simples revestimento”. Esse tipo de construção de fuselagem baseia-se na resistência do revestimento para suportar a carga principal. O revestimento reforçado é rebitado por completo à estrutura dos membros estruturais. A estrutura monocoque é raramente usada em sua forma verdadeira; todavia uma modificação chamada de “construção semimonocoque” é freqüentemente usada hoje em dia. Nesse caso, os esforços não são suportados somente pelo revestimento, mas também pelos membros chamados reforçadores – anéis (que dão forma) mais apropriadamente chamados de cavernas. O revestimento da aeronave é fixado às cavernas e reforçadores. Isso dá à fuselagem seu formato e garante uma resistência extra. Além disso, a



ausência de braços diagonais internos proporciona um espaço maior para o transporte de cargas. A fuselagem semimonocoque é de fácil construção no formato aerodinâmico. Os rebites escoriados são usados para diminuir o arrasto.

Exemplos de Monocoque



Fuselagem

Em virtude de a França ter sido um dos primeiros países a construir o avião, os termos hoje em uso são de origem francesa. Por exemplo: o corpo da aeronave é conhecido como fuselagem, do francês *fusel*, que significa “em forma de fuso”. A fuselagem é o cilindro central no qual se aloja a carga paga (pilotos, passageiros e bagagem). A parte frontal da fuselagem é crítica, uma vez que compreende os conjuntos de aviônicas, comunicação, aeronavegabilidade e todos os sistemas mais complexos associados aos processamentos de informações para apoio e decisão de voo. Além disso, a pressurização da aeronave requer materiais com alta resistência à fadiga e durabilidade. Por isso, cada vez mais vêm sendo desenvolvidas rotinas de P&D no campo da tecnologia aerodinâmica, e incorporados novos materiais, mais leves e resistentes na manufatura de aeroestruturas.

Algumas vezes, o combustível também está contido na fuselagem, porém as aeronaves modernas transportam o combustível em tanques instalados na asa. Em muitas aeronaves monomotoras, o motor e seus acessórios são montados na fuselagem.

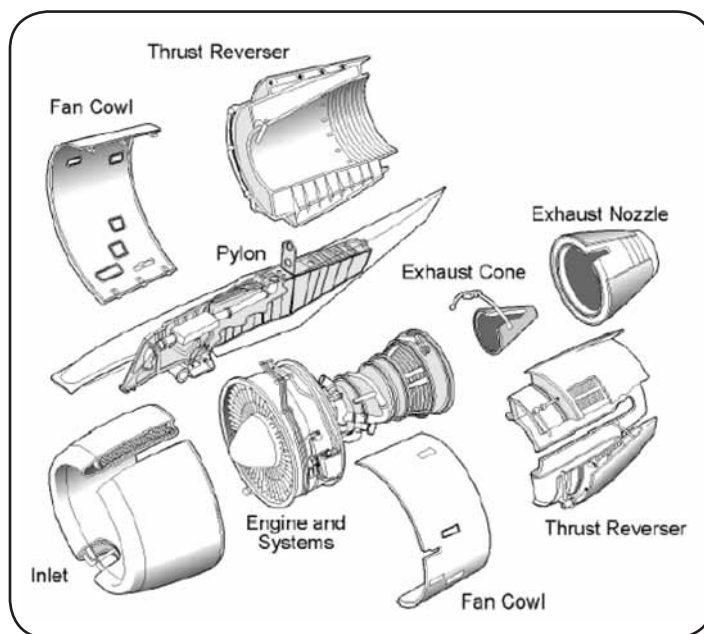


Quanto mais sofisticadas se tornam as aeronaves, mais conforto é desejado. A cabine foi completamente preenchida com instrumentos, e a fuselagem, coberta com tela. A tela foi retesada com dope sobre uma fuselagem de treliça. Pintada e encerada, a superfície se tornou lisa e polida. Todavia, a cobertura de tela adicionou pouca resistência à fuselagem.

Naceles

Do francês *nacelle*, seu exterior é composto de um conjunto de estruturas complexas que devem ser perfeitamente acopladas e ajustadas à aerodinâmica do sistema de propulsão de uma aeronave, permitindo o rápido acesso da engenharia de manutenção e preservando a segurança dos motores.

Componentes das Naceles



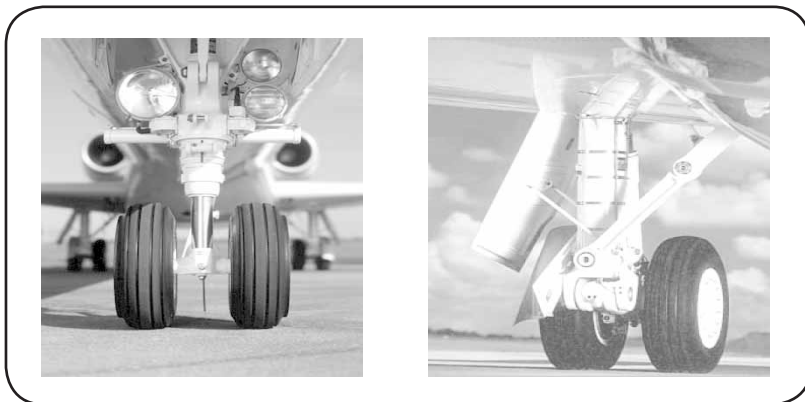
Mercado de Interiores

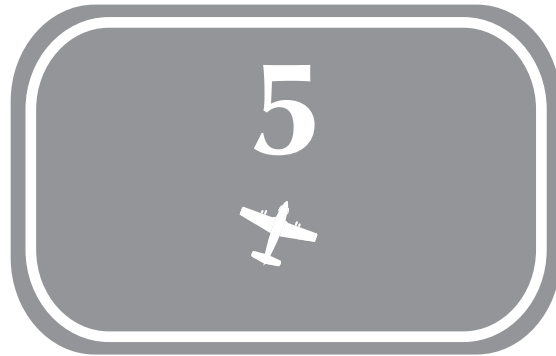
Esse mercado é altamente concentrado em poucas empresas. A B/E Aerospace, por exemplo, é especializada no fornecimento de assentos para as aeronaves. Nesse seleto grupo de classe mundial, devem ser incluídas a C&D Aerospace (EUA), a AIM Aviation (EUA), a Britax (Inglaterra) e a Zodiac (França). Os novos programas aeronáuticos no mercado civil oferecem, cada vez mais, sistemas de entretenimento multimídia (*in-flight entertainment* – IFE) ou sistemas de múltiplos canais de comunicação para trabalho a bordo, e os conjuntos de interiores devem ser adaptados a esse fim. No segmento denominado *major in-flight entertainment suppliers*, destacam-se Rockwell Collins, Sextant, Sony e Matsushita.

Sistemas de Trem de Pouso

O trem de pouso de uma aeronave de asa fixa consiste em uma unidade principal e uma auxiliar, podendo ser retrátil ou não. O trem principal forma o suporte principal da aeronave no solo ou na água e pode incluir muitas combinações de rodas, flutuadores, esquis, equipamentos amortecedores, freios, mecanismo de retração com dispositivos de controle e alarmes, carenagens e membros estruturais, necessários para fixá-los à estrutura primária. O trem de pouso auxiliar consiste em rodas instaladas na cauda ou no nariz, flutuadores, esquis etc. com a necessária carenagem e reforço.

Trem de Pouso





Políticas Internacionais de Promoção da Indústria Aeronáutica

Cássio Garcia da Silva

Cássio Garcia da Silva – Doutorando do Grupo de Estudos de Empresas e Inovação do Departamento de Política Científica e Tecnológica do Instituto de Geociências da Unicamp.

Economistas de orientação liberal normalmente opõem-se ao suporte governamental a indústrias que não conseguem se sustentar pelas forças de mercado. Contrariando tal postulado, os setores aeroespacial¹ e de aviação comercial, por serem considerados estratégicos, têm sido fortemente amparados pela ação governamental. A oferta e a demanda nesse tipo de indústria são fortemente influenciadas pela ação de governos nacionais, ou seja, por fatores exógenos ao mercado. Lawrence e Weldon (2005) afirmam que esses setores são tão importantes que não podem ser deixados às vicissitudes do livre-mercado, caso contrário não existiriam.

Assim, a importância da indústria aeroespacial revela-se no tratamento diferenciado que recebe de muitos governos nacionais. Vários argumentos justificam o apoio governamental a essa indústria, entre os quais se destacam: a garantia da segurança nacional; os altos investimentos; o longo período para o retorno do capital investido; o alto risco associado a seus projetos; a alta intensidade tecnológica, tanto em relação aos produtos como aos processos; a renovação constante dos produtos; o poder de arraste engendrado por esse segmento e; o *status* internacional e o prestígio nacional conferidos aos países que a possuem. Com base nesses argumentos, os países da União Européia (UE) e os EUA são os que mais fomentam a indústria aeroespacial, mas há outros países, como Canadá, Rússia, China, Índia, Japão, Brasil, cujos governos também adotam políticas de suporte à indústria em questão.

Essa relação estreita entre o setor público e a indústria aeroespacial está relacionada, sobretudo em seu estágio inicial de desenvolvimento, à questão da segurança nacional. Desde seus primórdios, suas atividades são profusamente subsidiadas pelos governos nacionais, de modo a garantir-lhes um grau de independência considerável em relação ao fornecimento de equipamentos de defesa. De acordo com Drumond (2003), as indústrias de defesa, aeronáutica e

1 O papel da indústria aeroespacial, que reúne as indústrias aeronáutica e espacial, é conceber e fabricar veículos de toda natureza que possam ser dirigidos acima da superfície terrestre, ou seja, basicamente aviões, mísseis e lançadores de satélite, assim como satélites, plataformas espaciais e naves cósmicas. De acordo com Martre (2001, p. 1), “sua finalidade comum é o transporte, seja para viagens de passageiros, entrega de fretes, fornecimento de armas ou instalação de sistemas de telecomunicações, observação ou navegação”.



espacial, “apresentam uma característica muito própria para se desenvolverem: a participação concreta do Estado, pelo emprego que é dado a seus produtos, em grande parte, destinados às instituições militares e de defesa”. Portanto, a questão da segurança nacional, de acordo com a literatura estudada, representou um importante vetor para o surgimento e a consolidação da indústria aeroespacial.

No entanto, a elevada quantidade de capital necessária atualmente para a execução dos projetos e o alto risco inerente à atividade são os argumentos lembrados com maior frequência para justificar o aporte governamental. Dito isso, depreende-se que a indústria aeroespacial se configura em um exemplo clássico de falha de mercado. Nesses casos, a intervenção governamental deve permitir e incentivar a atuação do setor privado.

Outra característica marcante dessa indústria é a competição nos campos civil e militar, que acaba reforçando a importância dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação. Os dispêndios em P&D são excepcionalmente altos, da ordem de 20% do que é gasto na produção em média, o que a inclui no grupo das indústrias de alto conteúdo tecnológico [Martre (2001)]. Assim, saltam à vista os riscos financeiros associados para as empresas do setor, considerando as incertezas subjacentes à atividade tecnológica.

As iniciativas de P&D na indústria aeroespacial abrangem várias atividades levadas a cabo pelo setor privado, meio acadêmico, entidades governamentais e organizações nacionais e internacionais. Em muitos casos, tais atividades são conduzidas por entidades governamentais, ou por organizações financiadas pelo Estado, tornando evidente a relevância da atuação, direta ou indireta, do setor público. Tal fato observa-se nos EUA, na Europa, na Ásia, no Canadá e no Brasil.

Apesar de muitas empresas aeroespaciais investirem pesadamente em P&D, a subvenção governamental para a realização dessas atividades é considerada de vital importância para sua sobrevivência e dinamismo e se justifica na visão de muitos países, tendo em vista que tal setor se caracteriza por ser fonte de benefícios de transbordamentos (*spillover benefits*) para o resto da economia.



Finalmente, cabe aqui destacar o valor, do ponto de vista mercadológico, da ação governamental de suporte às vendas dos produtos aeroespaciais. Como será tratado ao longo deste capítulo, a política de financiamento às aquisições de aeronaves é um dos principais mecanismos utilizados pelos governos nacionais para garantir a competitividade da indústria aeronáutica, levando-se em conta a influência dos mercados estrangeiros para a sustentabilidade econômica de um empreendimento aeronáutico. Segundo Dagnino (1993, p. 2):

a entrada no mercado internacional, dado que praticamente mandatória, costuma ocorrer a partir da manipulação pela empresa (e pelo país) da única variável de ajuste a seu alcance, isto é, o preço de venda.

Como ressaltam Mowery e Rosenberg (2006), a escalada dos custos de desenvolvimento torna fundamental a existência de grandes encomendas iniciais para a viabilidade dos novos projetos. Assim, em muitos casos, o desenvolvimento de uma nova família de aeronaves é financiado com recursos públicos, rebaixando os custos das empresas envolvidas em tais atividades e, conseqüentemente, permitindo-as reduzir seu preço de venda. Além disso, muitas dessas companhias contam com o apoio de agências governamentais de apoio às exportações, que oferecem condições de financiamento vantajosas às companhias aéreas, incentivando-as a comprar um produto cuja característica central é o alto valor unitário.

O esforço governamental direcionado à indústria aeroespacial nos países líderes visa à obtenção de domínio completo, desde a concepção até a fabricação de produtos aeroespaciais, uma vez que tais produtos, em função de sua intensidade tecnológica, não se encontram disponíveis na prateleira. De acordo com Drumond (2003), os países que não possuem auto-suficiência tecnológica no setor adquirem seus materiais no estrangeiro e, nesse caso, pagam pela execução do incremento tecnológico no outro país, ajudando-o a consolidar sua hegemonia no mercado, além de contribuir para a geração de empregos qualificados e abertura de mercados fora de suas fronteiras.



A intervenção governamental é mais crítica nos segmentos espacial e aeronáutico militar, pois estes, além de arcarem com todos os custos de desenvolvimento, são também os demandantes finais da produção.

No segmento de aviação civil, o apoio governamental se dá de forma menos direta, mas não menos importante, como veremos a seguir. O objetivo deste capítulo é analisar as políticas de fomento à indústria aeronáutica adotadas por alguns países, de modo a construir um referencial das políticas públicas utilizadas pelos países que competem com a CAB. Além disso, expõem-se os conflitos ocorridos anos recentes entre a Boeing e a Airbus, concorrentes no mercado de aviões comerciais de grande porte e, entre a Bombardier e a Embraer, que competem no mercado de aviões regionais.

5.1 Políticas de Apoio à Indústria Aeronáutica

5.1.1 Estados Unidos

O segmento aeronáutico é uma parte crítica da base industrial americana, tendo em vista o trabalho qualificado requerido, a pesquisa aplicada realizada, suas exportações e os efeitos multiplicadores proporcionados [MacPherson & Pritchard, (2004b)]. Por um longo período de tempo, a indústria de aviões comerciais foi o símbolo máximo da liderança tecnológica, excelência em projetos e capacidade de engenharia do setor produtivo americano. O fato de ter conseguido se sustentar no topo das exportações do país por mais de cinco décadas corrobora o sucesso tecnológico e comercial desse segmento [MacPherson & Pritchard (2004a)]. Além disso, cabe ressaltar a transferência de muitas tecnologias desenvolvidas por essa indústria a outros setores, como o automobilístico, metal-mecânico e eletrônico.

A economia dos EUA, referência do capitalismo atual, é baseada em grande medida no livre-mercado ou nos princípios do *laissez-faire*, o que significa dizer que os *policymakers* do país não oferecem suporte governamental específico ao setor produtivo doméstico. De acordo com Lawrence e Braddon (2001), em muitos casos essa pre-



missão é indubitavelmente verdadeira, mas não no caso dos setores estratégicos, entre os quais se encaixa o aeroespacial. O suporte a essa indústria é encarado como essencial, uma vez que as tecnologias aeroespaciais têm sido a mola mestra do sistema de segurança do país, construído em torno da centralidade do planejamento de defesa das Forças Aéreas.

Logo, o liberalismo econômico e suas políticas *hands-off* não se observam no caso da indústria aeroespacial, pois suas atividades têm sido historicamente subvencionadas pelo governo dos EUA. De acordo com Golich e Pinelli (1998), a liderança do setor aeronáutico – um dos segmentos da indústria aeroespacial – foi alcançada por meio:

da cooperação entre o Estado e a indústria, tendo como cerne a adoção de uma estratégia *mission oriented* caracterizada por projetos de trabalho em larga escala, centrados nas firmas, com grande ênfase em áreas como a de defesa. Outro aspecto que concorreu para a liderança do setor aeronáutico dos Estados Unidos diz respeito ao extensivo suporte federal focado na produção, transferência e uso de conhecimentos e tecnologias aeronáuticas e esse apoio se iniciou em 1915, a partir do apoio do Comitê Consultivo Nacional para Aeronáutica (National Advisory Committee for Aeronautics – Naca) (p. 7).

Nesse contexto, pode-se afirmar que o poder de compra do setor militar americano tem desempenhado um papel central no que toca à política do país para a indústria aeronáutica. A participação em programas de P&D militar e a venda, para o Departamento de Defesa (DoD), de produtos a preços muito elevados, alavancam sobremaneira a competitividade das empresas aeronáuticas. Além disso, há a vantagem de se aproveitarem, no mercado civil, tecnologias que foram desenvolvidas com forte subvenção governamental para o mercado militar.²

2. Em resumo, notam-se duas características-chave no argumento que destaca a importância da política industrial militar na formação e consolidação da indústria aeronáutica nos EUA. A primeira diz respeito ao desenvolvimento de importantes modelos de jatos comerciais a partir de programas militares, num contexto em que o suporte tecnológico e financeiro provenientes desses projetos “transbordou” (*spilled over*) para o setor comercial. A segunda é relativa à estabilidade proporcionada pela participação dos fabricantes de aeronaves comerciais em projetos militares, tornando-os aptos a enfrentar os riscos elevados que encerram o negócio de aeronaves comerciais, o que, de outra maneira, não teria sido possível [Gholz, (1993)].



A respeito da política de compras governamentais direcionada ao setor aeronáutico, cabe destacar o caráter protecionista da legislação dos EUA, que normatiza as aquisições do setor público. Na análise dessa política distinguem-se dois importantes programas de proteção às atividades produtivas internas, a saber: o Small Business Act e o Buy American Act. As políticas de apoio às pequenas empresas são amparadas nas diretrizes estabelecidas no Small Business Act, aprovado pelo Congresso americano em 1953. Essa lei determina que todas as aquisições de bens e contratações de serviços e obras públicas entre US\$ 2.500 e US\$ 100 mil sejam automaticamente destinadas às pequenas empresas americanas, além de privilegiar empresas de pessoas e grupos sociais em desvantagem econômica e social [Moreira e Moraes (2002, p. 89)].

O Buy American Act estabelece a preferência à produção doméstica nas compras governamentais. Para fazer jus ao tratamento preferencial, devem ser atendidas duas exigências: 1) o bem a ser adquirido deve ser produzido nos EUA; e 2) no caso de produto manufaturado, este deve atender ao critério de conteúdo nacional, ou seja, o custo dos componentes nacionais deve representar mais de 50% do custo de todos os componentes utilizados na fabricação [Moreira e Moraes (2002)]. Depreende-se do marco regulatório americano de compras governamentais que as demandas das entidades governamentais podem representar uma importante ferramenta de apoio às empresas aeronáuticas do país, dada a magnitude dessas aquisições e o caráter protecionista da legislação.

Nos EUA, uma das funções dos gastos militares é estimular a atividade de P&D, a inovação tecnológica e a difusão das novas tecnologias, seja por meio da contratação das atividades ou para assegurar demanda futura para os novos produtos e processos [Drumond (2003)]. Destaca-se, pois, a importância imputada pelas autoridades governamentais americanas à penetração, no mercado comercial, dos produtos e equipamentos produzidos originalmente para o segmento militar, bem como o papel decisivo desempenhado pelas encomendas do setor público.

O vigor tecnológico alcançado pela indústria aeronáutica, deve-se, em larga medida, às subvenções governamentais. Ao longo de sua



trajetória, tal indústria contou com financiamento do setor público para a execução de uma variedade de programas de P&D, tendo em vista o objetivo do governo de tornar possível a produção de inovações tecnológicas para os aviões militares. Como já destacado, muitas das inovações oriundas dos programas militares migram para o mercado comercial na condição de tecnologias maduras [Subcommittee on Aviation (2001)]. Os programas de P&D aeronáuticos subvencionados pelo governo são encabeçados majoritariamente pelo DoD e pela Nasa.

A Boeing tem se beneficiado dessa subvenção, direcionada, sobretudo, às atividades de P&D. Para se ter uma idéia da envergadura desse suporte governamental, apenas no ano de 2003, a Boeing recebeu US\$ 2,74 bilhões em subvenções a P&D, dos quais cerca de US\$ 2 bilhões foram recebidos do Departamento de Defesa e mais de US\$ 600 milhões, da Nasa. Esse tipo de ação reduz os gastos com P&D de uma nova tecnologia ou produto, que, como dito anteriormente, poderá migrar para o mercado civil [MacPherson & Pritchard (2004a)].

Ainda no campo tecnológico, além do fomento proporcionado pelo DoD e pela Nasa, é importante frisar que os Departamentos de Comércio e de Energia também realizam iniciativas tecnológicas relevantes ao setor aeroespacial [Lawrence e Braddon (2001)]. Além disso, tal indústria conta com isenções fiscais, mecanismos de subvenções às suas vendas e com o apoio financeiro concedido pelos governos de alguns estados do país. Em virtude da importância dos papéis do DoD e da Nasa no universo das políticas públicas de estímulo ao setor aeroespacial americano, a atuação dessas duas entidades governamentais será examinada de forma mais detalhada neste capítulo.

5.1.1.1 As Políticas do DoD de Apoio à Indústria Aeronáutica dos EUA

Sobretudo no decorrer da Guerra Fria era inconcebível que os EUA deixassem a indústria aeroespacial doméstica mover-se ao sabor das forças do mercado, tendo em vista a existência de um adversário



capaz de destruir suas cidades e infra-estrutura – a União Soviética. Segundo a visão dominante, naquele período, a segurança do Ocidente dependia de uma política efetiva por parte do governo americano para o setor aeroespacial. Portanto, a liderança dos EUA no setor e, particularmente, o domínio alcançado pelo país no segmento de aeronaves comerciais de grande porte resultaram da política de compras adotada pelo setor de defesa. Como observam dois proeminentes economistas industriais, Mowery e Rosenberg (1982): a história do desenvolvimento tecnológico da indústria de aeronaves comerciais dos Estados Unidos consiste, largamente, no aproveitamento para o mercado civil do conhecimento técnico desenvolvido a partir dos recursos oriundos dos programas militares (p. 140).

A origem do negócio de aviões comerciais é um caso típico de *spin-off* do setor militar para o civil, no qual os EUA, mais precisamente o DoD, assumiram o papel de protagonista [Lawrence e Braddon (2001)]. Os programas do DoD representavam a gênese das tecnologias utilizadas pelos fabricantes de aeronaves. Utilizando um instrumento de política bastante direto, esse departamento desenvolveu protótipos, repassando-os em seguida à indústria, para desenvolvimento comercial.

Atualmente, estima-se que o DoD responda por cerca de dois terços dos gastos do governo federal com atividades de P&D. Uma parte desses recursos é utilizada na contratação de atividades científicas e tecnológicas do setor industrial. Encontram-se relacionados a seguir os principais mecanismos utilizados atualmente por esse departamento para fomentar a indústria aeronáutica:

- Encomendas de aviões militares, cujas tecnologias de *airframe*, aviônicos, sistemas de gerenciamento de voo e propulsão migram para o avião civil.
- Contratos de P&D para sistemas e plataformas de aviões militares que têm potencial de *spin-off*.
- Recursos do Independent Research and Development (IR&D), os quais são direcionados às empresas participantes de contratos



de compras governamentais, para fazer frente às despesas operacionais dos projetos.

- Compras governamentais militares utilizadas como amortecedores em períodos de depressões no mercado civil.
- Iniciativas de uso dual (*dual-use initiatives*) para promover o desenvolvimento de tecnologias comerciais anteriormente aprimoradas em sistemas de defesa.
- Programas de fabricação de tecnologias, cujo objetivo é melhorar a eficiência produtiva das principais empresas aeroespaciais e de sua cadeia de fornecedores.
- Treinamento de engenheiros em projetos de defesa, os quais transferem os conhecimentos e competências adquiridos para os programas civis [Lawrence e Braddon (2001, p. 4)].

Depreendem-se desses mecanismos a variedade de ações adotadas pelo DoD para apoiar as atividades da indústria aeronáutica do país e a importância central dos *spin-offs* nesse universo de políticas.

O termo *spin-off* é usado para designar o processo de transferência das tecnologias desenvolvidas a partir dos grandes programas tecnológicos públicos, militares ou civis, para o setor produtivo. De acordo com Furtado (2005),

Essas transferências ocorrem tanto intra-setorialmente (nuclear militar para o civil, aviação militar para a civil, espacial militar para a civil) como intersetorialmente (espacial para telecomunicações, nuclear para medicina, militar para eletrônica) (p.2).

O termo *spin-off* também pode designar a transferência de conhecimentos tecnológicos, organizacionais e relacionais [Furtado e Freitas (2004)]. No caso do setor de defesa, o processo de *spin-off* caracteriza-se pela utilização, por parte da indústria aeronáutica civil, de tecnologias, conhecimentos e inovações desenvolvidas originalmente para o setor militar. Cabe aqui destacar que além do *spin-off* tecnológico, o campo civil da aeronáutica pode se beneficiar da ho-



mologação de projetos e protótipos desenvolvidos e testados para a aeronáutica militar. Drumond (2003) argumenta que boa parte do moderno conforto material que a humanidade usufrui decorre da evolução tecnológica verificada nos campos da defesa, aeronáutica e espacial. Segundo o autor:

Nessa ordem de antigüidade, esses três setores desenvolveram a partir da Segunda Guerra Mundial conhecimentos multidisciplinares que, assimilados por outros setores de trabalho, resultaram em extraordinários benefícios materiais para a sociedade civil. É o caso, por exemplo, da informática civil, do GPS (Global Positioning System) e do espetacular avanço presente nos automóveis de hoje, mais seguros e mais confortáveis.

Hoje em dia, o processo de *spin-off* é muito mais complexo e, por esse motivo, as autoridades governamentais americanas ligadas ao setor militar negam-se a admitir que essa sinergia entre as esferas militar e civil ainda possua a mesma importância do passado. Um dos objetivos do trabalho de Lawrence e Braddon (2001) foi provar que essa premissa é falaciosa. Para esses autores, quando se fala em aviônicos, ferramentas de projeto, tecnologias de fabricação e materiais, ainda existem sinergias fundamentais entre as duas esferas, visto que as tecnologias financiadas pelo DoD têm claro potencial de *spin-off*. Eles ainda afirmam que a participação da Boeing no programa B2 do DoD é um exemplo claro dessa sinergia, na medida em que permitiu que a empresa desenvolvesse as competências necessárias para fabricar grandes aeroestruturas à base de materiais compostos (*polymer matrix composites*).

O uso de materiais compostos nas aeroestruturas desempenha um papel central para a redução do peso do avião e de seus custos de operação. Contudo, sua fabricação é notoriamente dispendiosa. Portanto, nesse caso, testar (provar) a tecnologia com recursos do DoD foi altamente benéfico à Boeing. Outro indício que reforça a tese de que os *spin-offs* militares continuam a representar um importante vetor para o desenvolvimento da indústria aeronáutica foi a declaração de Phil Condit, presidente da Boeing no período de 1996 a 2003, de que as ferramentas de projeto desenvolvidas para o programa JSF do DoD seriam utilizadas em futuros programas civis da empresa [Lawrence e Braddon (2001)].



Com o objetivo de estimar os subsídios concedidos pelo DoD aos programas comerciais, Lawrence e Braddon (2001) isolaram dos programas de P&D desse Departamento aqueles que tinham um evidente potencial de uso-dual (*dual-use potencial*), ou seja, uma forte aplicabilidade civil. Em seguida determinaram, no universo de programas com esse perfil (*dual-use programs*), qual a parcela de contratos assinados juntamente com as duas fabricantes de aeronaves de grande porte americanas (Boeing e MacDonnell Douglas)³ no período estudado. Partindo desse filtro, os autores chegaram à conclusão de que, entre os anos de 1992 e 1997, o valor do subsídio concedido pelo DoD à indústria aeronáutica americana foi de aproximadamente US\$ 560 milhões por ano.

Nesse montante estão incluídos os recursos do IR&D. Essa é uma forma bastante direta de benefício que, como explicado anteriormente, fornece às empresas participantes dos projetos do DoD os recursos necessários para cobrirem os custos operacionais decorrentes dessa participação. No passado, isso chegou a representar cerca de 5% dos gastos de P&D realizados pelos fabricantes de aviões de grande porte dos EUA [Lawrence e Braddon (2001)].

5.1.1.2 As Políticas da Nasa de Apoio à Indústria Aeronáutica dos EUA

Como foi ressaltado, a Nasa também desempenha um papel fundamental na competitividade da indústria aeronáutica dos EUA. Desde sua criação, em 1958, essa agência realizou grandes façanhas científicas e tecnológicas aeronáuticas, e muitas delas tiveram como importante parceira a indústria privada. A lei que criou a Nasa estabelecia três objetivos com relação ao setor aeronáutico, a saber:

- A melhoria na utilidade, *performance*, velocidade, segurança e eficiência dos veículos aeronáuticos.
- O estabelecimento de estudos de longo prazo acerca dos potenciais benefícios decorrentes das atividades aeronáuticas.

³ No ano de 1997, essas duas companhias se fundiram, processo bastante questionado pela União Européia, como será visto mais adiante.

- A preservação da liderança americana em tecnologias aeronáuticas [USA (1958)].

O terceiro objetivo evidencia a postura do governo dos EUA em relação ao papel desempenhado pela Nasa no que concerne à consolidação da competitividade do setor aeronáutico do país. Sua missão, em termos práticos, levou-a a estabelecer uma relação estreita com as companhias do setor aeronáutico doméstico. Logo, nessa longa história de apoio do setor público às atividades da indústria aeronáutica, a Nasa foi e continua sendo um dos atores centrais.

A respeito da política de fomento do governo dos EUA ao setor aeronáutico do país, cabe ressaltar que, apesar de serem públicos e notórios os bilhões de dólares gastos anualmente para essa finalidade, pouco se sabe a respeito de como os conhecimentos e as tecnologias resultantes das atividades de P&D aeroespacial realizadas com fundos públicos são difundidos nas esferas individual, organizacional e internacional. Uma incursão pela história da Nasa nos ajuda a desvendar essa questão.

A trajetória histórica da agência em questão remonta ao ano de 1915, no qual foi criado seu predecessor, o National Advisory Committee for Aeronautics (Naca). A missão inicial do Naca era realizar pesquisas relacionadas a problemas de vôo. Apesar de não ter sido concebido originalmente para conduzir suas próprias ações de P&D, essa postura foi precocemente revista, impelindo-o a construir, entre as décadas de 1920 e 1940, sua própria infra-estrutura de P&D na Califórnia, em Ohio e na Virgínia, uma vez que a indústria privada não estava produzindo as inovações demandadas pelo governo. Hoje em dia, essa infra-estrutura faz parte dos ativos da Nasa; mais precisamente, representam os centros de pesquisa de Langley, Ames, Glue e Dryden [Lawrence e Braddon (2001)].

A constituição desses centros de pesquisa permitiu ao Naca a realização de uma série de descobertas pioneiras no período entre guerras, contribuindo, por exemplo, para a solução de problemas de arrasto aerodinâmico que impediam a obtenção de ganhos adicionais em velocidade e economia de combustível. Aqui, deve-se destacar como particularmente significativo o de-



envolvimento do fluxo laminar *airfoils* e a subsequente criação e catalogação de uma família completa de *airfoils*, usados para dar aos engenheiros uma ferramenta “fora da prateleira” (*off-the-shelf tool*) de otimização de projetos. Logo, pode-se dizer que a pesquisa realizada pelo Naca foi fundamental para os avanços em aerodinâmica logrados pela indústria aeronáutica.

A infra-estrutura e *expertise* desenvolvidas pelo Naca até a Segunda Guerra Mundial o colocavam em posição de liderança no campo da pesquisa aeronáutica americana. Ao término do conflito militar, essa agência tornou-se menos importante em P&D aeronáuticos, uma vez que sua atenção se voltou para atender às necessidades aeroespaciais de defesa criadas pela Guerra Fria. Nesse contexto, o DoD tomou a dianteira no âmbito da política governamental de suporte à indústria aeronáutica doméstica.

Em 1958, o Naca foi transformado na National Aeronautics and Space Administration (Nasa), tendo sido estabelecido como foco central de suas atividades a exploração espacial, com vistas a recuperar o atraso em relação à União Soviética nesse campo.⁴ O segmento aeronáutico, portanto, foi relegado a segundo plano em termos de recursos para P&D. Todavia, entre o final da década de 1960 e começo da década de 1970, a agência voltou a protagonizar as atividades de P&D aeronáuticos e adotou uma filosofia “prova de conceito” (*proof of concept*), exigindo que a pesquisa fosse além do laboratório e abarcasse a demonstração de sua viabilidade em ação. Segundo Lawrence e Braddon (2001), é importante perceber que essa filosofia mudou radicalmente a relação entre a Nasa e a indústria aeronáutica dos EUA. A partir da adoção desse novo paradigma, os subsídios indiretos passaram a ser um instrumento para o alcance de objetivos comerciais do setor privado.

Outra modificação implementada pela Nasa foi a adoção dos chamados “programas de demonstração”, que tornavam possível acompanhar as exigências impostas pelos programas “prova de conceito”. Os programas de demonstração partem dos conceitos e resultados

⁴ Esse atraso saltou à vista após o lançamento do Sputnik 1 pela União Soviética em 1957, enquanto os EUA haviam falhado em suas duas tentativas anteriores de lançamento de satélite.

oriundos de P&D aeronáuticos até chegar a protótipos e sistemas de trabalho. Portanto, esses programas podem ser definidos como pontes entre a P&T (Pesquisa e Tecnologia) e o desenvolvimento.

Ainda segundo Lawrence e Braddon (2001), os programas de demonstração são um passo crítico entre idéias e produtos tangíveis, fornecendo “prova de conceito” e informações preliminares acerca de prováveis características de *performance* e confiabilidade de um determinado produto. Com o recente avanço observado nas ferramentas computadorizadas de projeto, demonstradores físicos podem ser integrados aos virtuais, permitindo que se encurte o ciclo de desenvolvimento de um avião. Os programas de demonstração são importantes em especial no que concerne ao apoio da Nasa à indústria aeronáutica, pois representam modalidades de P&D que provavelmente não seriam financiadas pelo setor privado, por causa dos altos custos envolvidos.

As atividades e os processos relacionados a seguir representam a base do suporte prestado pela Nasa à indústria aeronáutica dos EUA na atualidade:

- Instalações, materiais e mão-de-obra financiados pela Nasa, com vistas a assegurar a continuidade da liderança do país no mercado de aeronaves comerciais.
- Pesquisa genérica realizada no âmbito do Programa-Base de P&T (Research and Technology Base Program) para promover a transferência de tecnologia de longo prazo necessária aos programas da indústria de aviões de grande porte.
- Programas de demonstração de tecnologia (*technology demonstrators*), mediante os quais se procura transpor o *gap* entre a análise conceitual e a fabricação de componentes, sistemas e plataformas.
- Transferências de habilidades e tecnologias ao setor, por meio da participação de funcionários das empresas em programas da Nasa.



Observa-se, portanto, que o esforço tecnocientífico empreendido pela Nasa salienta a relevância comercial das inovações tecnológicas surgidas a partir de seus programas. Talvez o mais notável empenho da Nasa em assegurar que as inovações resultantes das ações de P&D por ela financiadas terão viabilidade comercial é seu projeto Advanced General Aviation Technology (Agat). Esse é um exemplo de esforço governamental deliberado de levar a pesquisa inovativa, revolucionária e evolucionária, ao mercado comercial [Subcommittee on Aviation (2001)]. Esse projeto agrega indústria, grupos que atuam no marco regulatório do setor e cientistas e engenheiros da Nasa, com o objetivo de criar inovações nos aviões e reduzir o ciclo de certificação das inovações. Logo, o objetivo do Agat é produzir inovações que migrarão para o segmento comercial a curto prazo.

5.1.1.3 Outros Mecanismos de Apoio à Indústria Aeronáutica dos EUA: FSCs e Ex-Im Bank

Além das políticas já mencionadas, atreladas à atuação do DoD e da Nasa, o governo dos EUA adota outras formas de fomento ao setor aeronáutico, como as subvenções de cunho fiscal e o financiamento à venda de aeronaves e outros produtos aeroespaciais produzidos no país. No que toca às subvenções fiscais, destaca-se o papel desempenhado pelo regime fiscal conhecido como Foreign Sales Corporations (FSCs), que foi introduzido na legislação americana em 1984 e cujo objetivo específico era conceder isenções fiscais às empresas exportadoras do país, entre as quais figura a Boeing com grande destaque.

Para se beneficiarem desse incentivo, essas companhias exportadoras criavam subsidiárias em outros países (geralmente em paraísos fiscais como as Ilhas Virgens, Barbados ou Guam), as chamadas Foreign Sales Corporations (FSCs). Ao exportarem por meio dessas FSCs, parte das receitas de vendas das exportadoras era isenta de impostos, proporcionando-lhes uma grande vantagem. A pedido da Organização Mundial do Comércio (OMC), o governo dos EUA introduziu modificações na legislação que beneficiava as FSCs, criando a Extraterritorial Income Act (ETI). No entanto, de acordo com a alegação da UE (2004), o governo dos EUA continuou a conceder anualmente



US\$ 200 milhões à Boeing sob a forma de subvenções por meio da ETI, acumulando, desde 1990, um montante de US\$ 1,2 bilhão.

A OMC arbitrou que as disposições da ETI de fato continuavam a violar as regras do comércio internacional, de modo que esse organismo multilateral, no ano de 2004, autorizou a UE a impor tarifas retaliatórias de até US\$ 4 bilhões às exportações americanas, o que inclui as vendas da Boeing ao mercado europeu, visto que é uma das principais beneficiárias das isenções fiscais oferecidas pela legislação americana às exportadoras domésticas.

Finalmente, dentro do arsenal de políticas de suporte ao setor aeronáutico utilizado pelo governo dos EUA, é importante frisar o papel desempenhado pelo Export-Import Bank of the United States (US EX-IM ou Ex-Im Bank) na competitividade externa dos produtos aeroespaciais domésticos. O Ex-Im Bank é a agência oficial de crédito à exportação. Seu objetivo é conceder apoio financeiro, em condições especiais, a compradores internacionais de mercadorias e serviços americanos, de modo a facilitar o financiamento das exportações do país, mediante a absorção do risco de crédito que está fora do alcance do sistema privado de financiamento, colocando os exportadores dos EUA em pé de igualdade com os exportadores de outros países financiados por seus governos. Em mais de 70 anos de atuação, o Ex-Im Bank já concedeu mais de US\$ 400 bilhões aos compradores de mercadorias e serviços produzidos no país [Ex-Im Bank (2005)].

A Boeing é uma das empresas americanas com maior penetração nos mercados externos, com clientes em 145 países, o que a coloca na condição de principal cliente do Ex-Im Bank (Subcommittee on Aviation, 2001). Os aportes concedidos pelo Ex-Im Bank aos clientes da Boeing beneficiam indiretamente uma série de outras empresas do país, que fornecem matéria-prima, partes e componentes. De acordo com relatório anual do Ex-Im Bank (2005a), a Boeing conta, nos EUA, com 6.600 fornecedoras, de pequeno a grande porte, que receberam aproximadamente US\$ 10,7 bilhões a título de pagamento por serviços e produtos, apenas no ano de 2005. Assim, o financiamento às exportações da Boeing, proporcionado por esse banco, fomenta de forma indireta o parque supridor doméstico da cadeia aeronáutica.



O Ex-Im Bank funciona como uma agência governamental independente. Suas operações e obrigações são garantidas pela confiabilidade e pelo crédito do governo americano. Ele apóia a venda de bens e serviços por meio de uma variedade de programas de financiamento. Segundo Bernardes (2000, p. 19):

O custo dos fundos proporcionados pelo Ex-Im Bank, sejam eles na forma de empréstimo ou garantias, baseia-se nas taxas de empréstimo do Tesouro americano e cada programa visa atender as necessidades diferentes de exportadores e importadores. Os programas são oferecidos em três amplas categorias de financiamento de crédito de exportação: 1 – Seguro de Crédito para Exportação; 2 – Garantias de Empréstimos; 3 – Financiamento de Projetos de Recurso Limitado. De acordo com as regras de Seguro e Garantia do Ex-Im BANK, pelo menos 50% do valor dos produtos a serem exportados devem ser produzidos nos EUA.

No que diz respeito especificamente à atividade de exportação de aviões, o Ex-Im Bank oferece financiamento aos compradores estrangeiros de aviões comerciais novos e usados, fabricados nos EUA, bem como outras aeronaves de aviação, como helicópteros, a partir de seus programas de empréstimo, garantia e seguro. Segundo informações da página virtual do Ex-Im Bank, o acordo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que disciplina a atuação das políticas governamentais relativas ao mercado de aviões comerciais (o OCDE Sector Understanding on Export Credit for Civil Aircraft), norteia os termos e as condições do suporte concedido pela agência de crédito americana (Ex-Im Bank, 2005a).

Os aviões de grande porte (por exemplo, com 100 ou mais assentos) novos são geralmente financiados a partir de uma estrutura de arrendamento (aluguel – *lease*), cujo financiamento é garantido pelo próprio ativo (*asset-based finance*). O Ex-Im Bank oferece a garantia, o que reduz significativamente o risco de crédito, e o financiamento é concedido por outra instituição financeira a: (i) uma entidade de propósito especial (a qual então arrenda o avião a uma companhia aérea); ou (ii) em certas circunstâncias excepcionais, a companhias aéreas.

Na estrutura de financiamento garantido pelo próprio ativo, a decisão de crédito baseia-se na credibilidade da companhia aérea/loca-



tário/ou garantidor, mais a fiança adicional fornecida pela estrutura financeira de arrendamento/aluguel (*finance lease structure*) e uma primeira hipoteca do avião financiado. Como estipulado pelo Aircraft Sector Understanding da OCDE, o Ex-Im Bank pode oferecer financiamento com um prazo máximo de reembolso de 12 anos. O apoio do Ex-Im bank é condicionado ao pagamento completo das amortizações no período do financiamento, em parcelas trimestrais (semestrais ou mensais), seguindo um perfil de amortização constante (SAC) ou prestações constantes.⁵ A quantidade máxima de financiamento suportada pelo Ex-Im Bank para um avião novo de grande porte é de até 85% do preço do contrato, mas não mais do que 100% do “conteúdo americano” do avião. Entretanto, a quantidade do financiamento direcionado pelo Ex-Im Bank para esse tipo de operação pode ser reduzida quando os riscos são considerados significativos [Ex-Im Bank (2005a)].

O Ex-Im Bank pode permitir a inclusão de partes sobressalentes, equipamentos de apoio terrestre, custos com treinamento e despesas nas transações de aviões de grande porte. Geralmente, esses itens não são incluídos nas transações garantidas pelo ativo (*asset-based transactions*). Eles devem ser considerados, entretanto, caso a caso, quando houver uma relação substancialmente favorável sobre o valor do bem e quando a companhia aérea apresentar um risco de crédito apropriado. Alternativamente, os itens também podem ser financiados mediante uma linha de financiamento do Ex-Im Bank distinta daquela que se destina ao segmento de aeronaves de grande porte.

A estrutura dos financiamentos garantidos pelo ativo é usada com frequência pelo Ex-Im Bank no que diz respeito aos financiamentos à aquisição de aviões de pequeno porte (aviões com menos do que 70 assentos). A decisão de crédito, nessas condições, é baseada na capacidade de pagamento dos clientes dos aviões e/ou do fiador, conforme o caso. Em algumas circunstâncias, o Ex-Im Bank pode também requerer uma primeira hipoteca do avião para garantir/assegurar o financiamento. Os aviões enquadrados na categoria A da

⁵ No original: “The Ex-Im Bank supported financing is required to amortize to zero over the repayment term of the financing in quarterly (or in special circumstances semi-annual) installments, on a ‘straight-line’ or, in the case of a finance lease, a ‘mortgage-style’ basis” (USEX-IM Bank, 2005a).



OCDE (por exemplo, turbojato, turbopropulsor e aviões turbofan, que comportam entre 30 e 70 passageiros), podem ser financiados com termos que estabelecem reembolso em até dez anos. Já os equipamentos da categoria B (por exemplo, avião *turbine-powered* com menos de 30 assentos) podem ser financiados com termos de reembolso de até sete anos. Finalmente, o financiamento das aeronaves inseridas na categoria C (que inclui todos os outros aviões) apresenta termos de reembolso com prazos mais curtos – de até cinco anos. Para todas as categorias de aviões delimitadas pela OCDE (ou seja, A, B e C), o Ex-Im Bank pode financiar até 85% do preço do contrato, líquido de todos os memorandos dos fabricantes e dos fornecedores de crédito.⁶ Tipicamente, em suas operações de financiamento, o Ex-Im Bank requer pagamento semestral com reembolsos iguais ao principal.

No campo militar, o Ex-Im Bank está proibido por lei de financiar a exportação de aeronaves militares ou aviões civis para unidades militares. Contudo, há muitas exceções a essa proibição geral, como quando o comprador é uma força policial ou de segurança. Nesses casos o Ex-Im Bank requer uma certificação do DoD atestando que não há evidência digna de crédito de que a polícia ou força de segurança específica usará o avião de modo a violar os direitos humanos.

No que diz respeito aos aviões usados, o Ex-Im Bank apóia a exportação de aeronaves seminovas ou usadas, na base do caso a caso. Os termos e condições diferenciam-se daqueles que norteiam os financiamentos à aquisição de aeronaves novas. Um “Questionário de Equipamento Usado” (Used Equipment Questionnaire) deve ser preenchido e apresentado como parte do requerimento. A quantidade do financiamento suportado pelo Ex-Im Bank é baseada em: (i) preço líquido da fatura do avião usado – *the net invoice price of used aircraft*; (ii) taxa adiantada conforme determinado pelo Ex-Im Bank; e (iii) inspeção e avaliação do avião realizada por um avaliador externo. Na determinação de uma taxa de adiantamento apropriada e do

⁶ No original: “For all OECD Category A, B, and C aircraft, EX-Im Bank may finance up to maximum of 85 percent of the U.S. contract price, net of all manufacturer and supplier credit memoranda” (EX-IM Bank, 2005a).



termo de reembolso, o banco considera vários fatores, que incluem, mas não se limitam a: relação entre a dívida e o valor do avião usado; o mercado potencial de revenda do avião; o resultado da inspeção e da avaliação e as relações estimadas entre a dívida e o valor do ativo. Como parte do suporte financeiro dessa agência de crédito para a exportação de aviões usados, há a possibilidade de se financiar mais do que os 85% permitidos para os serviços de revisão e de *refurbishment*⁷ [Ex-Im Bank (2005a)].

O Entendimento Setorial da OCDE, que disciplina o apoio às exportações de aeronaves civis, está em processo de revisão. O Brasil toma parte nesse acordo, na condição de participante pleno (*full participant*). As novas regras serão introduzidas em julho de 2007.

A habilidade do Ex-Im Bank para oferecer termos e estruturas de financiamentos competitivos afeta diretamente o número de aviões vendidos nos mercados externos, tendo, portanto, um reflexo importante sobre o número de aeronaves fabricadas. Historicamente, o setor aeroespacial civil produz um impacto positivo sobre a balança comercial dos EUA, como salientado anteriormente. Contudo, as exportações do setor sofrem fortes ameaças de outros países, tendo em vista que algumas agências de crédito estrangeiras também têm adotado uma política de suporte às exportações dos produtores domésticos de aeronaves com termos de financiamento que, muitas vezes, ferem as normas internacionais para o setor. Logo, salta à vista a importância da atuação do Ex-Im Bank no que diz respeito à competitividade da indústria aeronáutica americana [Subcommittee on Aviation, (2001)].

Em resumo, pôde-se perceber, com base na literatura, o caráter bastante diversificado da política governamental americana para o setor aeronáutico, na medida em que abrange uma série de mecanismos, tais como o poder de compras governamental, incentivos fiscais, financiamento a P&D e às vendas no mercado externo. Por se tratar de um segmento industrial estratégico com reflexos sobre a segu-

⁷ *Refurbishment* é um termo genérico que inclui reabilitação, modernização, renovação, alteração, melhoria, reparos, reforma e readaptação (Meira, 2002).



rança nacional, o setor público não se priva de apoiá-lo fortemente, contrariando sua tão propalada tradição não-intervencionista.

5.1.2 China

O governo chinês considera estratégica para o país a indústria aeroespacial, estabelecendo como meta que a China conte, até o ano de 2012, com fabricantes de aeronaves de qualidade mundialmente reconhecida. Para levar a cabo tal intento, o governo deseja adensar os acordos de cooperação com as principais empresas internacionais do setor aeroespacial, reforçando a relação das firmas chinesas com os fornecedores estrangeiros de primeira linha. Outro aspecto caro ao governo chinês, no que diz respeito à indústria aeronáutica doméstica, é a construção de uma nova infra-estrutura para a realização de P&D.

A literatura que trata da política adotada pelo governo chinês com vistas a fomentar sua indústria aeronáutica revela que seu foco central é aumentar o interesse dos fabricantes estrangeiros de aeronaves em acessar o mercado local, de modo que o país tenha melhores condições para negociar termos favoráveis nas parcerias firmadas com essas empresas [Goldstein (2005)]. O crescimento experimentado pela aviação comercial chinesa⁸ nos últimos anos reforça o poder de barganha da indústria aeronáutica chinesa em assinar programas informais de *offset*⁹ com fabricantes estrangeiros.

Cabe ressaltar que a postura do governo chinês em relação ao transporte aéreo do país ainda apresenta um forte caráter interventor, ainda que, nos últimos tempos, tenha adotado algumas medidas mais liberais. As compras de aeronaves realizadas pelas linhas aéreas chinesas ainda precisam passar pelo crivo do Conselho do Estado e

⁸ Para se ter uma idéia desse crescimento, entre os anos de 1980 e 1997, as viagens aéreas aumentaram a uma taxa de 19,7% ao ano na China, o que representa um valor 3,6 vezes superior à média mundial. A Administração da Aviação Comercial da China tem a expectativa de que a demanda por viagens aéreas no país irá crescer, até o final da presente década, a uma taxa de 10% ao ano e que, até 2020, a China estará atrás apenas dos EUA no mercado de transporte aéreo (Goldstein, 2005).

⁹ Ver Capítulo 4, Nota 1.



da China Supply Aircraft Corp., estatal que toma decisões relacionadas a essas aquisições. As opções são cuidadosamente avaliadas de modo a assegurar à China, sobretudo através da assinatura de acordos de *offset* com as empresas que vendem seus aviões aos chineses, o desenvolvimento da indústria aeronáutica do país. A respeito dessa política setorial do governo chinês, deve-se salientar o fato de que a Administração da Aviação Civil da China encoraja a compra de aviões, fabricados domesticamente, para vôos regionais curtos [Goldstein (2005)]. Disso decorre o interesse da Embraer em se estabelecer no mercado chinês, por meio da celebração de uma *joint venture* com a Avic II.

Nesse contexto, empresas como Boeing e Airbus, além de alguns de seus fornecedores de primeira linha, têm adensado sua relação com empresas chinesas atuantes no setor aeronáutico. Um exemplo disso é que alguns dos Boeings 737 contêm partes fabricadas na China (conjuntos da cauda – *tail assemblies*), tendo em vista que a Air China (estatal do setor de aviação comercial) impôs compensações de produção como condição para aquisição de aviões da empresa americana. Em 2002, o presidente da subsidiária da Airbus na China declarou que, num prazo de sete anos, o país deverá ser capaz de produzir asas inteiras dos aviões da companhia. Em janeiro de 2005, a Airbus comprometeu-se a entregar à China 5% das atividades vinculadas aos parceiros de risco do projeto A-350 e anunciou a abertura de um centro, em Pequim, para treinar os quadros funcionais chineses. A Rolls-Royce e a Pratt & Whitney também têm se envolvido na manufatura de componentes em parceria com empresas chinesas. Esse crescimento da participação da China no *outsourcing* da cadeia aeronáutica global está fortemente relacionado à política do governo chinês, uma vez que, como já foi salientado, as compras de aviões realizadas pelas companhias aéreas chinesas necessitam passar pelo aval do setor público [Goldstein (2005)].

Outra frente de atuação do governo chinês para fortalecer sua indústria aeronáutica é a construção de uma capacidade científica e tecnológica que possibilite ao país competir em pé de igualdade com os principais atores dos vários segmentos da indústria aeronáutica global. Exemplo disso é o *status* de indústria prioritária atribuído ao setor aeronáutico, no âmbito do programa de ciência e



tecnologia do país, fazendo com que o governo chinês aumente os recursos para pesquisa, treinamento e educação destinados a essa indústria. Dois túneis de vento utilizados para testar aeroestruturas foram construídos no final da década passada com recursos do governo chinês, um em Beijing e outro em Xi'an. No 10º Plano de Cinco Anos, decidiu-se que mais de CHY 5 bilhões serão destinados à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias aeroespaciais comercialmente viáveis. Em relação ao 9º Plano de Cinco Anos, no qual os recursos aplicados em P&D do setor foram da ordem de CHY 1,7 bilhão, os recursos repassados à indústria aeronáutica mais do que dobraram [Goldstein (2005)].

No que concerne à intenção de ingressar no mercado de aeronaves comerciais, o governo chinês acredita que o ponto mais apropriado para a entrada das empresas nacionais no grupo dos fabricantes de aeronaves de reconhecimento mundial seja o mercado de aviões regionais, entre 50 e 110 assentos. Espera-se uma expansão vertiginosa na demanda por esse tipo de equipamento para os próximos anos, uma vez que a liberalização da aviação comercial está completada, o que significa dizer que as companhias aéreas estão livres para adotar a estrutura de rede *hub-and-spokes* [Goldstein (2005)].

Para viabilizar a entrada do país no mercado de aeronaves comerciais, foi de fundamental importância a criação, em 1993, da Avic. Com ela, o governo chinês pretendia fundar um grupo industrial ultragrande, que agregasse a aviação militar e civil e fosse capaz de competir globalmente. Uma das primeiras iniciativas da Avic foi assinar contratos de *offset* com a Boeing (para a manufatura das empenagens, estabilizadores horizontais e parte traseira da fuselagem de algumas aeronaves dessa empresa) e a MacDonnell Douglas (a seção do nariz e estabilizadores horizontais para o MD-82 e o MD-90).

O fato de a China dispor de mão-de-obra barata e de um grande mercado interno facilitou o fechamento desses negócios. As firmas atreladas à Avic conseguiram alcançar o *status* de fornecedoras exclusivas de alguns itens de aeronaves estrangeiras, tais como: a porta de manutenção (*maintenance doors*) do B-747; as portas do BAe 146; as portas de carga (*cargo doors*) do Dash-8 e; os discos de turbina (*turbine disks*) do LM 2500 [Goldstein (2005)]. Apesar de ter



obtido algum sucesso nas áreas de subcontratação internacional e *joint ventures* em subsistemas, pode-se dizer que a Avic não conseguiu se tornar uma empresa internacionalmente competitiva no que se refere à fabricação de aeronaves [Goldstein (2005)].

O governo da China, ao perceber que não estava alcançando seu principal objetivo – tornar o país um *global player* no mercado de aeronaves comerciais –, decide, em 1999, separar a Avic em duas partes integradas, a Avic I e a Avic II. Esses dois grupos cumprem as funções de produção e venda de aviões civis e militares, equipamento de bordo e produtos não-aeronáuticos. O objetivo da reforma foi acabar com o monopólio e promover uma competição sadia no âmbito da indústria aeroespacial chinesa [Goldstein (2005)].

A partir da criação dessas duas empresas, a política setorial do governo chinês de fomento à indústria aeroespacial passou a abarcar, também, a busca pela excelência na fabricação de aeronaves regionais. Em novembro de 2000, a Comissão de Ciência e Tecnologia e Indústria para Defesa Nacional decidiu destinar cerca de US\$ 600 milhões a atividades de P&D no projeto ARJ-21 e em outros projetos de jatos regionais direcionados ao mercado asiático. O jato ARJ-21, de 70 assentos, desenvolvido pela Avic I, está sendo preparado para realizar o primeiro voo em 2008. Os custos de desenvolvimento são relativamente baixos, em parte pelo fato de a Avic I ter compartilhado esses custos com fornecedores estrangeiros¹⁰ e em parte porque a mão-de-obra chinesa é mais barata do que em qualquer outro lugar [Goldstein (2005)].

Paralelamente a esse projeto, a Avic II estabeleceu uma *joint venture* com a Embraer desde o final de 2002, responsável pela produção, montagem, vendas e pós-vendas dos aviões da família ERJ 145. Apesar de sua separação jurídica, a Avic I e a Avic II são empresas estatais chinesas. Ou seja, é o governo chinês participando em dois projetos complementares – os aviões da *joint venture* da Embraer com a Avic II possuem 50 assentos, e o ARJ-21 da Avic I, de 70 a 100 assentos.

¹⁰ Algumas das empresas envolvidas nesse projeto são a Rockwell Collins, Honeywell International e GE Aircraft Engines (Goldstein, 2005).

Esse exemplo ilustra bem por que algumas empresas de alta tecnologia, que se instalam na China para aproveitarem o tamanho do mercado doméstico, a mão-de-obra barata e para evitarem as pesadas tarifas de importações,¹¹ receiam enfrentar as concorrentes chinesas. Goldstein (2005), em virtude da falta de clareza da política industrial chinesa para sua indústria aeronáutica, alerta para o risco de uma ação oportunista, por parte da China, na cooperação entre a Embraer e a Avic II. O governo chinês pode aproveitar essa oportunidade para proteger o interesse de seus campeões nacionais, vislumbrando a possibilidade de se tornar um *global player* no mercado de aeronaves regionais, passando, portanto, a concorrer com a Embraer em outros mercados.

Concluindo, embora muitos sejam céticos quanto à possibilidade de a China assumir uma posição de destaque na cadeia de valor da indústria aeronáutica, indicadores recentes revelam que essa possibilidade é bastante plausível. Goldstein (2005) afirma que os estudiosos da indústria aeronáutica, até a primeira metade da década de 1990, viam com descrédito a ascensão da China na cadeia de valor do setor aeronáutico. No entanto, os últimos acontecimentos – o empenho da Avic I na execução do projeto ARJ-21 e a *joint venture* firmada entre Avic II e a Embraer – demandam uma reavaliação dos especialistas sobre o tema.

5.1.3 Japão

A política do governo japonês para a indústria aeronáutica destaca-se no contexto do continente asiático. Tal governo fornece uma série de mecanismos diretos e indiretos de estímulo à indústria aeronáutica do país, focados, sobretudo, no desenvolvimento de produtos. Para ilustrar a atuação do setor público na indústria aeronáutica doméstica, um fabricante de aeroestruturas japonês afirmou que, enquanto a pesquisa básica é realizada inteiramente com recursos próprios, o governo cobre mais da metade dos seus custos de desenvolvimento [U.S. International Trade Commission (2001)]. A atuação

¹¹ As tarifas de importações praticadas pela China elevam em até 23% o preço das aeronaves (Brito et al., 2005).

governamental tem sido de vital importância para a competitividade do setor aeronáutico no Japão. As principais políticas de apoio ao setor abrangem o suporte tecnocientífico, o incentivo à participação das empresas japoneses em acordos de *offset* com firmas estrangeiras e o suporte financeiro.

No que concerne ao suporte tecnocientífico, cabe ressaltar a longa tradição japonesa em P&D voltada para o setor aeronáutico. O primeiro túnel de vento do país foi construído com recursos governamentais, em 1928, e continua a operar atualmente, auxiliando na realização de P&D de vanguarda pela indústria aeronáutica japonesa. Várias agências governamentais estão envolvidas com as atividades de P&D aeronáutica, entre as quais se destacam o National Aerospace Laboratories (NAL) e o Technical Research and Development Institute.

O NAL é uma entidade governamental encarregada de conduzir pesquisas experimentais em tecnologias aeronáuticas e espaciais. Além disso, cabe ao NAL prover os recursos e os equipamentos necessários para a realização dessas pesquisas. Já o Technical Research and Development Institute conduz pesquisa, desenvolvimento, teste e avaliação de aviões, sistemas militares e outros equipamentos como veículos e navios. Seu orçamento total para a realização de P&D, em 2000, foi de aproximadamente US\$ 1,1 bilhão. Essa infra-estrutura criada pelo setor público japonês tem sido uma das principais responsáveis pelo sucesso comercial da indústria de aeroestruturas do país [U.S. International Trade Commission (2001)].

No que se refere à participação da indústria aeronáutica japonesa em acordos de *offset* industrial com fabricantes de aeronaves estrangeiras, cabe destacar que um dos primeiros contratos da Boeing foi firmado em 1974 com a Mitsubishi, por meio do qual a produção das aletas internas (*inboard flaps*) do Boeing 747 ficavam a cargo da empresa japonesa. Com a celebração desse acordo, o Japão passou a ser o principal comprador do Boeing 747 [MacPherson & Pritchard (2004b)].

Além do incentivo à participação em acordos de *offset*, desde a década de 1970, o governo japonês vem subvencionando as empresas domésticas participantes de acordos de *offset* industrial. Entre os anos



de 1978 e 1983, o suporte governamental cobriu cerca da metade dos custos do desenvolvimento de partes do Boeing 767 construídas por empresas japonesas. Na década de 1990, as companhias japonesas desembolsaram US\$ 942 milhões para desenvolver partes do Boeing 777 e receberam mais US\$ 540 de empréstimo do governo. Esses aportes financeiros foram fundamentais para que três empresas (Mitsubishi, Kawasaki e Fuji) se habilitassem para construir 35% das estruturas do Boeing 787 *Dreamliner*, o que incluirá o projeto e especificações da manufatura [MacPherson & Pritchard (2004b)].

De acordo com MacPherson e Pritchard (2004b), um dos setores considerados estratégicos pelo Ministério de Economia, Comércio e Indústria (Meci) do Japão é a indústria aeronáutica. Tal indústria atualmente vem sendo auxiliada pelo fundo de financiamento do Mec, o Fundo Internacional de Desenvolvimento Aeronáutico. O governo japonês vai financiar US\$ 1,58 bilhão dos custos de lançamento (*launch funding*) do Boeing 787 *Dreamliner*, por meio da concessão de subsídios e empréstimos a cinco empresas japonesas que participarão desse projeto. Com isso, o governo japonês, mais precisamente o Mec, pretende aprofundar a participação japonesa no *outsourcing* da indústria aeronáutica.

O comprometimento do governo japonês em relação ao projeto 787 *Dreamliner* é a moeda de troca por meio da qual se espera que a Boeing entregue a produção da asa à Mitsubishi, da fuselagem à Kawasaki, e da asa central à Fuji [Sobie (2003)]. Portanto, num contexto em que a Boeing optou por uma modalidade de integração de sistemas de produção, a partir da qual componentes-chave e subconjuntos são projetados e construídos por fornecedores externos, seguindo uma estratégia lógica do ponto de vista financeiro, espera-se que as empresas japonesas aproveitem essa oportunidade de transferência de conhecimento tecnológico e/ou tácito da Boeing. Cabe aqui destacar que a Embraer foi a empresa pioneira, no âmbito da indústria aeronáutica, em externalizar atividades críticas do projeto de uma nova aeronave – como o desenvolvimento do trem de pouso, da asa e de parte da fuselagem – aos chamados parceiros de risco. O êxito alcançado pela Embraer com esse novo modelo de gestão de projetos chamou a atenção de outros *players* da indústria aeronáutica, como a Boeing e a Bombardier, os quais passaram a copiá-lo.



Pritchard e MacPherson (2004a) afirmam que algumas das avançadas tecnologias de materiais compostos e processos relacionados, desenvolvidos pela Boeing com a utilização de recursos de programas da Nasa, serão fornecidas por parceiros de risco japoneses. Assim, além de aproveitarem o suporte concedido por seu governo, as empresas japonesas subcontratadas pela Boeing também se beneficiam, de maneira indireta, das subvenções do governo americano à Boeing [Pritchard e MacPherson (2004b)].

Uma análise da política do governo japonês para o setor aeronáutico revela sua ambição em contar com empresas globalmente competitivas no setor. As estratégias para alcançar esse objetivo são basicamente três: apoio tecnocientífico; incentivo à participação em acordos de *offset* industrial; e subvenções governamentais. Mediante a participação nos acordos de *offset*, as empresas japonesas absorveram competências que as possibilita produzir uma grande variedade de componentes aeronáuticos. MacPherson & Pritchard (2004b) afirmam que, com essas competências e com o suporte concedido pelo governo, o Japão possui, efetivamente, “competência para produção total” de aviões comerciais. Esses autores vão além, ao preverem que, num futuro próximo, o Japão contará com um fabricante de aviões regionais, tornando-se, portanto, concorrente da Embraer e Bombardier.

5.1.4 Canadá

Na política setorial canadense para a indústria aeroespacial, destacam-se o caráter descentralizado – existência de políticas de cunho federal e provincial –, e sua importância para a competitividade do setor. Pode-se dizer que o apoio do governo canadense foi um dos principais vetores para seu desenvolvimento. De acordo com Goldstein e McGuire (2001), esse interesse deve-se, em parte, a fatores históricos e geográficos.

No que toca aos fatores históricos, ao final da Segunda Guerra Mundial, o Canadá podia se gabar de possuir uma força aérea considerada das mais bem estruturadas do mundo, tendo em vista que os aliados fizeram extensivo uso do país, tanto para a fabricação



de aviões como para base de treinamento. Até o cancelamento do projeto Avro Arrow, em 1957, havia a expectativa de que o país desenvolvesse competências endógenas para a fabricação de aeronaves militares. No passado, os investimentos destinados pelo setor público às empresas De Havilland e Canadair¹² (ex-estatal), bem como o aporte tecnocientífico recebido de instituições públicas de pesquisa do país, tornaram possível o desenvolvimento do jato executivo Challenger (De Havilland) e do turboélice regional Dash-8 (Canadair). Cabe ressaltar, também, o esforço realizado pelo governo para reforçar o acesso da indústria de defesa ao mercado americano, mediante a assinatura de dois acordos entre os países: o Defense Production Sharing Agreement e o Defense Development Sharing Arrangement.

Já os fatores geográficos dizem respeito à dimensão continental do país, que impeliram o governo a direcionar esforços para desenvolver uma indústria espacial local que proporcionasse as soluções tecnológicas necessárias à integração do país. Os esforços feitos pelo Canadá o levaram a ser um dos países pioneiros na utilização de satélites de telecomunicações [Goldstein e McGuire (2001)].

Contudo, de acordo com Goldstein e McGuire (2001), outro fator decisivo para o suporte do governo canadense à indústria aeroespacial doméstica, e que emergiu na década de 1980, foi a preocupação dos *policymakers* do país com a forte representatividade das indústrias primárias (processadoras) na estrutura produtiva. Assim, estabeleceu-se como prioridade política a criação de mecanismos que fizessem o setor produtivo do país ascender na escala de agregação de valor.

Como resultado dessa percepção de que o país deveria empreender uma reestruturação produtiva, setores com maior dinamismo tecnológico foram escolhidos para protagonizar tal processo, sendo alvo, portanto, de forte apoio do setor público canadense. Além disso, o governo canadense passou a incentivar a instalação, no país, de

¹² Cabe destacar que as empresas Canadair e De Havilland foram incorporadas pela Bombardier nas décadas de 1980 e 1990 respectivamente. No caso da aquisição da Canadair, a atuação do governo federal foi de fundamental importância, na medida em que absorveu C\$ 1,2 bilhão do total de C\$ 1,3 bilhão de dívidas da empresa (Goldstein e MacGuire, 2000).



multinacionais que atuam em indústrias intensivas em tecnologia, como a aeroespacial, que foi objeto de políticas estruturantes [Goldstein e McGuire (2001)].

Suporte à P&D, compras governamentais, financiamento às vendas e infra-estrutura de pesquisa são algumas das medidas adotadas pelo setor público canadense para fomentar as atividades do setor aeronáutico do país. O sucesso dessas subvenções revela-se na posição de destaque alcançada pela indústria aeronáutica canadense no cenário internacional. Com forte desempenho exportador, uma vez que destina 80% de sua produção aos mercados externos, essa indústria sobressai-se nos mercados de aeronaves regionais, jatos executivos, helicópteros comerciais, motores pequenos de turbina a gás, engrenagens de aterragem, simuladores de vôo e segmentos espaciais [Aiac (2006)].

O governo federal canadense apresenta uma relação estreita com a indústria aeronáutica do país, apoiando-a de diversas formas. Programas e políticas como o Export Development Canada, Canada Account, Technology Partnerships Canada, Industrial and Regional Benefits Policy, Canadian Commercial Corporation e o National Research Council's Institute for Aerospace Research, são as principais ferramentas utilizadas para estimular as atividades desse segmento.

Entre essas ações orquestradas pelo governo, destaca-se o papel da organização federal Export Development Canada (EDC). A EDC apóia as empresas canadenses que exportam bens e serviços ou que investem em outros países. Essa organização fomenta de forma ativa as vendas dos jatos regionais da Bombardier – além de outros produtos aeroespaciais canadenses – a compradores estrangeiros, mediante a concessão de créditos de exportação, garantias de empréstimo e outros tipos de apoio financeiro [Goldstein e McGuire (2001)]. O Canadá possui a quarta indústria aeroespacial mais forte do mundo, o que a torna um dos carros-chefe das ações da EDC, que já concedeu financiamento a um grande número de companhias aéreas, viabilizando a aquisição de aviões, motores e peças produzidos pela indústria aeronáutica canadense. Apesar do forte desempenho exportador recente de muitas pequenas e grandes montadoras de aviões e integradoras de partes, o declínio



nas vendas de jatos regionais de 50 assentos permanecem como obstáculos à indústria em questão [EDC (2005)].

Nas operações de financiamento de aviões, o risco de retorno/devolução é algo inerente. No ano de 2005, três companhias aéreas americanas tomadoras de recursos da EDC entraram em processo de recuperação judicial (*bankruptcy protection*): Delta Airlines, Northwest Airlines e Flyi Inc. No âmbito da legislação falimentar, essas companhias aéreas podem decidir pela rejeição de todos ou de uma parte dos seus aviões, devolvendo-os à instituição que financiou sua aquisição. A devolução de mais de 100 aeronaves por essas companhias foi uma ingrata realidade para a EDC. A recomercialização leva tempo, e muitas vezes é realizada em condições financeiras insuficientes para cobrir o saldo devedor, acarretando potenciais prejuízos.

A EDC tem implementado uma série de mecanismos de gestão de portfólio para gerir os interesses envolvidos em seu portfólio aeroespacial, entre os quais se destacam:

- Trabalho em parceria com as companhias aéreas falidas em busca de soluções aceitáveis às partes envolvidas.
- Acompanhamento contínuo das condições da indústria mundial de transporte aéreo. A EDC, com base nesse monitoramento, mantém-se confiante no que diz respeito à demanda atual por aeronaves regionais.
- Uso de vários serviços externos de gerenciamento de ativos da aviação para a retomada/devolução, estoque (armazenagem), *remarketing* e a operacionalização de serviços de *leasing* das aeronaves devolvidas. Os dirigentes dessa instituição acreditam que, dentro de um período razoável de tempo, todos os aviões devolvidos serão realocados no mercado. Na verdade, a EDC já conseguiu revender os aviões devolvidos pela Flyi a duas companhias aéreas.
- Programa abrangente de inspeção de aviões, de modo a assegurar-lá de que as aeronaves devolvidas foram adequadamente



conservadas e de que os registros estão de acordo com as normas requeridas.

Assim, apesar de todos os problemas enfrentados em relação ao portfólio aeroespacial, a EDC continua capaz de facilitar as exportações da indústria aeronáutica do país, tendo em vista que, por sua condição de emprestadora sênior, sua exposição é protegida pelo valor de revenda do avião. A EDC está bem amparada no caso de possíveis perdas e conta com a proteção adicional de uma forte folha de contrapeso, o que lhe permite continuar subvencionando as atividades exportadoras de cerca de 200 empresas da indústria aeroespacial do país, que empregam aproximadamente 70 mil trabalhadores [EDC (2005)].

A Tabela 5.1 mostra a distribuição dos recursos da EDC, em 2005, entre os setores produtivos canadenses e, no âmbito de cada um dos setores fomentados, como esses recursos foram repartidos entre empréstimos brutos recebíveis, compromissos e garantias de empréstimos.

TABELA 5.1

Exposição Comercial Bruta (Empréstimos, Compromissos e Garantias) – 2005

(Valores em CAD \$ milhões)

Setor	Empréstimos Brutos	Compromissos	Garantias de Empréstimos	Exposição Total \$	Porcentagem %
Transportes de superfície	4.312	816	1.737	6.865	35
Aeroespacial	5.521	1.088	58	6.667	33
Energia	1.549	780	208	2.537	13
Telecomunicações	793	282	14	1.089	5
Outros	1.368	1.111	263	2.742	14
Total	13.543	4.077	2.280	19.900	100

Fonte: Annual Report 2005 [EDC (2005, p. 66)]



A indústria aeroespacial é a segunda mais apoiada pela EDC, como pode ser visto na Tabela 5.1, tendo recebido 33% do total de recursos destinados às exportações canadenses por essa agência no ano de 2005. O apoio financeiro total ao setor nesse ano foi de cerca de C\$ 6,6 bilhões em empréstimos, compromissos e garantias de empréstimos. Grande parte dos recursos (cerca de C\$ 5,5 bilhões, ou 82,8%) refere-se a recebíveis de empréstimos, sendo que cerca de C\$ 3 bilhões foram destinados a duas companhias aéreas, o que representa 16% de toda carteira da EDC no ano de 2005.

Ainda no âmbito federal, é importante salientar a atuação do programa Canada Account, vinculado ao EDC, que entra em cena quando há riscos insuportáveis aos balanços da EDC, sobretudo em operações que envolvam grande montante de recursos. Desde 2001, duas em cada seis transações desse programa serviram para financiar as vendas da Bombardier. Nesse mesmo ano, foram oferecidos US\$ 1,75 bilhão de empréstimos à Air Wisconsin para financiar sua aquisição de aeronaves da Bombardier [Coimbra e Petkantchin (2006)]. De acordo com Goldstein e McGuire (2001), os termos do empréstimo eram exatamente os mesmos dos oferecidos pelo Proex,¹³ instrumento de financiamento brasileiro, questionado pelo governo canadense na OMC.

A respeito da política tecnológica canadense para a indústria aeronáutica do país, distingue-se o Technology Partnership Canada (TPC), programa de financiamento cuja principal característica é a partilha de riscos. Seu foco de atuação são as indústrias canadenses de alta tecnologia, entre as quais a indústria aeronáutica ocupa uma posição de destaque. O TPC destina recursos às atividades de pesquisa

13 O Proex é um programa criado pelo governo brasileiro, em 1991, cujo gestor e agente financeiro da União é o Banco do Brasil S.A. O objetivo do programa é proporcionar às exportações do país condições equivalentes às do mercado internacional, de modo a tornar os produtos brasileiros mais competitivos no exterior. São duas as frentes de atuação do Proex, a saber: financiamento e equalização. A equalização (utilizada nas vendas de aeronaves da Embraer) é uma operação de crédito ao exportador ou importador de bens e serviços brasileiros, em que o Proex assume parte dos encargos financeiros, com vistas a torná-los compatíveis com os praticados no mercado internacional. Dito de outra maneira, o governo subsidia parte dos juros para torná-los mais baixos e, por conseguinte, mais atrativos [Felisbino (2006)]. Os subsídios concedidos pelo governo brasileiro via Proex eram destinados aos países compradores de aeronaves da Embraer, indiretamente, na medida em que esses podiam receber menores taxas de juros nos financiamentos.



e desenvolvimento, tendo financiado, por exemplo, o desenvolvimento do avião CRJ de 70 lugares da Bombardier. O pagamento do financiamento começa a partir da venda das aeronaves.

Os critérios utilizados para avaliar quais projetos devem ser contemplados incluem: contribuição aos objetivos estratégicos do governo; viabilidade tecnológica; importância dos recursos do TPC no projeto; e capacidade de reembolso (*repayability*). Além da Bombardier, outras empresas aeronáuticas canadenses já foram financiadas por esse programa. Em sua atuação na cadeia aeronáutica canadense, destaca-se, recentemente, o desenvolvimento de tecnologias vencedoras em contratos de fornecimento para plataformas da Airbus e Boeing (por exemplo, a Goodrich e a CAE no programa A-380).

Como será visto na Seção 5.3, o governo brasileiro conseguiu provar, no âmbito da OMC, que o governo do Canadá concedeu mais de US\$ 250 milhões para a Bombardier e seus fornecedores canadenses em subsídios ilegais para a produção de jatos regionais, por meio do TPC [Trindade (2002)].

Em seguida, alguns exemplos de financiamentos do TPC direcionados ao setor aeronáutico [U.S. International Trade Commission (2001)]:

- Às empresas Goodrich, Heroux-Devetek e Messier-Dowty foram concedidos investimentos reembolsáveis no total de US\$ 2,8 milhões, entre agosto e setembro de 2000, para a realização da P&D relacionados a um projeto de cooperação entre Canadá e EUA.
- A Bristol Aerospace recebeu US\$ 1,4 milhão em investimentos reembolsáveis, em abril de 1998, para o desenvolvimento de estruturas fabricadas à base de materiais compostos utilizados em aeronaves.
- Uma divisão da Magellan Aerospace Corp., a Fleet Industries, obteve US\$ 2,2 milhões a título de investimentos reembolsáveis para a execução do projeto e da produção de componentes da asa de um avião.

Além desse apoio financeiro, a indústria aeronáutica canadense tem acesso a recursos e infra-estruturas de pesquisa do setor público do país, podendo-se salientar o papel do National Research Council's (NRC), dos laboratórios de teste do Institute for Aerospace Research (IAR) e da infra-estrutura de pesquisa do Department of National Defense. O IAR, por exemplo, realiza atividades de P&D tanto financiadas pelo cliente (a chamada *fee-for-service*) como partilhando os custos com seus clientes (P&D colaborativa), e conta com túneis de vento, recursos para testes de materiais, equipamento de teste de motores e teste de câmara acústica. Essa infra-estrutura é avaliada em US\$ 337 milhões, ocupando posição de destaque no cenário internacional [U.S. International Trade Commission (2001)].

Partindo do princípio de que o sucesso da indústria aeronáutica canadense está fortemente vinculado às parcerias entre governo e indústria, foi lançada, em 2005, a Canadian Aerospace Partnership (CAP), cujo principal objetivo é fortalecer a competitividade global da indústria aeroespacial canadense, contando com a participação de executivos da indústria, ministros das esferas federal e provincial e representantes do meio acadêmico. Trabalhando em conjunto, os membros da CAP têm desenvolvido uma visão estratégica de longo prazo para a indústria aeroespacial canadense. Grupos de trabalho foram criados para examinar assuntos relacionados às principais plataformas aeroespaciais (*majors platforms*), investimento tecnológico, compras governamentais, competências acumuladas e acesso aos mercados externos.

A conclusão inicial desses grupos de trabalho, bem como consultas feitas a *stakeholders* e departamentos do governo federal, nortearam em larga medida as estratégias de desenvolvimento presentes no documento *National Aerospace and Defence Strategic Framework* [Government of Canada (2005, p. 24)]. Observa-se, portanto, que o governo do Canadá se empenha em agregar todos os interessados no fortalecimento da indústria aeronáutica do país, a fim de estabelecer ações estratégicas e o contínuo diálogo entre todos esses atores [Government of Canada (2005)].

Seguem alguns dos objetivos estratégicos apresentados por esse documento [Government of Canada (2005, pp. 25 e 26)]:



- Dominar projetos robustos e competências em sistemas de integração ao longo de toda cadeia de fornecimento.
- Oferecer uma ampla gama de serviços de soluções que abarque todo ciclo de vida do produto.
- Atender a uma base diversificada de clientes (interna e externamente).
- Estar na fronteira de inovação tecnológica e de produtividade.
- Selecionar novos nichos de mercado e sustentar a posição alcançada no mercado global (entre os cinco principais países exportadores).
- Sustentar um nível de valor-agregado doméstico comparável ao de seus principais concorrentes.

O objetivo da política comercial canadense é manter a posição de destaque internacional conquistada. O governo compromete-se a desenvolver uma estratégia de comércio e investimento abrangente, que se concentrará no investimento direto estrangeiro e na promoção das competências canadenses no exterior. A participação agressiva em eventos internacionais e a continuidade da política de disseminação de informações acerca de oportunidades de negócios no exterior para as empresas do segmento aeronáutico canadense são as estratégias do governo para alavancar a penetração dessa indústria no mercado externo. Pretende-se, com isso, prospectar oportunidades globais, de modo a aumentar a participação das empresas canadenses nas principais plataformas aeronáuticas [Government of Canada (2005)].

A política de financiamento às vendas do setor é uma das ferramentas para consolidar sua posição de destaque no cenário internacional, sendo fundamental para viabilizar as exportações. Segundo o governo: “O financiamento às vendas permite que as firmas canadenses consigam competir com companhias fomentadas por seus governos nacionais, possibilitando que as empresas nacionais acessem mercados novos e em desenvolvimento” [Government of Canada (2005, p. xii)].



No campo tecnológico, depreende-se do *National Aerospace and Defence Strategic Framework* que o governo canadense está comprometido em trabalhar conjuntamente com a indústria aeronáutica do país para aumentar as atividades de P&D desse segmento. Para tanto, será criado um outro programa de investimentos que partilhe os riscos, além do TPC, contribuindo, assim, com os projetos de P&D que promovam o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias que determinarão o sucesso da indústria aeronáutica canadense. Além disso, o governo apoiará parcerias entre empresas, universidades, indústria e o próprio governo.

No plano regional, merece destaque a política de estímulo às exportações do setor conduzida pelo governo da província de Quebec. A Bombardier, fabricante de aeronaves regionais com sede em Montreal, capital da província, recebe subsídios do governo dessa província para vender seus aviões no exterior. Por intermédio do Investissement Québec (IQ), programa de exportação e garantias de empréstimo, o governo dessa província concedeu, em 1996, cerca de US\$ 1,17 bilhão em apoio às vendas dos aviões da Bombardier [Trindade (2002)].

Além do apoio às exportações do setor, Quebec tem fornecido suporte às atividades de P&D atreladas a vários projetos aeroespaciais importantes, sendo beneficiárias empresas como a Bell Helicopter Textron Canada e a Pratt & Whitney Canada. O governo da província dispôs-se também a apoiar, mediante a concessão de contribuições reembolsáveis, o desenvolvimento da nova família de aeronaves C Series da Bombardier, de 110 e 130 assentos. Além do apoio dessa província, deve-se salientar que, em maio de 2005, o governo federal aprovou a destinação de contribuições reembolsáveis de até US\$ 350 milhões para as atividades de P&D da Bombardier em seu projeto C Series. Esses recursos seriam aplicados no desenvolvimento da nova geração de tecnologias aeronáuticas da Bombardier. No início de 2006, no entanto, a Bombardier interrompeu tal projeto, por causa da pequena quantidade de pedidos firmes recebidos por parte das companhias aéreas.

Por seu turno, o governo de Manitoba subvenciona o Composites Innovation Centre, localizado nessa província. Na região atlântica,



Prince Edward Island tem ajudado na criação do Slemon Park, um parque industrial para firmas que atuam na indústria aeroespacial perto de Summerside, onde se localizam empresas do setor. No oeste, a província de Saskatchewan investe no Canadian Light Source, um centro de luz sincrontron localizado na Universidade de Saskatchewan. Por fim, destaca-se a contribuição do governo da província de Alberta, por meio de financiamentos concedidos ao novo centro de educação e treinamento para o setor aeronáutico, o Southern Alberta Institute of Technology's, localizado em Calgary [Government of Canada (2005, p. 24)].

Concluindo, pode-se dizer das políticas públicas canadenses direcionadas ao setor aeronáutico que o governo do país está empenhado em fortalecer as empresas do setor, mediante uma série de mecanismos federais e provinciais. Outro aspecto que se percebe com base na análise das ações de fomento do setor público canadense é o foco dessas políticas na principal representante da indústria aeronáutica do país, a Bombardier. De acordo com Medeiros (2006), a empresa canadense está atrasada tecnologicamente em relação à sua principal concorrente, a Embraer, recebendo, por isso, atenção especial do governo canadense, por meio de recursos do governo da província de Quebec e de programas federais de aporte às atividades de P&D.

5.1.5 Europa

A cadeia aeronáutica recebe tratamento diferenciado por parte dos principais países europeus, tendo em vista sua importância econômica, militar e social [CEAS (1997)]. Seu surgimento e fortalecimento devem-se aos estímulos oriundos do poder de compra e dos projetos de P&D do setor militar. Pode-se identificar, na política atual dos governos europeus de fomento à indústria aeronáutica, a adoção de mecanismos tanto nacionais como multinacionais.

As ações multinacionais inserem-se no esforço observado no âmbito da União Européia para integrar as economias e políticas dos países-membros. O consórcio Airbus é o principal exemplo, para o qual é direcionado um significativo aporte de capitais dos países partici-



pantes do consórcio – França, Alemanha, Espanha e Reino Unido –, além dos recursos recebidos dos demais países da União Européia. O projeto A-380 da Airbus ilustra bem como se configura a chamada política de cunho multilateral. A execução desse projeto decorreu, em grande medida, do apoio econômico, tanto por parte dos participantes do consórcio, que financiaram parcelas reembolsáveis de € 2,5 bilhões dos custos de desenvolvimento dessa aeronave, que estava estimado em € 10 bilhões, quanto da própria União Européia. Algumas tecnologias desenvolvidas para o A-380 beneficiaram-se de fundos da comunidade, especialmente do programa Quadro de Pesquisa [U.S. International Trade Commission (2001)].

Esse programa é um instrumento europeu de financiamento, válido para o período de 2002 a 2006, que conta com uma verba de € 13,345 bilhões para a realização de pesquisas em oito áreas temáticas prioritárias, entre as quais está o setor aeronáutico. Em sua sexta edição, o Quadro de Pesquisa, que reservou um montante de € 840 milhões às atividades de P&D aeronáuticos, tem como objetivo nesse setor melhorar sua base tecnológica e fomentar o desenvolvimento de conceitos inovadores, fortalecendo a competitividade dessa indústria nos mercados globais. Pretende-se, por meio dessas medidas, reduzir os custos de desenvolvimento das aeronaves fabricadas pelos países-membros em 20% no curto prazo e 50% no longo prazo [European Commission (2001)].

Outro mecanismo importante de fomento ao setor, dentro das políticas multinacionais, é o AeroSME. O AeroSME é uma organização que agrupa pequenas e médias empresas (PMEs) e instituições da indústria aeronáutica, criada por meio de parceria entre a Associação Européia de Indústria Aeroespacial e a Comissão Européia. Seu objetivo é reforçar e apoiar a participação das PME da cadeia aeronáutica européia nas atividades de P&D no domínio aeroespacial. Os recursos utilizados para financiar os projetos do AeroSME provêm do programa Quadro de Pesquisa [Dziomba (2000)].

Outro objetivo do AeroSME é estimular a cooperação entre as PME e as empresas de maior porte que dominam o mercado aeronáutico mundial e, entre as PME e as instituições de P&D, cujas atividades estejam direta ou indiretamente relacionadas ao segmento aeronáu-



tico. Para facilitar o contato entre as entidades e o conhecimento mútuo, foi criada uma base de dados com informações relativas a todas as empresas e instituições que integram a associação (já passa de 700 o número de associados, entre empresas e outras instituições). Assim, pode-se dizer que o objetivo central do AeroSME é fomentar o ingresso das PMEs em grandes projetos transnacionais, reforçando sua participação no *outsourcing* da cadeia aeronáutica global [Dziomba (2000)].

Portanto, o esforço conjunto empreendido em anos recentes, com vistas a superar a redundância e a ineficiência das atividades de P&D no setor aeroespacial dos países da União Européia, é um indício do empenho em articular as ações direcionadas ao setor aeronáutico. Tal esforço inclui alguns programas cooperativos que permitem à indústria fazer uso mais eficiente da infra-estrutura existente na Europa para as atividades de P&D. Além disso, a Comissão Européia estabeleceu uma série de programas estruturantes para a realização de P&D, a fim de melhorar a exploração do potencial industrial das políticas de pesquisa, desenvolvimento e inovação [U.S. International Trade Commission (2001)].

No que concerne às políticas de cunho local, deve-se destacar que cada um dos quatro países que fazem parte do consórcio Airbus, conta com uma organização governamental de P&D responsável pela condução dessa atividade realizada no âmbito do setor aeroespacial. Tais organizações possuem e operam os principais recursos destinados à execução das atividades de pesquisa e desenvolvimento vinculadas ao setor aeroespacial no continente europeu e têm a atribuição de determinar qual será a divisão entre a P&D civil e militar. A divisão de tarefas relacionadas a P&D aeroespaciais varia entre os países e pode envolver muitas entidades governamentais diferentes, bem como organizações privadas e semiprivadas. Contudo, os principais recursos para a realização de P&D do setor, tais como os túneis de vento, são administrados por uma única entidade em cada país.

Na França, o Office National d'Études et de Recherches Aérospatiales (Onera) conduz as atividades de P&D relacionadas a aviões, artefatos espaciais e tecnologias de mísseis para o Ministério da Defesa e para a indústria privada. O orçamento do Onera é composto de



recursos provenientes de concessões do Ministério da Defesa e de contratos com o governo e a indústria. A organização conduz pesquisa básica e aplicada, presta assistência técnica para o governo e a indústria e projeta, constrói e opera todos os meios e equipamentos necessários para a execução da P&D do segmento [U.S. International Trade Commission (2001)].

A Alemanha também possui uma agência governamental federal voltada para o setor aeroespacial, a German Aerospace Research Establishment (DLR), que visa à organização e realização de projetos dentro da estrutura do German Aeronautics Research Program. A agência alemã é supervisionada por um conselho composto de membros do governo, da indústria e da comunidade científica, e sua missão é suprir as demandas de pesquisa pública nas áreas de transporte, comunicações, energia, proteção do meio ambiente e defesa [U.S. International Trade Commission, (2001)].

A DLR colabora com a German Aerospace Industries Association (BDLI), que representa as principais companhias e organizações da indústria aeroespacial doméstica. Entre 1995 e 1998, o Comitê da BDLI para P&D lançou seus primeiros programas de pesquisa atrelados à aeronáutica civil, os quais distribuíram aproximadamente US\$ 280 milhões para a realização de pesquisa. A fonte desses recursos foi o Governo Federal e a indústria aeroespacial alemã; 210 projetos, que envolveram 44 empresas, seis institutos da DLR e 19 universidades e faculdades, foram contemplados [U.S. International Trade Commission (2001)].

Outro país europeu importante na indústria aeroespacial é a Espanha, e o Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (Inta), subordinado ao Ministério da Defesa, é a agência governamental espanhola ligada a essa indústria. O Inta desenvolve tecnologias aeronáuticas e espaciais e mantém uma forte relação com as empresas do setor, domésticas e estrangeiras, conduzindo P&D aeroespaciais que não poderiam ser financiados exclusivamente pela indústria. Seu objetivo central é estimular a capacitação tecnológica da indústria aeroespacial espanhola, com ênfase no apoio às PMEs, na manutenção da capacidade de desenvolver programas aeronáuticos e espaciais determinados pelo governo espanhol, sobretudo pelo Ministério da



Defesa, e no fornecimento de serviços e infra-estrutura para testes, possibilitando a transferência, para o país, de tecnologias avançadas. O Ina testa e desenvolve tecnologias aplicáveis aos setores militar e civil, tais como equipamentos e instrumentos de calibração, certificação de navegabilidade e sistemas eletrônicos.

Finalmente, no Reino Unido, a Defense Evaluation and Research Agency (Dera) é a entidade governamental responsável pela pesquisa e pelo suporte à indústria aeroespacial do país. Vinculada ao Ministério da Defesa, conduz diferentes tipos de pesquisa demandadas por este e para a indústria aeroespacial do país, divididas em três tipos de programas: 1) pesquisa corporativa; 2) pesquisa aplicada; e 3) suporte a projetos.

O objetivo do primeiro programa é desenvolver a base tecnológica do setor de defesa e não se esperam, das pesquisas realizadas no âmbito deste programa, resultados por pelo menos 20 anos. O segundo tipo de programa abrange as pesquisas voltadas para equipamentos de defesa que poderão ser requeridos nos próximos 20 anos. Essas pesquisas estão cada vez mais voltadas para tecnologias demonstradoras, o que geralmente requer a construção e testes de protótipos. Finalmente, o terceiro programa está relacionado com as compras governamentais de equipamentos militares específicos e com o auxílio à identificação de necessidades operacionais imediatas. No ano de 1998, o gasto da indústria aeroespacial britânica com P&D (no setor civil) totalizou US\$ 791 milhões, dos quais 26% foram provenientes do setor público do país, por meio de programas como o Civil Aircraft Research and Technology Demonstration (Carad) e dos contratos de defesa.

Portanto, observa-se, como vimos, na política europeia de fomento à indústria aeronáutica, a coexistência de políticas multinacionais e nacionais. As primeiras visam compartilhar esforços entre os países-membros da UE, a fim de reduzir a superposição das políticas adotadas para o setor. Já as políticas nacionais concentram-se em fomentar a competitividade das indústrias aeronáuticas domésticas, focalizando principalmente os nichos em que detêm competências acumuladas.



5.2 Disputa Comercial na Indústria de Aviões Comerciais: Boeing *versus* Airbus

Desde a entrada da Airbus no mercado aeronáutico, amparada financeiramente pelos governos da UE, tem se observado uma intensa disputa comercial que opõe essa comunidade e EUA. Nos últimos anos, o conflito, que aparentemente arrefecera, ganhou força após o anúncio dos projetos A-350 e A-380 da Airbus e 787 *Dreamliner* da Boeing. Os dirigentes dos EUA e da UE apontam ilegalidade de ambas as partes nas políticas adotadas para fomentar a execução desses projetos.

Até o final dos anos 1970, os EUA eram praticamente monopolistas no setor de aeronaves civis, mas viram sua hegemonia ameaçada pela Airbus a partir da década seguinte. O momento atual é um divisor de águas na competição Airbus-Boeing pelo mercado de aeronaves comerciais. A Airbus superou a Boeing em número de aviões entregues pela primeira vez em 2003, mantendo a liderança nos anos seguintes, como pode ser observado na Tabela 5.2

TABELA 5.2

Boeing *versus* Airbus: Aviões Entregues (2004-2006)

Ano	Nº Aviões Entregues pela Boeing	Nº Aviões Entregues pela Airbus
2004	285	320
2005	290	378
2006	398	434

Fonte: The Boeing Company Annual Review (2006); *1989-2006 Results* [Airbus (2007)]

Para se ter uma idéia do avanço da Airbus no mercado de aeronaves de grande porte, em 2005 essa empresa registrou um faturamento de € 22,3 bilhões¹⁴ com a venda de seus aviões, ao passo que a receita da Boeing foi de aproximadamente US\$ 21,92 bilhões.¹⁵ A literatura a respeito dessa disputa comercial aponta que a ofensiva do governo

14 Disponível em <http://www.defesanet.com.br/aviacao/airbus_05.htm>

15 Disponível em <www.boeing.com/companyoffices/aboutus/overview/powerpoint/boeing_overview.ppt>



dos EUA para não perder terreno é anterior à perda da liderança da Boeing nesse mercado. Já na década de 1980, os EUA passaram a questionar a legalidade das subvenções concedidas pelos governos europeus para o desenvolvimento das aeronaves da Airbus. A União Européia rebateu discutindo a fusão da Boeing e da MacDonnel Douglas e tem se esforçado para provar a ilegalidade dos subsídios indiretos oriundos da Nasa e do DoD, bem como das subvenções de caráter fiscal recebidas pela Boeing [Hardee (2004)].

Algumas medidas foram tomadas pelo extinto General Agreement on Tariff and Trade (Gatt), como o Agreement on Trade in Civil Aircraft (1979); pela OCDE, Large Aircraft Sector Understanding (1986); pelas partes, US-EU Agreement on Trade in Large Civil Aircraft (1992); e pela OMC, Agreement on Subsidies and Countervailing Measures (1994), a fim de disciplinar a disputa comercial entre EUA e União Européia nesse âmbito. Contudo, percebe-se que tais acordos não conseguiram conter a ação governamental e, portanto, não resolveram de forma definitiva os conflitos comerciais entre EUA e União Européia no segmento de aeronaves de grande porte [Pavcnick (2002)].

Na verdade, o conflito foi temporariamente resolvido quando EUA e União Européia assinaram o já mencionado US-EU Agreement on Trade in Large Civil Aircraft em 1992, cujo objetivo principal era restringir os financiamentos e subsídios governamentais. Enquanto a preocupação principal dos EUA era limitar os subsídios diretos direcionados à Airbus, o pleito central dos negociadores da UE era conter o suporte indireto concedido aos produtores americanos pelas agências espacial e militar.

Esse acordo contém 13 artigos que regulam as várias formas de financiamento governamental. O Artigo 3 proíbe o uso de subsídios à produção, o que abrange as etapas de manufatura, *marketing* e venda. O acordo restringe também a adoção de mecanismos de financiamento às companhias aéreas (Artigo 6). Estabeleceu-se que o financiamento governamental apenas poderia ocorrer pelos canais oficiais de crédito à exportação, tornando-o aderente ao The Large Aircraft



Sector Understanding of the OECD Understanding on Official Export Financing – mais conhecido como Lasu¹⁶ [Pavcnick (2002)].

O acordo de 1992 também estabelece várias medidas que visam restringir o aporte de recursos governamentais para o lançamento de aeronaves. Os subsídios diretos usados para financiar o desenvolvimento de novos aviões foram limitados (Artigo 4). Foi fixado um patamar máximo de subsídios diretos, da ordem de 33% do custo total de desenvolvimento de novos programas de aeronaves, determinando-se também que esse tipo de apoio governamental, concedido sob a forma de investimentos de lançamento, ou seja, empréstimos reembolsáveis baseados em *royalties*, devem ser reembolsados dentro de um prazo de 17 anos a uma taxa de juro que não seja inferior ao custo do crédito para o Estado [MacPherson & Pritchard (2004a)].

Tal acordo determinou, também, que os produtores podem receber suporte indireto num patamar máximo de 4% das vendas comerciais anuais. Define-se suporte indireto como uma redução dos custos vinculados ao fomento governamental à P&D. Como salientado anteriormente, essa foi a principal reivindicação da UE em relação ao governo americano [Pavcnick (2002)].

Procedimentos foram criados para monitorar a implementação das medidas acordadas. O Agreement on Trade in Civil Aircraft impõe que seja relatada, em detalhes, a atuação dos governos das partes envolvidas nos seguintes temas: subsídio, taxa de juros e condições de reembolso (Artigo 8). Os EUA e a UE também concordaram em resolver as disputas mediante consultas, em vez de lançar mão das leis nacionais (Artigo 10). Essas duas medidas visam minimizar o risco de uma possível retaliação [MacPherson & Pritchard (2004a)].

¹⁶ Tendo em vista que as exigências de financiamento para a exportação de aviões de grande porte diferem de outros produtos industrializados, as agências de crédito dos EUA e da UE negociaram, no âmbito da OCDE, um acordo para disciplinar as disputas relacionadas ao mercado de aeronaves comerciais de grande porte. Esse acordo foi assinado pelas partes em 1986 e ficou conhecido como Large Aircraft Sector Understanding, ou Lasu. O Lasu estabelece os termos e condições especiais de crédito à exportação que os governos que fazem parte da OCDE podem conceder aos compradores de aviões de grande porte. Os seguintes termos foram definidos: pagamento mínimo em dinheiro de 15%, taxa de juros condizente com o mercado e o máximo de 12 anos para o reembolso (Fonte: OCDE).



Já o Agreement on Subsidies and Countervailing Measures (ASCM) da OMC busca restringir o financiamento governamental às empresas domésticas, detalhando os mecanismos pelos quais as disputas comerciais serão solucionadas, assim como as punições àqueles que descumprirem as regras do acordo [WTO (2006)]. O ASCM contém uma definição de subsídio e introduz o conceito de subsídio específico – em termos gerais, um tipo de subsídio concedido somente a uma empresa ou indústria ou um grupo de empresas ou indústrias dentro da jurisdição ou sob a autoridade do fornecedor do subsídio. Apenas os subsídios específicos estão sujeitos às regras contidas nesse acordo [WTO (2006)].

O acordo estabelece três categorias de subsídios: “proibidos” (Parte II) – vinculados ao desempenho do exportador e ao uso preferencial de produtos nacionais em detrimento de mercadorias estrangeiras (com exceção dos produtos agrícolas); “recorríveis” (Parte III) – aqueles que podem vir a ser condenados se forem comprovados os prejuízos aos interesses de outro membro; e, “irrecorríveis” (Parte IV) – subsídios permitidos ou por não serem específicos, ou por preencherem determinadas condições [WTO (2006)].

O anúncio dos lançamentos do A-350 e A-380 (Airbus) e do 787 *Dreamliner* (Boeing) fez reavivar a disputa. Os EUA reclamam que os subsídios concedidos pela UE para financiar os custos de lançamento das aeronaves da Airbus estão acima do patamar determinado no acordo de 1992. Em julho de 2004, um alto executivo da Boeing acusou a Airbus de estar infringindo as regras do acordo de 1992, argumentando que são concedidos à Airbus investimentos reembolsáveis para o lançamento de suas aeronaves, por parte dos governos europeus, com o dinheiro sendo pago com juros acrescidos de uma quantidade indefinida de *royalties*, somente no caso do avião alcançar sucesso comercial. A Airbus rebateu a acusação, dizendo que esse sistema de financiamento é totalmente aderente ao acordo de 1992 e às regras da OMC e que, desde sua assinatura, devolveu aos governos europeus mais de US\$ 6,7 bilhões, montante 40% superior à quantia que recebeu.

A Airbus questiona também a legalidade dos subsídios, sobretudo os indiretos, recebidos pela Boeing para o desenvolvimento de sua



nova aeronave,¹⁷ bem como a legalidade dos incentivos fiscais concedidos pelo governo federal [Chade (2005)]. A Boeing defende-se argumentando que o apoio tecnológico recebido pode beneficiar qualquer empresa do setor, até mesmo a Airbus.

No que diz respeito ao regime de subsídios fiscais às empresas exportadoras dos EUA, a UE defende que a Boeing recebeu US\$ 1,5 bilhão em benefícios fiscais entre os anos 1995 e 2005, e se habilita a ganhar mais US\$ 615 milhões nos próximos dez anos, enquanto o governo dos EUA elimina de forma gradual o subsídio. Em fevereiro de 2006, a OMC acatou a posição da UE quanto aos incentivos fiscais oferecidos ao setor exportador americano, considerando ilegal a adoção desse mecanismo. Tal arbitragem reiterou as decisões anteriores do Órgão de Soluções de Controvérsias da organização, que, em outras oportunidades, já havia sido convocado para julgar a legalidade do regime de subsídios fiscais às exportadoras americanas. O recurso dos EUA foi rejeitado pelo Órgão de Apelação da OMC, e estipulou-se o prazo de 90 dias para que o governo dos EUA desmantelasse definitivamente o sistema.

A UE ameaça retaliar, caso os EUA não eliminem os subsídios fiscais de exportação, uma vez que estes representam uma agressão aos princípios do livre-comércio que devem nortear os países signatários dos acordos da OMC. Na visão dos negociadores da UE, o regime de incentivos fiscais favorece principalmente a Boeing, concedendo-lhe uma vantagem injusta sobre a concorrente européia. Cabe destacar que, em sua decisão de fevereiro de 2006, a OMC também considerou ilegal o plano de eliminação gradual dos incentivos fiscais, um dos pleitos da UE nesse contencioso.

Em 2004, o governo dos EUA contra-atacou, ao apontar ilegalidades nos mecanismos de apoio utilizados pela UE para fomentar a

17 De acordo com Pritchard e MacPherson (2004a) o plano original de lançamento do Boing 787 *Dreamliner* incluía tanto subsídios internos como externos. Os subsídios internos podem variar de incentivos governamentais (oriundos dos governos de Washington, Kansas e Oklahoma), para encorajar investimentos *assembly-based*, a subsídios nacionais indiretos para o processo de produção. Os autores argumentam que alguns desses subsídios violam as regras contidas no ASCM, citando como exemplo a concessão de subsídios à infra-estrutura de produção.



atuação da Airbus no mercado de aeronaves comerciais de grande porte. Em 6 de outubro daquele ano, os EUA solicitaram a celebração de consultas aos governos da Alemanha, França, Reino Unido e Espanha (os Estados-membros) e às Comunidades Europeias (CEs), com relação às medidas que afetam o comércio de aviões civis de grande porte. Segundo os EUA, determinadas disposições adotadas pelas CEs e pelos Estados-membros representam subvenções incompatíveis com os compromissos assumidos no âmbito do Acordo sobre Subsídios e Medidas Compensatórias (ASMC), uma vez que causam ou ameaçam causar prejuízos à fabricante americana (Boeing) e podem provocar a queda nos preços dos aviões civis de grande porte. Entre essas disposições, encontram-se: 1) o fornecimento à Airbus de financiamento para projeto e desenvolvimento (“ajuda para desenvolver projetos”); 2) a concessão de doações e bens e serviços proporcionados pelos governos com o objetivo de desenvolver, ampliar e melhorar os centros de fabricação da Airbus para o desenvolvimento e a produção do Airbus A-380; 3) o fornecimento de empréstimos em condições preferenciais; 4) as CEs e os Estados-membros assumem e perdoam dívidas resultantes da ajuda para empreender projetos e de outros financiamentos para produção e desenvolvimento de grandes aeronaves civis; 5) a concessão de aportes de capital e doações; e 6) o fornecimento de empréstimos para realização de P&D e doações em apoio ao desenvolvimento de aviões civis de grande porte, que beneficiam diretamente a Airbus. Essas subvenções abrangem todos os modelos da Airbus (do A-300 até o A-380).

Com base nas queixas do governo americano surge o contencioso DS316 (Dispute Settlement 316). O governo dos EUA também defende que determinadas ajudas para empreender projetos destinados ao desenvolvimento das aeronaves A-340 e A-380 parecem ser subvenções ilegais às exportações, por infringirem determinadas disposições do Artigo 3 do ASMC. Em 31 de maio de 2005, os EUA solicitaram o estabelecimento de um painel. Em reunião realizada em 13 de junho de 2005, o Órgão de Solução de Controvérsia¹⁸

¹⁸ A função deste órgão é solucionar conflitos comerciais entre países participantes da OMC. Cabe ao OSC (Órgão de Solução de Controvérsias) estabelecer os comitês de investigação (painéis), compostos de especialistas que analisarão cada caso, da mesma forma que aceitar ou rejeitar as conclusões de um painel ou os resultados de uma apelação (WTO, 2006).



adiou o estabelecimento do grupo, que acabou sendo criado um mês depois, tendo como terceiras partes Brasil, Austrália, Canadá, China e Coréia do Sul. Em 13 de abril de 2006, o presidente do painel informou ao OSC que não poderia terminar o trabalho no prazo de seis meses, tendo em vista as complexidades dos procedimentos envolvidos na disputa, inclusive o processo de obtenção de informações. O painel espera completar seu trabalho em 2007.

O revide veio em outubro de 2004, quando as Comunidades Europeias solicitaram a celebração de consultas com os EUA envolvendo subsídios proibidos e acionáveis, concedidos aos fabricantes americanos de grandes aeronaves civis e, em particular, à Boeing, assim como das leis, regulamentos, instrumentos legais e emendas que prevêem tais subvenções, ajudas e qualquer outra assistência prestada a esses fabricantes.

As medidas citadas na queixa apresentada pelas CEs, incluindo determinadas disposições legislativas, regulamentos, instrumentos legais e emendas, concedem aos fabricantes americanos de aviões civis de grande porte e, em particular, à empresa Boeing, subvenções, ajudas e assistência que ferem as disposições do ASMC, abrangendo subvenções locais e estatais para: a produção do Boeing 787 *Dreamliner* (especificadas); subvenções da Nasa para a realização de P&D (especificadas); subvenções do Departamento de Defesa para a realização de P&D (especificada); subvenções do National Institute of Standards and Technology (especificadas); créditos fiscais para a realização de pesquisa e experimentação (especificadas); subsídios FSC/ETI; participação em contratos de compras da Nasa; e outros subsídios.

As CEs argumentam que as leis, os regulamentos e procedimentos administrativos federais, estaduais e locais americanos citados são incompatíveis com as disposições dos acordos ASMC e do GATT de 1994. As CEs advogam também que a utilização dessas medidas causam efeitos desfavoráveis (ou seja, um prejuízo grave ou uma ameaça de prejuízo grave) aos seus interesses e um dano significativo ou uma ameaça de dano significativo à indústria de aviões de grande porte civis das CEs, desrespeitando obrigações assumidas pelos EUA no âmbito do ASMC (mais especificamente, uma violação aos Artigos 5 e 6). As queixas das CEs fizeram surgir o DS317 (Dispute Settlement 316).



Em 31 de maio de 2005, as CEs solicitaram a criação de um painel e, em 27 de junho do mesmo ano, requereram a realização de consultas adicionais. Em sua reunião de 20 de julho de 2005, o Órgão de Solução de Controvérsias estabeleceu o painel, que tem como terceiras partes Austrália, Brasil, Canadá, China, Coréia do Sul e Japão. Em 20 de janeiro de 2006, as CEs solicitaram a abertura de um segundo painel para as consultas adicionais. Os mesmos países do outro, que reservaram seus direitos como terceiros, fizeram o mesmo nesse.

O presidente do painel informou ao OSC, em 13 de abril de 2006, que não seria possível terminar seu trabalho no prazo de seis meses, em função da complexidade de tal investigação, sobretudo em relação à obtenção de informações. Tal qual no DS316, no caso do DS317, o painel prevê concluir seu trabalho em 2007.

A disputa no âmbito da OMC ocorre no momento em que o confronto entre as partes havia ganhado força, após um período de relativa trégua. A UE acusa a Boeing de ter recebido mais de US\$ 22 bilhões, na última década, sob a forma de ajuda governamental, ao passo que o governo dos EUA afirma que a Airbus recebeu dos governos europeus um montante superior a US\$ 15 bilhões sob o mesmo pretexto.

Cabe ressaltar nessa disputa entre EUA e UE a magnitude dos custos retaliatórios. A Boeing depende de subcontratantes europeus, e a Airbus, de subcontratantes americanos. De acordo com Pavcnick (2002), as duas empresas contribuem com a geração de 100 mil empregos no território rival e gastam algo em torno de US\$ 5 bilhões por ano comprando partes, componentes e serviços uma da outra. Os governantes estão cientes desses custos e, por isso, hesitam em dar o primeiro passo.

O atrito entre a Boeing e a Airbus há anos coloca em oposição EUA e União Européia, nas arenas internacionais, em uma disputa em que ambas as partes alegam que as duas empresas envolvidas recebem subsídios ilegais de seus respectivos governos. O resultado dessa disputa deverá impor limites às políticas de apoio governamental ao desenvolvimento de grandes aeronaves e terá conseqüências também para as possibilidades de apoio ao desenvolvimento de aeronaves regionais.



5.3 Disputa Comercial na Indústria de Aviões Comerciais: Bombardier versus Embraer

Desde a segunda metade da década passada, Brasil e Canadá engajaram-se numa disputa comercial penosa e sem precedentes na história dos dois países. O motivo central é o apoio concedido pelos governos de ambos os países aos fabricantes locais de aeronaves regionais – Embraer e Bombardier. Iniciada em 1996, quando o governo canadense solicitou o estabelecimento de um painel para investigar a consistência dos subsídios às exportações concedidos pelo Proex (ver Nota 13) para alavancar as vendas da Embraer no exterior, em relação ao ASMC da OMC [Goldstein e McGuire (2001)].

O governo canadense afirma, em sua queixa, que os subsídios fornecidos pelo Brasil não podiam ser enquadrados nas exceções mencionadas no Artigo 27 do ASCM, estando em dissonância com os subitens 27.4 (que versa sobre o prazo para que os países em desenvolvimento acabem com a concessão de subsídio, proíbe-os de aumentá-lo e estabelece como devem proceder, caso necessitem de um prazo maior) e 27.5 (que se refere ao procedimento a ser adotado quando as exportações de um país alcançarem um patamar competitivo), além do Artigo 3 (firmado na Rodada do Uruguai, determina a proibição da concessão de subsídios, seja de maneira legal ou prática, para estimular a *performance* das exportações do país). Surgiu assim o litígio DS46.

No âmbito desse litígio, o Canadá, em setembro de 1996, requereu a instalação de um painel, uma vez que as consultas entre as partes não foram bem-sucedidas. A intenção do governo canadense era provar que o Proex era inconsistente com o ASCM e com o Agreement on Trade in Civil Aircraft do GATT. Solicitou-se que a requisição fosse analisada na reunião seguinte do Órgão de Solução de Controvérsias, no final de setembro de 1996 [Trindade (2002)], que concluiu, então, pela não conformidade do programa. O Brasil recorreu dessa decisão, mas o Órgão de Apelação não aceitou o recurso do governo brasileiro, determinando que o país introduzisse as mudanças necessárias no programa sem demora.



O governo canadense questionou as alterações anunciadas pelo governo brasileiro. O Órgão de Apelação considerou que as alterações realizadas realmente não foram suficientes para tornar o Proex II compatível com as regras multilaterais. Novas modificações foram implementadas, dando origem ao Proex III. Não satisfeito com as novas mudanças introduzidas pelo governo do Brasil, o governo canadense recorreu mais uma vez, alegando que o Proex III continuava a infringir as normas da OMC.

O Canadá ganhou a causa, obtendo a autorização para retaliar (“suspensão de concessões e outras obrigações”) até o montante de US\$ 233 milhões, tendo em vista que o Brasil não adotou as medidas exigidas pela OMC, mas aquele país não fez uso da retaliação. Em fevereiro de 2001, em sessão extraordinária, o Órgão de Solução de Controvérsias aprovou novo pedido do governo canadense de estabelecimento de painel, para avaliar a adequação do Proex III às diretrizes da OMC. Em agosto do mesmo ano, foi apresentado o relatório final, no qual se concluiu que o Proex III não era, na sua essência, incompatível com as regras da OMC.

O Brasil, por sua vez, também apresentou queixas à OMC contra ações de suporte do governo canadense à Bombardier. Em março de 1997, solicitou ao organismo multilateral consultas sobre o financiamento às exportações da Bombardier, a partir da qual surgiu o contencioso DS70. As consultas estenderam-se até julho de 1998, quando o painel foi estabelecido. O Órgão de Solução de Controvérsia decidiu que os programas Technology Partnerships Canada e o Canada Account não estavam em conformidade com os acordos internacionais. O Canadá recorreu, mas não obteve sucesso. O Órgão de Apelação concedeu prazo até novembro de 1999 para que o país adotasse as alterações necessárias. As alterações anunciadas pelo governo do Canadá foram questionadas pelo governo brasileiro. O Órgão de Apelação considerou adequadas as modificações implementadas no Technology Partnerships Canada, mas insuficientes aquelas realizadas no Canada Account.

O governo canadense, em janeiro de 2001, declarou publicamente que iria fornecer subsídios à Bombardier, de modo a equiparar os preços dessa empresa aos preços subsidiados da Embraer, aumentando a



competitividade da canadense na concorrência aberta pela Air Wiconsin. O governo brasileiro reagiu, protocolando um pedido de consulta em fevereiro de 2001, em relação às operações da Export Development Corporation e do programa Investissements Québec, no que se refere ao financiamento às exportações das aeronaves da Bombardier. A partir desse pedido, surgiu o DS222. Identificaram-se subsídios proibidos fornecidos pelo Canadá à Air Wiconsin e à Comair (EUA) e à Air Nostrum (Espanha), entre os anos de 1996 e 2001. O governo canadense negou-se a adotar as medidas determinadas pela OMC, de retirar, em janeiro de 2002, os subsídios identificados sem demora, num prazo de 90 dias. O governo canadense não apelou da decisão e o prazo para a eliminação do subsídio expirou em maio de 2002. No mesmo mês, foi realizada uma reunião na OMC, na qual o governo canadense comunicou que não iria retirar seus subsídios [Goldstein e McGuire (2001)].

No mês seguinte, o governo brasileiro solicitou autorização ao Órgão de Solução de Controvérsias para adotar medidas de retaliação no valor de US\$ 3,36 bilhões. O governo canadense discordou do montante e o assunto foi encaminhado para a arbitragem, sendo concedido ao Brasil o direito de retaliar comercialmente o Canadá em até US\$ 247,8 milhões. Todavia, assim como o governo canadense, o governo brasileiro não usou o direito de retaliar [WTO (2006)].

Nessa disputa, ambas as partes transgridem as normas da OMC com vistas a fomentar suas indústrias aeronáuticas domésticas e relutam em acatar as determinações impostas pelo Órgão de Solução de Controvérsias da OMC. O fato de tanto o Canadá quanto o Brasil terem recebido permissão da OSC para retaliar a outra parte evidencia a dificuldade para a solução dessa disputa.

5.4 Conclusões

Este capítulo procurou discutir o contexto atual de um dos segmentos da indústria aeroespacial – o aeronáutico –, concentrando-se nas políticas públicas de fomento adotadas por alguns governos. Uma série de argumentos é utilizada para legitimar a atuação governamental de



suporte à indústria aeronáutica. De acordo com a literatura explorada, a motivação estratégico-militar e seus nexos com o argumento da segurança nacional foram fundamentais para a criação e a manutenção desse setor industrial, baseada no fato de que uma indústria aeronáutica nacional aumenta o grau de independência do país quanto às aquisições de equipamentos de defesa.

A indústria aeronáutica atende a dois mercados – civil e militar –, que, apesar das diferenças, demandam produtos que cumpram rígidos padrões de qualidade, confiabilidade e desempenho. Para se enquadrar nessas exigências, baseia-se em produtos de alto conteúdo tecnológico, de modo que o sucesso de uma empresa que atua no setor está diretamente relacionado com os investimentos que realiza em P&D. Os riscos e o longo período entre o investimento e o retorno dos projetos também foram salientados. Todas essas características reforçam a importância da intervenção governamental, que busca a sustentabilidade econômica dos empreendimentos aeronáuticos domésticos.

Por se tratar de uma indústria de alta tecnologia, parcela expressiva de seus gastos está associada a programas complexos, de longo prazo, que abarcam a contratação de P&D de produtos, a produção efetiva e o fornecimento ininterrupto dos equipamentos desenvolvidos. Todos os países mencionados adotam uma série de mecanismos de apoio à indústria aeronáutica doméstica, o que contraria o não-intervencionismo apregoado pelo liberalismo econômico. Para se ter uma idéia da envergadura do suporte fornecido pelos países desenvolvidos, os investimentos federais nos setores de defesa, aeronáutico e espacial vão de alguns bilhões de dólares americanos em países como França, Alemanha, Japão e Reino Unido, a dezenas de bilhões de dólares no caso dos EUA, de acordo com dados da OCDE.

Uma das principais características da indústria aeronáutica é que nem sempre os recursos necessários para seus projetos de investimento são compatíveis com a realidade do setor privado, do mesmo modo que os riscos inerentes a esses projetos os tornam menos atrativos à iniciativa privada. Contudo, em função de sua importância estratégica, sobretudo do ponto de vista militar, a indústria aeronáutica é um alvo clássico de políticas verticais, ou seletivas. Tais políticas privilegiam



deliberadamente indústrias específicas, selecionadas com base em decisões governamentais estratégicas. Por meio delas, o Estado mobiliza parte dos mecanismos de que dispõe – como o financiamento às atividades de P&D, o capital de longo prazo, os incentivos fiscais e as compras governamentais, focalizando e privilegiando um conjunto de empresas, indústrias ou cadeias produtivas [Ferraz e Coutinho (1995)]. O Estado pode intervir no setor aeroespacial (do qual faz parte o segmento aeronáutico), como foi mostrado, como cliente, intermediador de importação e exportação, construtor direto ou associado, agente financeiro, órgão normatizador etc.

Também foi salientado o papel do comércio internacional para a indústria aeronáutica, na recuperação dos gastos efetuados pelos fabricantes no desenvolvimento de uma nova aeronave. O acesso aos mercados externos não é algo trivial, mas pode ser impulsionado pelo apoio concedido pelos governos à atividade exportadora de suas fabricantes de aeronaves.

Por causa da competição por mercados externos, entre os principais *players* da indústria, com freqüência ocorrem disputas comerciais nesse setor. Os dois casos estudados (Boeing *versus* Airbus e Embraer *versus* Bombardier) revelam que as políticas dos países envolvidos, dirigidas ao setor aeronáutico, em muitos casos infringem as regras internacionais, ainda que isso represente uma possível retaliação, o que só corrobora a importância dessa indústria para esses países.



Referências Bibliográficas



ACARE – ADVISORY COUNCIL FOR AERONAUTICS RESEARCH IN EUROPE. *Strategic Research Area 2*, vol. 1, 2004a.

———. *Strategic Research Area 2*, v. 2, 2004b.

———. *Strategic Research Area 2, Executive Summary*, 2004c.

AIAB – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *Cenário atual e perspectiva da cadeia aeronáutica brasileira*. Seminário: “O adensamento da cadeia produtiva da indústria aeronáutica”, 2004. Disponível em: <www.bndes.gov.br/conhecimento/publicacoes/catalogo/s_aero.asp>. Acesso em: 18 de maio de 2006.

AIAC – AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION OF CANADA. *Canada’s aerospace industry*. Disponível em: <<http://www.aiac.ca/careers/cai.asp>>. Acesso em: 15 de agosto de 2006.

AIRBUS. “Global Market Forecast – 2004-2023”, 2004.

AIRCRAFT SUPPLY CHAIN. Prepared for the Office of Science and Technology Policy, Issue Paper.

ANDERSEN, B. (org.). *Knowledge and innovation in the new service economy*. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.

BACH, L.; MOLIST, N. C.; LEDOUX, M. J., MATT, M.; SCHAEFFER, V. Evaluation of the economic effects of Brite-Euram Programs on the European industry. *Anais da EUNETICS Conference: Evolutionary Economics of Technical Change: Assessment of results and new frontiers*. Strasbourg: Beta, 6-7-8 de outubro de 1994, p. 971-996.

BACH, L.; COHEDENT, P.; LAMBERT, G.; LEDOUX, M. J. "Measuring and managing spinoffs: The case of the spinoffs generated by ESA Programs". In: GREENBERG, J. S.; HERTZFELD, H. R. *Space Economics, Progress in Astronautics and Aeronautics*. Boulder, Colorado: American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 1992a, p. 171-206, v. 144.

BERNARDES, R. *Embraer: elos entre estado e mercado*. São Paulo: Hucitec, 2000.

_____. *Oportunidades de mercado, produção e acesso a conhecimento: linhas de ação para o fortalecimento da performance tecnológica do setor aeronáutico*. Rio de Janeiro: Finep, 2001.

_____. "O caso Embraer: privatização e transformação da gestão empresarial dos imperativos tecnológicos à gestão no mercado." *Cadernos de Gestão Tecnológica*, n. 46, 2001.

BERNARDES, R.; OLIVEIRA, L. G. "Building up complex productive systems in developing countries: the Embraer experience". In: CASSIOLATO, José E.; LASTRES, Helena M. M.; MACIEL, Maria Lucia (eds.). *Systems of innovation and development: evidence from Brazil*. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar, 2003.

BERNARDES, R.; PINHO, M. *Aglomerização e aprendizado na rede de fornecedores locais da Embraer*. Nota técnica do projeto "Políticas para Sistemas Produtivos Locais de MPMEs", coordenado por José Eduardo Cassiolato e Helena Lastres. São Paulo, 2002, 40 p. Disponível em: <www.ie.ufrj.br/redesist>.

BOEING. *Current market outlook 2005*, 2005.

BOMBARDIER. *Relatórios anuais*, vários anos.



BRITO, R. P.; BRUNHARA, A. J.; BRITO, E. M. O. "China e Brasil, parceiros ou concorrentes no mercado internacional." VII SEMEAD, FEA/USP, 2005.

CASSIOLATO, J. E.; BERNARDES, R.; LASTRES, H. "Transfer of technology for successful integration into the global economy: a case study of Embraer in Brazil." Nova York e Genebra: UNCTAD/ITE/IPC/Misc. 20, ONU, 61 p., 2002.

CHADE, J. "País entra na briga de fabricantes de aviões", 2005. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/intel/airbus_x_boeing_x_embraer.htm>. Acesso em: 4 de junho de 2006.

CHEN, B.; SHI, Y. *Generating and appropriating value: the case of aerospace systems integrators*. Cambridge: Centre for International Manufacturing, Cambridge University, Institute for Manufacturing Mill Lane, 2003.

CHIN-CHO, Myong. "Restructuring of Korea's defense aerospace industry: challenges and opportunities?". Bonn: Bonn International Center for Conversion, 2002, Paper 28.

COIMBRA, M. C.; PETKANTCHIN, V. "Bombardier e Embraer podem concorrer sem apoio governamental". Disponível em: <http://revistaautor.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=484>. Acesso em: 18 de agosto de 2006.

CONSONI, F. *Da tropicalização ao projeto de veículos: um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil*. Campinas: Unicamp, 2004, 269 p. (Tese de Doutorado.) Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000330594>>.

DAGNINO, R. P. "A indústria aeronáutica. ECIB – Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira." Em: *Nota Técnica Setorial IE/Unicamp/FINEP/PADCT*, Campinas, 1993.



DRUMOND, C. D. *A defesa em crise: o setor fabricante de materiais de emprego militar do Brasil enfrenta um grave período de dificuldades*. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br>>. Acesso em: 5 de junho de 2006.

DZIOMBA, B. *Technology acquisition of European aeronautical SMEs*. Dziomba Aeronautical Consultant.

EMBRAER. Índice de Nacionalização. Reunião BNDES/Unicamp, 15 de setembro de 2004, 12 p.

_____. *2006-2025 Embraer Market Outlook*, 2006.

_____. *Embraer Market Outlook 2005-2024*. Disponível em: <www.embraer.com/outlook>.

_____. Relatórios anuais e trimestrais, vários anos.

EUROPEAN COMMISSION. *6th Framework Programme: Work programme of the thematic priority aeronautics and space*, 2001. Disponível em: <http://www.eubuero.de/service/veranstaltungen/hannover3feb03/Download/dat_fil_73>. Acesso em: 21 de maio de 2006.

_____. *European aeronautics: a vision for 2020*. Report of the Group of Personalities. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2001.

EX-IM BANK – EXPORT-IMPORT BANK OF THE UNITED STATES. *Aircraft exports*. Disponível em: <<http://www.exim.gov/products/transportation/aircraft.cfm>>. Acesso em: 13 de agosto de 2006.

_____. *Annual report 2005*. Disponível em: <<http://www.exim.gov/about/reports/ar/ar2005/ExImBankAnnual2005.pdf>>. Acesso em: 21 de setembro de 2006.

_____. *FY 2005 at a glance*. Disponível em: <<http://www.exim.gov/about/reports/ar/ar2005/2005Glance.pdf>>. Acesso em: 18 de setembro de 2006.



FAIRCHILD. *Market outlook and aircraft demand forecast*, Alemanha, 2000.

FELISBINO, C. B. "Disputa entre Brasil e Canadá sobre subsídios à exportação de aeronaves", 2006. Disponível em: <http://www.iribr.com/rdei/6_ed/caroline_bunchen_felisbino_01.asp>. Acesso em: 20 de junho de 2006.

FERRAZ, J. C.; COUTINHO, L. *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas: Unicamp-Pampus, 1995.

FURTADO, A.; SUSLICK, S.; MULLER, N.; FREITAS, A. G.; BACH, L. "Assesment of direct and indirect effects of large technological programmes: Petrobras Deepwater Programme in Brazil". *Research Evaluation*, v. 8, n. 3, p. 155-163, dez. 1999.

FURTADO, A. T. "Novos arranjos produtivos, estado e gestão da pesquisa pública". *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 1, p. 41-45, Rio de Janeiro, 2005.

FURTADO, A. T.; FREITAS, A. "Nacionalismo e aprendizagem no programa de águas profundas da Petrobras". *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 1, jan.-jun. 2004.

GATT. *Agreement on trade in civil aircraft*, 1979. Disponível em: <www.ita.doc.gov>. Acesso em: 25 de maio de 2006.

GEREFFI, G., HUMPHREY, J., STURGEON, T. "The governance of global value chains." *Review of International Political Economy*, v. 12, n.1, p. 78-104, fev. 2005.

GOLDSTEIN, A. E.; MCGUIRE, S. M. *The political economy of strategic trade policy and the Brasil-Canada export subsidies saga*. OECD Development Centre and University of Bath, 2000.

GOLDSTEIN, Andrea. *The political economy of industrial policy in China: the case of aircraft manufacturing*. William Davidson Institute, jul. 2005 (Working Paper, 779).



GOLICH, V.; PINELLI, T. *Who is managing knowledge*. International Studies Association Conference, Minneapolis, 1998.

GOMES, S. B. V.; BARTELS, W.; LIMA, J. C. C. O. et al. "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, p. 119-134, jun. 2005.

GOVERNMENT OF CANADA. *National Aerospace and Defense Strategic Framework*, 2005.

HAMILTON SUNDSTRAND. *This is Hamilton Sundstrand* (apresentação em PDF), 2005.

HARDEE, I. E. *Airbus and Boeing: a comparison*. Arizona State University, 2004.

HOBDDAY, M. "Special issue: innovation in complex products and systems". *Research Policy*, v. 29, 2000.

HTA. "A visão do potencial de crescimento do setor de aeropartes". In: *Adensamento da Cadeia Produtiva da Indústria Aeronáutica*. Seminário BNDES, abril 2004. Disponível em: <<http://www.defesa-net.com.br/docs/bndes/seminario/>>.

HUMPHREY, J; SCHMITZ, H. "How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters". *Regional Studies*, 36/9, p. 10017-27, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Industrial de Empresas, 1996 a 2003*. Disponível em: <www.ibge.gov.br>.

IMF – INTERNATIONAL MONETARY FUND. *World Economic Outlook*, vários anos.

INOVAÇÃO UNICAMP. "Grupo de trabalho discute se é conveniente o país adotar política compensatória na compra de produtos de alta tecnologia", 2004. Disponível em: <<http://www.inovacao.unicamp.br/report/news-compensatoria1.shtml>>. Acesso em: maio de 2006.



JARILLO, J. "On strategic networks." *Strategic Management Journal*, 9/1, p. 31-41, 1988.

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES. *Investors meeting for fiscal year 2005*, abril de 2006. Disponível em: <<http://www.khi.co.jp/annual/index.html>>.

LAWRENCE, P. K.; BRADDON, D. *Aerospace strategic trade: how the U.S. subsidizes the large aircraft commercial industry*. UK: Ashgate Publishing Ltd., 2001, 155 p.

LAWRENCE, P. K.; WELDON, D. *Deep Stall: the turbulent story of Boeing commercial airplanes*. Aldershot: Ashgate, 2005, 157 p.

LIMA, J. C. C. O. et al. *A cadeia aeronáutica brasileira e o desafio da inovação*. *BNDES Setorial*, n. 21, p. 31-55, mar. 2005.

LIMA, J. C. C. O.; SHERRY, Lance; SANSFIELD, Liam. *Redirecting R&D in the commercial aircraft supply chain*. Santa Monica, 2002.

MACPHERSON, A.; PRITCHARD, D. *The trade and employment implications of a new aircraft launch: the case of the Boeing 7e7*. Research Paper, Canada-United States Trade Center, Department of Geography. Buffalo: State University of New York, January 2004.

_____. "Industrial subsidies and the politics of world trade: the case of the Boeing 7e7". *The Industrial Geographer*, 2004a.

_____. *Outsourcing US commercial aircraft technology and innovation: implications for the industry's long term design and built capability*. United States Trade Center, Department of Geography, Nova York, 2004b.

_____. *The international decentralization of US commercial aircraft production: implications for US employment and trade*. Buffalo: United States Trade Center, Department of Geography, 2002.

MARTRE, H. *A indústria aeroespacial*, 2001. Disponível em: <<http://www.france.org.br>> Acesso em: 5 de maio 2006.



MATHEWS, John A. *Dragon multinational: a new model for global growth*. Nova York: Oxford University Press, 2002.

MERRILL LYNCH. *Commercial Aerospace Primer. The ABCs of Investing in Commercial Aerospace*, 2004 Edition.

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES. Contenciosos Embraer-Bombardier na OMC. Disponível em: <http://www.mre.gov.br/portugues/politica_externa/organismos/omc/contenciosos_julho03.asp> Acesso em: 1º de junho de 2006.

MOREIRA, H. C.; MORAES, J. M. de. *Compras governamentais: políticas e procedimentos na Organização Mundial do Comércio, União Européia, Nafta, EUA e Brasil*. Brasília, 2002. Disponível em: www.ipea.gov.br/.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. "Mudanças técnicas na indústria de aeronaves comerciais, 1925-1975." In: ROSENBERG, N. (ed.). *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Campinas: Unicamp, 2006.

NASA. *The Nasa Aeronautics Blueprint – A Technology Vision for Aviation*, 2003.

NEVEN, D.; SEABRIGHT, P. "European industrial policy: the Airbus case". *Economic Policy*, v. 21, p. 313-344, 1995.

NIOSI, Jorge; ZHEGU, Majlinda. "Aerospace clusters: local or global knowledge spillovers?". *Industry and Innovation*, v. 12, n. 15-29, mar. 2005.

OLIVEIRA, G. *A cadeia de produção aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer*. Campinas: Unicamp, 2005, 226 p. (Tese de Doutorado).

OLIVEIRA, G. Aeronáutica – civil. *Relatório Setorial Preliminar do Diretório da Pesquisa Privada – DPP, Finep*, out. 2003. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/PortalDPP>>.



PARKER HANNIFIN CORPORATION. *2005 Annual Report*, 80 p. Disponível em: <http://www.utc.com/annual_reports/2005/>.

PAVCNICK, N. "Trade disputes in the commercial aircraft industry." *World Economy*, 25 de maio, 2002, p. 733-751.

PAVITT, K. "Specialization and systems integration: Where manufacture and services still meet." In: PRENCIPE, A., DAVIES, A.; HOBDDAY, M. *The business of systems integration*. Oxford: OUP, 2003.

PRENCIPE, A. "Corporate strategy and systems integration capabilities: Managing networks in complex systems industries". In: PRENCIPE, A., DAVIES, A.; HOBDDAY, M. *The business of systems integration*. Oxford: OUP, 2003.

RAPPORT MERRILL LYNCH. *Commercial Aerospace Primer: The ABCs of Investing in Commercial Aerospace*, 13 de janeiro de 2004.

SHERRY, Lance; SANSFIELD, Liam. "Redirecting R&D in the commercial aircraft supply chain". Prepared for the Office of Science and Technology Policy, 2002 (Issue Paper).

SOBE, B. "New Boeing Widebody if front-runner to replace 767s at ANA and JAL as manufacturers prepares for project decision". *Flight International*, 19 de agosto de 2003.

STRAMBACH, S. "Germany: knowledge-intensive services in a core industrial economy". In: WOOD, P. (ed.). *Consultancy and innovation: the business service revolution in Europe*. Londres: Routledge, 2002, p. 124-151.

SUBCOMMITTEE ON AVIATION. *Hearing on the competitiveness of the U.S. aircraft manufacturing industry*. Statement by Robert A. Rogowsky, 2001.

TRINDADE, A. D. C. *Export subsidies and the regional aircraft industry under the world*, 2002.



TYSON, L. *Who is bashing whom? Trade conflict in high-technology industries*. Washington, DC: Institute for International Economics, 1992.

U.S. INTERNATIONAL TRADE COMMISSION. *Global competitiveness of U.S. advanced-technology manufacturing industries: large civil aircraft*. Investigation n. 332-332, publication 2.667, ago. 1993.

U.S. INTERNATIONAL TRADE COMMISSION. Competitive assessment of the U.S. large civil aircraft aerostructures industry, 2001. Disponível em: <<http://hotdocs.usitc.gov/docs/pubs/332/pub3433.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2006.

UNITED STATES OF AMERICA. *National Aeronautical and Space Act*, 1958.

UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION. Annual Report 2005 – Solid foundation/Profitable growth, 2005, 52 p. Disponível em: <<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=97464&p=irol-irhome>>.

US-EU AGREEMENT ON TRADE IN LARGE CIVIL AIRCRAFT. *Bilateral agreement: agreement between the government of the United States of America and the European Economic Community concerning the application of the GATT Agreement on Trade in Large Civil Aircraft*, 1992. Disponível em: <<http://www.ita.doc.gov/td/aerospace/agreements/usaeulca.pdf>> Acesso em: 25 de maio de 2006.

WILLIAMS, T., MALL, R.; ELLIS, B. *Strategic driver in the aerospace sector*. School of Business & Economics, University of Exeter, Streatham Court, 2001.

WORLD TRADE ORGANIZATION. *Understanding the WTO: settling disputes*, 2006. Disponível em: <http://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/disp1_e.htm>. Acesso em: 25 de maio de 2006.



Sites Consultados

Airbus: <http://www.airbus.com>

Boeing: <http://www.boeing.com>

EDC: <http://www.edc.org>.

Nasa: <http://www.nasa.org>

OCDE: <http://www.oecd.org>

OMC: <http://www.wto.org>

US-Eximbank: <http://www.exim.gov/>



Coordenação Editorial
Gerência de Editoração do BNDES

Projeto Gráfico
Ana Luisa Silveira Gonçalves

Produção Editorial
Editora Senac Rio

Editoração Eletrônica
Abreu's System

Impressão
Imprinta Express Gráfica e Editora

O conteúdo dos capítulos é de exclusiva
responsabilidade dos autores, cabendo ao BNDES a
organização, a coordenação editorial e o projeto gráfico.