



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - NPGA**

ROSANE ARGOU MARQUES

**O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA
INOVAÇÃO: AS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO
SETOR AERONÁUTICO BRASILEIRO**

Salvador
2011

ROSANE ARGOU MARQUES

**O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA
INOVAÇÃO: AS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO
SETOR AERONÁUTICO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Lima Cruz Teixeira

Salvador
2011

Escola de Administração - UFBA

M357 Marques, Rosane Argou

O desenvolvimento da capacidade para inovação : as pequenas e médias empresas do setor aeronáutico brasileiro / Rosane Argou Marques. – 2011.
180 f.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Lima Cruz Teixeira.

Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Administração, Salvador, 2011.

1. Pequenas e médias empresas – Inovações tecnológicas. 2. Indústria aeronáutica. 3. Aprendizagem organizacional. 4. Comportamento organizacional. I. Universidade Federal da Bahia. Escola de Administração. II. Teixeira, Francisco Lima Cruz. III. Título.

CDD – 658.022

ROSANE ARGOU MARQUES

**O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO: AS
PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO SETOR AERONÁUTICO
BRASILEIRO**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Administração,
Escola de Administração da Universidade Federal da Bahia.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Francisco Lima Cruz Teixeira – orientador _____
Doutor em Política Científica e Tecnológica - University of Sussex – Inglaterra
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak
Doutor em Structures Productives et Système Mondial - Université de Paris VII -França
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dra. Edi Madalena Fracasso
Doutora em Educação - Harvard University - Estados Unidos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Oswaldo Ferreira Guerra
Doutor em Ciência Econômica - UNICAMP
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Horácio Nelson Hastenreiter Filho
Doutor em Administração - UFBA
Universidade Federal da Bahia

Para meu marido, meus pais e irmãos

AGRADECIMENTOS

Várias foram as pessoas que me acompanharam durante a elaboração desta tese, com as quais divido o mérito deste trabalho e agradeço a todas elas. Na fase inicial, eu tive a honra de conhecer colegas, pesquisadores e professores que se tornaram verdadeiros amigos e que, ainda hoje, apóiam e ajudam na minha formação como pesquisadora.

Eu agradeço, especialmente, às amigas e aos amigos Eva Dantas, Lizbeth Navas-Aleman, Isabel Maria Freitas, Muriel Pádua, Janaína Pamplona, André Campos, Kerstin Stange, Steffen Bayer, Emmanuelle Tuerlings, Alexandra Hughes, Ben Thuriaux, Claire Waddington, Ana Julieta Calvo, Maria Cecilia Sodré, Eleonora Vidal e Katia Madruga, bem como os amigos do CENTRIM, com os quais sorri e chorei, nos vários momentos da minha vida em Brighton (Inglaterra), enquanto aluna do programa de p s-gradua o no Science and Technology Policy Research (SPRU), University of Sussex.

Não menos importante foi o apoio e socorro que recebi dos amigos brasileiros nos momentos difíceis que o destino reservou. Eu não tenho palavras para expressar meu eterno agradecimento   Connie Vedovello, Paulo Figueiredo, Paulo Zawislak, Juliana Lacerda, Aline Brufato, Zandra Balbinot, Neila Cunha, Evando Mirra e minha família que me incentivaram a continuar a pesquisa e concluir esta tese.

Além deles, desejo agradecer:

Aos meus orientadores no SPRU: Ed Steinmueller e Martin Bell.

Ao meu orientador no NPGA/EA/UFBA, Francisco Teixeira, pela sua orienta o impecável e por ter acreditado em mim e apostado na minha pesquisa desde o nosso primeiro encontro.

Ao Rafael Lucchesi, amigo e companheiro que me apoiou no meu retorno ao Brasil.

Aos diretores e gerentes de empresas e institui es que, gentilmente, responderam e acolheram as visitas e entrevistas, além de auxiliar com críticas, sugestões e comentários.

Aos professores Roberto Sbragia, Roberto Bernardes, Sérgio Queiroz e Guilherme Oliveira, entre outros professores e funcionários das institui es, dentre elas o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), antigo Centro de Tecnologia Aeroespacial (CTA), que em apoiaram decisivamente na pesquisa da tese.

  Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), especialmente   diretora Maria Luisa Leal, bem como outros colegas, que me auxiliaram nos últimos anos de elabora o deste trabalho.

Aos professores Edi Madalena Fracasso, Paulo Zawislak, Oswaldo Guerra e Horácio Hastenreiter Filho, por terem gentilmente aceito o convite para integrem a Banca de Defesa da Tese.

Aos demais professores,   equipe administrativa e aos funcionários do Núcleo de P s-Gradua o em Administra o (NPGA) da Universidade Federal da Bahia (UFBA), especialmente, aos professores José Antonio Pinho e Rogério Quintella, a Dacy Andrade dos

Santos e a Anaélia Regina de Almeida Silva, que me acolheram e apoiaram com muito carinho e compreensão.

Ao meu marido, Teógenes Brito da Nóbrega, sem o incansável apoio, compreensão e carinho eu jamais teria terminado esta tese.

Por fim, mas não menos importante, aos meus pais e avós, que me ensinaram o valor do trabalho, da ética e da persistência para a conquista dos sonhos.

“The present state of the nation is the result of the accumulation of all discoveries, inventions, improvements, perfection, and exertions of all generations which have lived before us, they form the mental capital of the present human race, and every separate nation is productive only in the proportion in which it has known how to appropriate these attainments of former generations and to increase them. . . .” (List, 1885, citado por Freeman, 1995, p. 6)

[O estado presente de uma nação é o resultado da acumulação de descobertas, invenções, melhoramentos e aperfeiçoamentos de todas as gerações passadas, as quais formam o capital mental da humanidade atual, e qualquer nação individual é produtiva na medida em que aprende como se apropriar destas realizações das gerações passadas e ampliá-las...]

MARQUES, Rosane Argou. O Desenvolvimento da Capacidade para Inovação: as pequenas e médias empresas do setor aeronáutico brasileiro 195 il. 2010. Tese (Doutorado). Núcleo de Pós-Graduação em Administração, Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia, 2010.

RESUMO

Como a inovação é um dos fatores mais importante para a competitividade no longo prazo, a capacidade para gerenciar as atividades de inovação é fundamental para as empresas. Existe uma extensa literatura que trata deste tema, mas pouco se conhece sobre o desenvolvimento de tal capacidade pelas pequenas e médias empresas (PMEs) fornecedoras de bens e serviços menos complexos para empresas que integram sistemas complexos (CoPS). A empresa que integra CoPS necessita dominar uma variedade de conhecimentos para o desenvolvimento de produtos que são customizados, intensivos em engenharia e produzidos em pequena escala, muitas vezes sob encomenda. Esse tipo de empresa pode dividir os custos e as atividades de desenvolvimento com fornecedores. Uma aeronave comercial é um sistema complexo, e o Brasil possui uma das empresas líderes mundial nesse setor, a Embraer. Assim, as duas questões que se apresentam são: até que ponto as PMEs que fornecem produtos menos complexos para aeronaves comerciais estão desenvolvendo capacidade para inovação; e quais são os fatores que influenciam este desenvolvimento. O referencial teórico utilizado para responder tais questões foi construído a partir do exame dos: (i) conceitos de inovação; (ii) diferentes modelos para o entendimento da construção e diversificação da capacidade para inovação; e (iii) diversos fatores que podem influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação, tais como aqueles internos e externos a empresa. O modelo analítico considera quatro níveis de capacidade para inovação – avançado, intermediário, pré-intermediário e básico – os quais são associados aos tipos de inovação, ou seja, tecnológica (produto e produção) e organizacional (gestão de projetos e tipo de relação na cadeia de valor). Os fatores examinados foram: internos (esforços para aprendizagem) e externos (influência do tipo de relação na cadeia de valor e da participação em programas governamentais, i.e. promoção exportações e compensação nas compras governamentais). Utilizou-se o método qualitativo, por meio de entrevistas com especialistas sobre a evolução do sistema de inovação do setor aeronáutico e, em profundidade, com diretores, gerentes e técnicos de nove PMEs fornecedoras para aeronaves comerciais. Concluiu-se que os fatores externos podem influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação na medida em que a empresa investe, ativa e continuamente, na aprendizagem tecnológica e organizacional interna. Das nove PMEs pesquisadas, apenas três investem ativamente em aprendizagem sendo que, destas, apenas uma desenvolveu capacidade para inovação avançada e as outras duas, intermediária. A empresa que desenvolveu capacidade para inovação avançada foi impulsionada pela participação em programa de compensação relacionado às compras governamentais, do qual recebeu investimentos e transferência de tecnologia, assim como por meio da participação nos programas de desenvolvimento conjunto com a Embraer, tipo relacional de contrato com a Embraer. As duas empresas que desenvolveram capacidade intermediária para inovação apresentaram resultados distintos: um delas participou em programa de compensação e a outra não participou em nenhum programa; e a relação com a Embraer é mercado e cativa. Das outras seis empresas, cinco passaram da capacidade para inovação básica à pré-intermediária e uma manteve a capacidade básica. Quatro destas empresas participaram em programa de promoção das exportações, o que influenciou o

desenvolvimento da capacidade para inovação de básica para pré-intermediária. Praticamente, não houve mudança no tipo de relação com a Embraer, a qual continuou cativa e mercado. Conclui-se que os esforços ativos para aprendizagem originaram-se da necessidade de realizar mudanças, buscando tecnologias mais complexas se comparadas com as existentes. De fato, os fatores que estão influenciando o desenvolvimento da capacidade para inovação são, basicamente, os esforços ativos e contínuos em aprendizagem (tecnológica e organizacional) e a participação em programas de *offset*.

Palavras-Chaves: inovação, setor aeronáutico, capacidade para inovação, fatores internos e externos

MARQUES, Rosane Argou. The Development of Innovative Capabilities: the small and medium size firms in the Brazilian aeronautic sector. 195il 2010. Thesis (Doctorate). Nucleus for Post-Graduation in Business, Business School, Federal University of Bahia, 2010.

ABSTRACT

Given that innovation is one of the most important factors for competitiveness in the long term, the ability to manage the activities for innovation is essential for companies. There is an extensive literature that deals with this theme, but little is known about the factors that influence the development of this capability by small and medium size companies (SMEs) that supply goods and services less complex to companies that manufacture complex products systems (CoPS). The CoPS manufacturer needs to master a variety of expertise and knowledge to develop products that are customized, intensive in engineering and produced on a small scale. This type of company can share the costs and development activities with suppliers. A commercial aircraft is a complex system, and Brazil has one of the leading companies worldwide in this sector, which is Embraer. So the question that arises is to what extent SMEs that provide products less complex to a commercial aircraft are developing innovative capabilities and what are the factors that influence this development. The theoretical framework to analyze these issues was built from the examination of: (i) concepts of innovation, (ii) different models for understanding the diversification and building up innovative capabilities, (iii) various factors that may influence the development of innovative capabilities, such as those internal and external to the company. The framework considers four levels of innovative capability: advanced, intermediate, pre-intermediate and basic. These levels are linked to the kinds of innovation: technological (product and production) and organizational (project management and type of relation within the value chain). The factors examined were: internal (efforts to learn) and external (the influence of relationship in the value chain and participation in government programs, i.e. export promotion and programs of compensation / offset linked to a government's acquisition). The method is qualitative, through interviews with experts on the evolution of the innovation system in the aeronautics industry and in-depth interviews with directors, managers and technicians from nine SME suppliers to a commercial aircraft. Finally, the examination of the nine case studies shows that external factors can influence the development of innovative capabilities at the extent that the SMEs invest actively and continuously in their internal organizational and technological learning. Of the nine SMEs surveyed, only three actively invest in learning and, of these, one developed advanced innovative capability and the other two developed intermediate innovative capability. The company that developed advanced capability has been boosted by the participation in the government program of compensation and has a "relational" type of partnership with Embraer. The two companies that developed intermediate innovative capability have a diverse type of relationship with Embraer (market and captive) and one participate in a government program for compensation and the other did not participate in any program. Considering the other six companies, five moved further from basic to pre-intermediate innovative capability, and one maintained its basic capability. Finally, the active efforts for learning about technologies and organizations had their origin on the SMEs necessities to move to more complex technologies compared to the existent ones. The factors influencing the development of innovative capabilities by these SMEs also were the active and continuous efforts for learning and their participation on the offset government program, which included technology transfer.

Keywords: innovation, aeronautic sector, innovative capabilities, internal and external factors

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fatores Estratégicos e Desempenho do Desenvolvimento da Capacidade para Inovação por PMEs	19
Quadro 1	Resumo dos Conceitos para Inovação	25
Quadro 2	Resumo dos Tipos de Aprendizagem e Mecanismos	45
Figura 2	Classificação dos Tipos de Governança para Cadeias de Valor	58
Figura 3	Síntese sobre Desenvolvimento de Capacidade para Inovação em PMEs	67
Figura 4	Síntese sobre Fatores Internos e Externos	68
Figura 5	Modelo Analítico para o Desenvolvimento de Capacidade para Inovação	69
Figura 6	Descrição do Sistema de Inovação Aeronáutico Brasileiro	75
Quadro 3	Principais Empresas do Setor Aeronáutico Brasileiro entre 1930 e 1949	77
Quadro 4	Principais Empresas do Setor Aeronáutico Brasileiro antes da Embraer - 1950-1969	80
Quadro 5	Principais Aeronaves Comerciais Produzidas pela Embraer: 1970-1994	84
Quadro 6	Principais Aeronaves Civis Produzidas pela Embraer: 1995-2002	91
Quadro 7	Exigências Gerais da Embraer aos Fornecedores Locais	94
Gráfico 1	Evolução dos Investimentos em Modernização Industrial e P&D – Embraer 2000-2008 (R\$ milhões)	97
Quadro 8	Principais Aeronaves Civis Produzidas pela Embraer: 2003-2009	98
Gráfico 2	Distribuição de Capital por Investidor / Mercado (30 de setembro de 2010)	99
Gráfico 3	Evolução do Pessoal Ocupado 2002-2009	100
Figura 7	Desenho dos Principais Atores e Fluxos do Sistema de Inovação Aeronáutico Brasileiro	104
Quadro 9	Tipos de Funções e Atividades para a Classificação da Capacidade para Inovação	109
Figura 8	Desenvolvimento da Capacidade para Inovação	112
Figura 9	Mecanismos para aprendizagem e o desenvolvimento da capacidade para inovação	113

Figura 10	Relação entre os Tipos de Governança e o Desenvolvimento de Capacidade para Inovação	116
Figura 11	Tipos de Programas Governamentais e Possíveis Influências	118
Figura 12	Desenho da Cadeia de Fornecedores para Aeronaves Comerciais	121
Quadro 10	Características Gerais dos Fornecedores Brasileiros Entrevistados	124
Figura 13	Desenvolvimento da Capacidade para Inovação pelas Nove PMEs Entrevistadas	132
Gráfico 4	Inovações Tecnológicas e Organizacionais: quantidade por período e atividade	134
Quadro 11	Características das Empresas: pessoal ocupado e experiência anterior dos executivos	137
Gráfico 5	Mecanismos de Aprendizagem nas Nove PMEs	138
Figura 14	Mecanismos de Aprendizagem e Desenvolvimento da Capacidade para inovação	140
Quadro 12	Relação com a Embraer e Características por Empresa	141
Figura 15	Relação entre os Tipos de Governança e o Desenvolvimento de Capacidade para Inovação	144
Quadro 13	Participação em Programas Governamentais: empresas por período e atividade para inovação	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Evolução das Exportações de Aeronaves e suas Partes no Período 2005-2009 (US\$ mil)	100
----------	---	-----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	ASPECTOS CONCEITUAIS E METODOLÓGICOS	16
1.2	A QUESTÃO DO SETOR AERONÁUTICO BRASILEIRO	19
2	DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	INOVAÇÃO: CONCEITO E RELEVÂNCIA	21
2.2	DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO	26
2.2.1	Conceitos e modelos	26
2.2.1.1	Construindo a capacidade para inovação	26
2.2.1.2	Diversificando a capacidade para inovação	33
2.3	FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO	40
2.3.1	Fatores internos à empresa	40
2.3.2	Fatores externos à empresa	47
2.3.2.1	Relações interfirmas	47
2.3.2.2	Sistema de inovação: articulação com o ambiente externo	59
2.4	CONCLUSÕES: MODELO ANALÍTICO	66
3	A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR AERONÁUTICO NO BRASIL	72
3.1	EXAME DO SISTEMA DE INOVAÇÃO AERONÁUTICO BRASILEIRO	72
3.2	EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE INOVAÇÃO AERONÁUTICO NO BRASIL: DE 1930 ATÉ 2009	75
3.2.1	Fase inicial: 1930-1949	76
3.2.2	Segunda fase: 1950-1969	78
3.2.3	Fase Moderna (1970-1980)	81
3.2.4	Fase de Internacionalização (1981-1994)	86
3.2.5	Fase de Reestruturação Industrial (1995-2002)	89
3.2.6	Fase de Fortalecimento da Competitividade Internacional (2003-2009)	96
3.3	COMENTÁRIOS FINAIS	102
4	MÉTODO DA PESQUISA	106
4.1	IDENTIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO	106
4.2	EXAME DOS FATORES ESTRATÉGICOS	112
4.2.1	Fatores internos: mecanismos para aprendizagem	113
4.2.2	Fatores externos: relações na cadeia de valor e participação em programas governamentais	115
4.2.2.1	Qualidade das relações na cadeia de valor	115
4.2.2.2	Participação em programas governamentais	117

4.3	DESENHO DA AMOSTRA	118
4.3.1	Descrição geral das PMEs entrevistadas	122
4.4	COLETA DE DADOS	125
4.5	ANÁLISE DOS DADOS	128
5	O CASO DAS NOVE PMES FORNECEDORAS DA CADEIA AERONÁUTICA: 1981-2002	130
5.1	IDENTIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO	130
5.2	EXAME DOS FATORES ESTRATÉGICOS	135
5.2.1	Mecanismos para aprendizagem observados nas PMEs	136
5.2.2	Qualidade das relações entre as nove PMEs e a Embraer	141
5.2.3	Participação em programas governamentais	145
5.3	COMENTÁRIOS FINAIS	149
6	CONCLUSÕES	151
	REFERÊNCIAS	157
	ANEXOS	167

1 INTRODUÇÃO

A inovação é um dos fatores de maior relevância para a competitividade industrial no longo prazo. Mais do que a inovação propriamente, a capacidade de gerenciar as atividades de inovação é uma das principais competências organizacionais para o desenvolvimento da competitividade internacional. Para tanto, as empresas renovam constantemente seus ativos, principalmente aqueles estratégicos, tais como conhecimento e processos organizacionais para a aprendizagem.

Quando se trata de empresas que integram sistemas complexos (CoPS), a inovação tem características específicas e se reveste de complexidade adicional, se comparada aos outros tipos de empresas. A empresa que integra CoPS necessita dominar uma variedade de conhecimentos para o desenvolvimento de produtos que são customizados, intensivos em engenharia e produzidos em pequena escala, muitas vezes sob encomenda. Neste caso, a capacidade para inovação envolve a integração de diferentes conhecimentos tecnológicos e de mercado que são mais complexos que outros setores da economia, sendo que os fornecedores e clientes podem ser envolvidos desde o início da fase de desenvolvimento do novo produto. Para tanto, os fornecedores principais devem possuir, também, competências específicas para gerenciar os projetos desenvolvidos em parceria com a empresa que integra CoPS. Um exemplo de CoPS é a aeronave comercial.

A partir de Hobday (1998) e Brusoni e Prencipe (1999), vários estudos examinam as competências empresariais necessárias para o desenvolvimento da capacidade para inovação em empresas que integram CoPS. No caso específico do Brasil, Oliveira (2005) estuda a cadeia aeronáutica e examina a sua organização e possibilidades para adensamento, considerando que o Brasil tem competitividade internacional na produção de aeronaves comerciais. No entanto, uma das lacunas na literatura é o entendimento do desenvolvimento da capacidade para inovação por parte das pequenas e médias empresas (PMEs) que fornecem produtos com menor grau de complexidade para uma empresa que integra CoPS.

A maior parte da literatura examina as trajetórias e modelos de desenvolvimento da capacidade para inovação por parte de grandes empresas. No caso das PMEs fornecedoras para integradoras de CoPS, alguns autores, a exemplo de Lefebvre e Lefebvre (1998) e Bernardes e Pinho (2003), examinam as competências críticas necessárias para que tais empresas mantenham ou aprofundem suas capacidades e, com isto, possam alavancar a

competitividade ou avançar nos níveis seguintes da cadeia de valor do setor. Apesar de haver considerações sobre alguns fatores que impactam na construção das competências ou capacidades, este aspecto não foi objeto daqueles estudos. Assim, os objetivos aqui apresentados são os seguintes: identificar até que ponto as PMEs fornecedoras para aeronaves comerciais estão desenvolvendo capacidade para inovação; e examinar os fatores que influenciaram o desenvolvimento dessa capacidade na trajetória identificada nas PMEs.

1.1 ASPECTOS CONCEITUAIS E METODOLÓGICOS

Existe uma extensa literatura sobre o desenvolvimento de capacidade para inovação, que é definida como a habilidade das empresas para gerar e administrar a implantação de inovações tecnológicas e / ou organizacionais, incluindo a habilidade para se relacionar na cadeia de valor (BELL, 1984; LEONARD, 1995; ARIFFIN, 2000; FIGUEIREDO, 2003; CASTRO e FIGUEIREDO, 2005; BELL, 2006). Nesta tese, considera-se inovação a implantação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço), processo ou método organizacional, para a prática do negócio, organização do trabalho ou relações externas (IBGE, 2009). O desenvolvimento de tal capacidade ocorre por meio da aprendizagem e da renovação da base de conhecimento pela empresa, o que poderá impactar na mudança ou fortalecimento do nível de capacidade para inovação.

Existe uma miríade de possíveis classificações para os níveis de capacidade para inovação, que varia entre básica, intermediária ou avançada, conforme as características do setor que se está analisando. Esses níveis referem-se, basicamente, à capacidade da empresa para executar somente a produção, em um extremo (capacidade básica), e a capacidade para, além disso, realizar pesquisa e desenvolvimento (P&D), entre outras atividades para inovação (capacidade avançada), no outro extremo (LALL, 1992; FIGUEIREDO, 2003). Cabe destacar que a capacidade para inovação é construída e pode se diversificar a partir do esforço empresarial para aprender sobre as tecnologias e organizações. Assim, uma empresa pode iniciar suas atividades com um nível básico e construir capacidade pré-intermediária, intermediária e avançada. Quando ela está no nível avançado, a empresa poderá investir no fortalecimento e na diversificação da sua capacidade para inovação, seja para atuar em outras

áreas e/ou setores, ou para fortalecer sua atuação e competitividade no mercado onde atua. O desempenho pode ser influenciado por fatores estratégicos, conforme será examinado no Capítulo 2, os quais são classificados em internos e externos à empresa. Tais fatores podem ser estimulados ou restringidos pelo ambiente setorial ou sistema setorial de inovação. Entretanto, os estudos sobre a influência de fatores estratégicos no desempenho do desenvolvimento da capacidade para inovação não têm por objeto as PMEs fornecedoras de bens e serviços com menor complexidade tecnológica para empresas que integram CoPS.

Hobday (1998), por exemplo, faz a distinção entre a produção em escala e de CoPS, ou seja, de produtos customizados, resultado de projetos construídos para atender as necessidades específicas dos clientes. As empresas que integram CoPS diferenciam-se pelos altos investimentos que fazem em P&D, pela pequena escala de produção e pela estreita colaboração com os clientes e os fornecedores, bem como outras organizações (HOBDAY, 1998; BRUSONI e PRENCIPE, 1999). Essas empresas confrontam-se com vários riscos originados da combinação entre as mudanças nos marcos regulatórios, no comportamento dos mercados e evolução das tecnologias, os quais têm impacto nos sistemas que são integrados e, conseqüentemente, no produto final.

Para reduzir os altos custos de P&D e a complexidade do projeto, que envolve conhecimentos de diferentes áreas, a empresa que integra CoPS realiza contratos com clientes e fornecedores. A gestão de projetos é compartilhada com fornecedores de sistemas e componentes, que podem ser, também, empresas fabricantes de CoPS, tais como os fornecedores de turbinas e sistemas aviônicos. Internamente, essa empresa deverá gerenciar a divisão por tarefas e a integração das mesmas com as áreas funcionais, por exemplo, desenvolvimento de projetos, marketing, financeiro, logística, produção e assistência técnica, entre outras (HOBDAY, 1998; BRUSONI e PRENCIPE, 1999). Cabe destacar que tal literatura sobre CoPS não estuda o caso das fornecedoras de bens e serviços que não são complexos para CoPS, pois tem como objeto de análise as competências para gerenciar a integração de várias áreas do conhecimento para o desenvolvimento de produtos customizados nas empresas que integram CoPS (HOBDAY, 1998; BRUSONI e PRENCIPE, 1999). Esses estudos consideram que as empresas que integram CoPS buscam fortalecer ou diversificar a capacidade para inovação, ou seja, elas possuem capacidade para inovação avançada (TEXIER, 2000). Neste contexto, a cadeia de fornecedores é diversificada e pode incluir pequenas e médias empresas (PMEs) que não integram CoPS e grandes empresas que integram, também, sistemas complexos que compõe o produto final, como, por exemplo, as

turbinas. As empresas fornecedoras deverão submeter-se à governança da empresa que integra os sistemas complexos no produto final, por exemplo, aeronave comercial, e que determina as condições e especificações para o restante da cadeia (QUADROS *et al.*, 2009)

Cabe destacar que se considera a existência de dois tipos de PMEs: as convencionais e as inovadoras (BOTER e HOLMQUIST, 1996). Para essas empresas, a participação em programas governamentais e as relações de governança que se estabelecem na cadeia de valor podem estimular o desenvolvimento de ativos intangíveis e estratégicos para a competitividade das empresas (LEFEVBRE e LEFEVBRE, 1998). Além disso, as relações informais e formais com clientes, fornecedores e, principalmente, com instituições de ciência e tecnologia são fundamentais para complementar os esforços internos para aprendizagem (ROMIJN e ALBALADEJO, 2002; LASTRES *et al.*, 2003).

Entretanto, os resultados de Rosenbusch *et al.* (2010) mostram que as colaborações externas e a participação em redes para a realização de inovações pelas pequenas empresas tem menor impacto no desempenho dessas empresas, se comparado com os esforços internos. Os autores concluem que o desenvolvimento interno de inovações aumenta “significativamente” o desempenho das PMEs no mercado. Eles explicam que os projetos para inovação são aqueles que exigem esforços complexos e arriscados e que podem ser “substancialmente” complicados quando realizados com parceiros externos. Isto porque as tarefas realizadas em cooperação poderão aumentar o prazo do projeto e os custos de transação, tais como aqueles relacionados aos esforços de proteção intelectual, coordenação ou supervisão das atividades.

Diante disso, o modelo analítico desta tese (Figura 1) considera que existem fatores estratégicos que podem influenciar o desempenho do desenvolvimento da capacidade para inovação das PMEs.

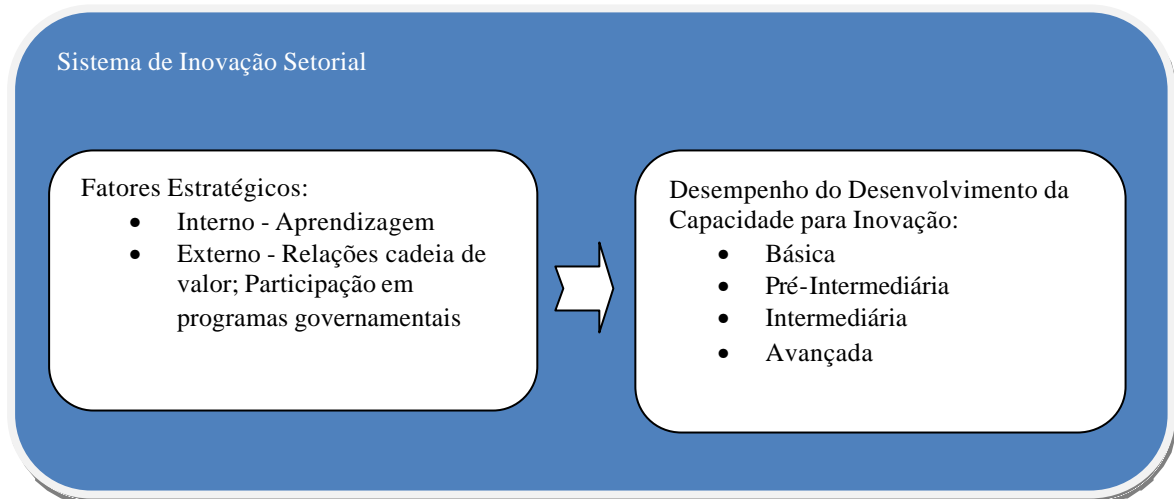


Figura 1 – Fatores Estratégicos e Desempenho do Desenvolvimento da Capacidade para Inovação por PMEs

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

1.2 A QUESTÃO DO SISTEMA DE INOVAÇÃO AERONÁUTICO BRASILEIRO

De especial interesse é o entendimento do sistema de inovação aeronáutico brasileiro porque o setor aeronáutico é o único de alta intensidade tecnológica que apresentou *superávit* na balança comercial brasileira em 2009. Neste mesmo ano, o total das exportações foi de US\$ 4,1 bilhões, o que equivale a 2,7% das exportações brasileiras de produtos industrializados, com importações no valor de US\$ 2,2 bilhões¹. No entanto, quando se examina a balança comercial do segmento de partes e componentes para aeronaves, a situação muda e o saldo é negativo. Neste segmento, a balança comercial brasileira é negativa em US\$ 895,393 milhões².

No setor aeronáutico, as exigências das companhias aéreas, dos passageiros e dos organismos regulatórios (nacionais e internacionais) condicionam e, ao mesmo tempo, impulsionam as inovações nas aeronaves, nos processos e equipamentos para produção, nas formas de gestão e nas peças, partes, componentes e sistemas. Para tanto, os investimentos em atividades de engenharia e melhoria contínua, além daqueles relacionados a P&D, são esforços estratégicos para a competitividade empresarial. De fato, como observam Mowery e Rosenberg (1981), as principais inovações ocorridas no setor são incrementais e têm como

¹ Informação disponível no site <<http://www.pdp.gov.br>>, acesso em 25 de novembro de 2010.

² Informação obtida do site <<http://www.trademap.org/>>, categoria 8803 – *aircraft parts*, acesso em 30/11/2010.

origem outros setores, tais como defesa, eletrônico, materiais e siderúrgico, apesar da necessidade crescente de investimentos em P&D pelas empresas integradoras de aeronaves comerciais. Diante da complexidade de uma aeronave, a integração de sistemas, fornecidos por pequenas, médias e grandes empresas, exige um esforço de melhoria e adaptação pelas empresas que integram os sistemas complexos, o qual proporciona consideráveis evoluções no conhecimento (VINCENTI, 1993). Como as empresas fornecedoras têm papel importante nestas evoluções, o entendimento dos objetivos deste estudo, ainda que não exaustivo, tem especial relevância para o fortalecimento de políticas para o adensamento da cadeia produtiva aeronáutica, como aquelas em andamento no âmbito da Política de Desenvolvimento Produtivo (BRASIL, 2008)³.

Para a compreensão dos objetivos acima colocados, apresenta-se no Capítulo 2 um referencial teórico capaz de subsidiar o exame empírico das PMEs fornecedoras para empresas que fabricam CoPS, no que se refere aos conceitos, classificações e aos fatores que poderão influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação. Foram as escolhas metodológicas adotadas ao longo da construção do referencial teórico que determinaram a estrutura dos capítulos subseqüentes. Em virtude da relevância da evolução do sistema setorial de inovação aeronáutico brasileiro para o entendimento do desenvolvimento da capacidade para inovação pelas PMEs fornecedoras, optou-se por abordar esse tema no Capítulo 3, após é apresentada o detalhamento do método no Capítulo 4. A seguir, o Capítulo 5 examina os nove casos de PMEs pesquisados, de forma agregada, no que se refere ao desenvolvimento da capacidade para inovação e aos fatores estratégicos que estão influenciando tal desenvolvimento. Finalmente, as conclusões estão sistematizadas no sexto e último capítulo desta tese.

³ A Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), no que tange o setor Aeronáutico, tem o objetivo de apoiar a consolidação da liderança mundial do setor e a conquista de novos mercados. Tal política contempla propostas de ações para o desenvolvimento do mercado de aeronaves comerciais (jatos executivos, regionais e helicópteros) e do mercado de aeropeças. Em articulação com o PACTI, as medidas da PDP-Aeronáutica estão relacionadas à modernização industrial, desenvolvimento tecnológico, redução das assimetrias tributárias internas entre os produtos importados e os produtos fabricados no país, apoio técnico e promoção comercial (estímulo às exportações e ampliação das vendas no mercado brasileiro).

2 DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora exista uma extensa literatura sobre o desenvolvimento da capacidade para inovação. De fato, o desenvolvimento da capacidade para inovação é tratado de maneiras distintas na literatura da administração e da economia, seja para a comparação entre países, regiões, setores ou empresas. Há consenso, porém, quanto à importância da inovação para o entendimento da evolução na competitividade empresarial (DODGSON e ROTHWELL, 1994; CASSIOLATO e LASTRES, 2000; OCDE e EUROSTAT, 2005; NEGRI, 2006; ARBIX, 2007).

As próximas seções examinam a literatura sobre inovação e desenvolvimento da capacidade para inovação, com o objetivo de subsidiar a construção dos próximos capítulos.

2.1 INOVAÇÃO: CONCEITO E RELEVÂNCIA

Mesmo existindo entendimentos conflitantes para o termo inovação, há consenso entre pesquisadores, empresários e *policy makers* sobre a sua importância para o desenvolvimento econômico (DODGSON e ROTHWELL, 1994; CASSIOLATO e LASTRES, 2000; OCDE e EUROSTAT, 2005; NEGRI, 2006). Como observam Cassiolato e Lastres (2000),

Entre os poucos consensos estabelecidos no intenso debate que procura entender o atual processo de globalização, encontra-se o fato de que inovação e conhecimento são os principais fatores que definem a competitividade e o desenvolvimento de nações, regiões, setores, empresas e até indivíduos. (CASSIOLATO e LASTRES, 2000, p. 237)

De fato, a inovação pode ser entendida sob diferentes perspectivas. No início do século XX, Schumpeter (1976) alertava para o fato de que o principal impulso que mantinha o mundo capitalista em movimento era proveniente dos novos bens de consumo, novos métodos de produção e transporte, novos mercados e novas formas de organização industrial. Desde então, a literatura sobre gestão e economia da inovação refere-se ao termo inovação como

uma novidade que é comercializada e/ou incorporada e que gera satisfação social e retorno econômico para a empresa que a desenvolveu e para a economia.

A partir de Schumpeter, vários autores contribuíram para a construção de modelos teóricos para analisar a inovação nas empresas. Dentre eles, cabe destacar Nelson e Winter (1982), Bell e Pavitt (1993) e Freeman e Soete (1997). Nelson e Winter (1982) analisam o tema na perspectiva evolucionária, com enfoque na inovação como resposta das empresas às mudanças no ambiente. A partir da identificação de uma oportunidade ou da necessidade de solucionar um problema, a empresa agirá para buscar e selecionar as possíveis alternativas para a mudança. Segundo os autores, a busca e a seleção são atividades simultâneas e interativas no processo de evolução da empresa. Assim, eles afirmam que

...Through the joint action of search and selection, the firms evolve over time, with the condition of the industry in each period bearing the seeds of its condition in the following period. (NELSON; WINTER, 1982, p. 19)

Já para Bell e Pavitt (1993) a mudança ou inovação pode ocorrer de duas formas:

- pela introdução de um novo produto, de um novo processo produtivo, novas máquinas e novos equipamentos; e
- pelas melhorias e adaptações incrementais nas técnicas, produtos, plantas, processos, máquinas e equipamentos existentes na empresa.

Considerando a importância da evolução do conhecimento e da interação entre as diferentes variáveis que influenciam a inovação, Freeman e Soete (1997, p. 6) referem-se a esta como “a primeira transação comercial envolvendo o novo produto, novo processo, novo sistema ou novo procedimento...” A inovação pode ser entendida como uma idéia que tomou forma, gerou valor e foi difundida na economia. Para os autores, a transformação de uma idéia em uma inovação pode acontecer de diferentes maneiras, tendo em vista as possibilidades de aquisição de conhecimento pela empresa, que pode ocorrer pela busca por conhecimentos completamente diferentes daqueles existentes, por uma combinação entre conhecimentos novos e existentes, ou pela utilização dos conhecimentos existentes na empresa.

De fato, a inovação é a própria mudança que pode ocorrer nos produtos e processos da empresa como forma de adaptação às transformações no ambiente econômico e social, seja pela solução de um problema, seja pela identificação de uma oportunidade. A dinâmica da inovação é considerada pelos autores como uma condição essencial para o desenvolvimento econômico.

Diante do entendimento da inovação como um importante fator de desenvolvimento, o governo brasileiro publicou a lei de incentivo à inovação. Tal lei define inovação como a “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo, que resulte em novos produtos, processos ou serviços” (BRASIL, 2004). Na prática, essa definição convive com diferentes abordagens para o tema no Brasil, como pode ser observado na Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC (IBGE, 2004; IBGE 2009), e nos trabalhos de De Negri e Salerno (2005), Arbix (2007) e Ferreira e Cunha (2008).

A PINTEC 2003 (IBGE, 2004) definia inovação como a implementação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço) e/ou processo no mercado. Além disso, a metodologia da pesquisa introduz uma diferenciação que possibilita identificar a extensão percebida da inovação. Para tanto, distingue entre inovação para a empresa, inovação para o mercado nacional e inovação para o mercado internacional.

Já De Negri e Salerno (2005) consideram que a inovação ocorre com a transformação tecnológica das empresas para a diferenciação de produtos. As empresas diferenciam produtos para melhorarem a sua competitividade no mercado. Segundo os autores, tais empresas pagam melhores salários aos seus colaboradores, têm maior produtividade, exportam mais e são aquelas com maior faturamento quando comparadas com as que não diferenciam produtos.

Especificamente com relação à PINTEC, ela segue as orientações do Manual de Oslo (OCDE; EUROSTAT, 2005) que foi elaborado pela União Européia, a partir da necessidade do entendimento da inovação para a construção e execução de políticas que incentivem a capacidade para inovação empresarial e a possibilidade de comparação entre o desempenho no desenvolvimento desta capacidade de diversos países. O conceito de inovação adotado pelo Manual evoluiu, desde a sua primeira edição em 1992 até a edição de 2005, do foco na evolução tecnológica de produtos e processos para incluir outros tipos de inovação, tais como organizacional e de marketing. Assim, o conceito atual refere-se “à implementação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço), processo, método de marketing, ou método organizacional para prática do negócio, organização do trabalho ou relações externas.” (OCDE; EUROSTAT, 2005, p. 46)

O termo inovação, portanto, se reveste “de um sentido mais amplo, que abrange todos os processos capazes de transformar uma idéia em um produto ou processo com diferencial de mercado, seja na indústria, nos serviços, no comércio ou na agricultura.” (ARBIX, 2007, p. 29). Trata-se, assim, de processo complexo que exige a existência de

organização e competências específicas na empresa para a sua gestão. O conjunto das competências e atividades realizadas pela empresa para o gerenciamento do processo de inovação, ou capacidade para inovação, é um dos diferenciais mais relevantes para definir a posição de uma empresa no ambiente competitivo global. Essa capacidade pode influenciar os caminhos da internacionalização, pela ampliação na taxa de participação da empresa no mercado mundial, pela capacidade de difusão da tecnologia e pela penetração em diferentes mercados.

A inovação é o resultado da combinação entre as idéias dos indivíduos e as atividades executadas nas diferentes funções empresariais, a exemplo da produção, marketing e engenharia, além da P&D. Nesse sentido, Ferreira e Cunha (2008), citando Mytelka e Farinelli (2000), afirmam que

a abordagem de inovação na indústria precisa desafiar a tradicional visão de inovação como processo radical de mudança. Atualmente, cada vez mais se aceita que a inovação deve ir além da pesquisa e do desenvolvimento formal, envolvendo as melhorias contínuas que reduzam custos, aumentem eficiência e assegurem desenvolvimento auto-sustentado.” (MYTELKA e FARINELLI, 2000, *apud* FERREIRA e CUNHA, 2008, p. 39)

Resumindo, a inovação é o resultado do planejamento, controle e organização de diversas atividades empresariais que resultam em criações, melhorias e adaptações nos produtos, processos, produção e gestão/organização, que tem impacto na competitividade da empresa.

Considerando os diferentes entendimentos da inovação, o termo evoluiu do foco exclusivo nas tecnologias (produto e processos produtivos) para incluir as inovações organizacionais e de marketing. A PINTEC 2008 (IBGE, 2009) conceitua estes três tipos de inovações como segue. A inovação tecnológica é

definida pela introdução no mercado de um produto (bem ou serviço), novo ou substancialmente aprimorado, ou pela introdução na empresa de um processo novo ou substancialmente aprimorado (IBGE, 2009, p. 8).

Já a inovação organizacional tem como foco as novas técnicas de gestão, as mudanças na organização do trabalho e as mudanças nas relações externas da empresa. A inovação em marketing corresponde às novas estratégias ou conceitos e às mudanças na estética, desenho ou embalagem dos produtos, sem modificar suas características funcionais e de uso. Cabe destacar que a PINTEC adotou os conceitos do Manual de Oslo (OCDE; EUROSTAT, 2005), para continuar realizando comparações com outros países.

O Quadro 1 apresenta o resumo dos conceitos de inovação revisados na literatura.

Autores	Conceitos
Schumpeter (1976)	Novos bens de consumo, novos métodos de produção e transporte, novos mercados e novas formas de organização industrial criadas pelas empresas.
Nelson e Winter (1982)	Mudanças na tecnologia e na organização econômica.
Bell e Pavitt (1993)	Introdução de um novo produto, novo processo produtivo e novas máquinas e equipamentos, ou melhorias e adaptações incrementais nas técnicas, produtos, plantas, processos, máquinas e equipamentos existentes na empresa.
Freeman e Soete (1997)	A primeira transação comercial envolvendo o novo produto, novo processo, novo sistema ou novo procedimento.
Lei de Inovação (BRASIL, 2004)	Introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo que resulte em novos produtos, processos ou serviços.
PINTEC 2003 (IBGE, 2004)	Implantação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço) e/ou processo no mercado.
De Negri e Salerno (2005)	Transformação tecnológica das empresas pela diferenciação de produtos.
Manual de Oslo (OCDE; EUROSTAT, 2005)	Implantação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço), processo, método de marketing ou método organizacional para a prática do negócio, organização do trabalho ou relações externas.
Arbix (2007)	Produto ou processo com diferencial de mercado, seja na indústria, nos serviços, no comércio ou na agricultura.
Ferreira e Cunha (2008)	Resultado de atividades relacionadas à melhoria contínua que reduz custos, aumenta a eficiência e assegura desenvolvimento auto-sustentado, além da pesquisa e do desenvolvimento formal.
PINTEC 2008 (IBGE, 2009)	Dividida em três tipos: inovação tecnológica, organizacional e de marketing. Refere-se ao novo e substancialmente aprimorado.

Quadro 1 - Resumo dos Conceitos para Inovação

Fonte: elaborado a partir da revisão da literatura.

Os vários conceitos apresentados acima têm em comum o fato de considerarem que inovação não ocorre apenas em produtos e processos produtivos, mas pode ocorrer em outras funções empresariais. Sendo assim, o conceito de inovação utilizado nesta tese é aquele da PINTEC 2008 (IBGE, 2009). Portanto, a inovação é entendida como relacionada à implantação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço),

processo ou método organizacional para a prática do negócio, organização do trabalho ou relações externas para a empresa.

2.2 DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO

O desenvolvimento da capacidade para inovação pode ser abordado de diversas maneiras. A literatura é examinada a seguir, considerando a construção e a diversificação da capacidade para inovação, bem como os fatores estratégicos que podem influenciar o seu desenvolvimento.

2.2.1 Conceitos e modelos

O desenvolvimento da capacidade para inovação pode ser visto de duas maneiras na literatura sobre gestão da inovação. A primeira delas diz respeito ao entendimento do processo de diversificação dessa capacidade, ou seja, uma empresa que possui capacidade para inovação em determinada área poderá diversificar para atuar em outra(s) área(s) ou fortalecê-la. A segunda maneira trata da construção de capacidade para inovação, ou seja, uma empresa que possui capacidade produtiva poderá investir e construir capacidade para inovação. As duas maneiras serão abordadas a seguir.

2.2.1.1 Construindo a capacidade para inovação

Os estudos sobre o processo de construção da capacidade para inovação começaram na década de 1970, a partir de Katz (1976). Desde então, vários pesquisadores analisam a natureza, a intensidade e os determinantes do seu desenvolvimento (KATZ, 1976; WESTPHAL *et al.*, 1985; ARIFFIN, 2000; COSTA e QUEIROZ, 2002; FIGUEIREDO, 2003 e 2003 b; BELL, 2006). Esses estudos investigam o comportamento de empresas nos países

em desenvolvimento, considerando que estas são, principalmente, usuárias de tecnologias importadas.

No processo de aquisição de tais tecnologias, elas desenvolvem e adaptam as mesmas para atender às características do ambiente nacional. Então, para desenvolvimento e adaptação é necessária a construção de capacidade para inovação. Neste sentido, Katz (1976) considera a capacidade para inovação como os esforços sistemáticos para aquisição do conhecimento tecnológico necessário à realização de melhorias na capacidade produtiva da empresa, ou seja, a aprendizagem.

Para Pavitt (1984), cada setor tem características específicas com relação à fonte de inovação, as quais, bem como suas variações, são definidas basicamente a partir da fonte de conhecimento para a inovação, o setor onde a inovação é realizada e utilizada e informações sobre a principal atividade da empresa inovadora. O autor propõe a classificação dos setores em:

- (1) dominados por fornecedores, como, por exemplo, agricultura e manufatura tradicional, ou setores de baixa intensidade tecnológica;
- (2) produção intensiva, tais como aqueles setores com produção em grande escala, como siderúrgico e papel e celulose, e aqueles setores que são fornecedores especializados, como máquinas e equipamentos;
- (3) e aqueles que têm por base os desenvolvimentos científicos (baseados na ciência), como, por exemplo, o eletrônico e o químico.

O autor conclui que os setores que têm suas inovações baseadas na ciência (eletrônico e químico) são as fontes para aqueles setores dominados por fornecedores (têxtil, alimentício e agricultura) e os de produção intensiva (máquinas e equipamentos e materiais, entre outros). Entretanto, o setor baseado na ciência é influenciado, também, pelas inovações nos setores fornecedores especializados (máquinas e equipamentos).

Uma parte da literatura trata da capacidade para inovação como um dos componentes da capacidade tecnológica das empresas. Para Westphal *et al.* (1985), existem três tipos de capacidade tecnológica: produção, investimento e inovação. A capacidade de produção consiste na habilidade da empresa para operar processos produtivos e adaptá-los segundo as necessidades do mercado. A capacidade de investimento refere-se às habilidades necessárias para a expansão e o estabelecimento de novas plantas de produção. E a capacidade para inovação refere-se às habilidades para conduzir e gerenciar atividades de criação e

implantação de mudanças tecnológicas em produtos e produção, além dos processos organizacionais. Esses autores argumentam que o desenvolvimento tecnológico é caro porque requer investimentos estáveis e/ou contínuos de longo prazo, tanto no desenvolvimento de habilidades e conhecimento tecnológico, quanto na melhoria dos processos organizacionais para estimular o aprendizado e a adaptação das tecnologias importadas às condições locais.

Baseado em tais estudos, Lall (1992) desenvolveu um modelo que examina as diferenças na capacidade para inovação entre empresas. O autor considera esta capacidade em sentido amplo e a divide em três tipos: investimento, produção e relação com o ambiente externo. Contribuindo com os trabalhos anteriores, ele argumenta que a capacidade de produção não é somente a habilidade para operar e melhorar técnicas de produção importadas, mas inclui esforços intrafirma em engenharia para absorver e desenvolver tecnologias, assim como para interagir com outras organizações. A capacidade de relacionamento com o ambiente externo refere-se à habilidade de transmitir informação tecnológica e recebê-la. As relações que se estabelecem devem auxiliar a empresa na melhoria da eficiência de suas atividades para inovação e, também, na difusão das tecnologias desenvolvidas internamente (LALL, 1992). O papel central é dado aos esforços de aprendizagem realizados pela empresa para dominar a tecnologia, adaptá-la às condições locais, difundi-la e explorá-la por meio da sua exportação.

A partir de Lall (1992), Bell e Pavitt (1995) consideram que as empresas precisam desenvolver ativos internos necessários para a gestão e implantação de mudanças técnicas, gerando inovações. Segundo os autores, as empresas deparam-se, freqüentemente, com a necessidade de escolher entre comprar e receber a transferência de tecnologia ou desenvolver tecnologia internamente. Para Bell e Pavitt (1995), independente da escolha, a empresa necessita de capacidade para absorver, gerenciar e implantar as inovações. Isto ocorre porque o sucesso na implantação e utilização da inovação dependerá da existência de conhecimento e habilidade técnica interna.

Conforme Bell e Pavitt (1995), esses aspectos dependem de ativos empresariais que resultam do treinamento, da atividade de resolução de problemas, de P&D, da interação interfirmas, intrafirmas e entre a empresa e outras organizações. Ocorre que, para os autores, a construção desses ativos e o desenvolvimento de capacidade para inovação são diferentes entre as empresas e entre os setores, em virtude de características próprias e de fontes de conhecimentos tecnológicos disponíveis e acessíveis.

Considerando que existem diferenças setoriais, como observam Pavitt (1984) e Bell e Pavitt (1995), Hobday (1995) analisa como empresas do setor eletrônico da Coreia do Sul construíram capacidade para inovação pela associação entre aprendizagem tecnológica e solução de problemas necessária para atender as especificações e requisitos dos clientes estrangeiros. Segundo o autor, as empresas eletro-eletrônicas coreanas construíram capacidade para inovação a partir do desenvolvimento das atividades de produção pela utilização de mecanismos específicos de transferência tecnológica. Os tipos de mecanismos encontrados por Hobday (1995) em sua pesquisa são:

- os investimentos estrangeiros diretos,
- *joint ventures*,
- licenças,
- subcontratação,
- manufatura de equipamentos originais (*Original Equipment Manufacture* – OEM)
- projeto e produção própria,
- contratos com clientes estrangeiros e locais,
- canais informais de aquisição de conhecimento (treinamento no exterior, contratação de pessoal, entre outros),
- aquisições no exterior, incluindo os investimentos em ações de outras empresas, e
- parcerias tecnológicas estratégicas.

Inicialmente, o processo para aquisição de conhecimento tecnológico envolveu a imitação e engenharia reversa, sendo que os investimentos estrangeiros diretos e as *joint ventures* tiveram um papel tão importante quanto as licenças de tecnologia e os contratos para fornecimento de peças e partes. As licenças de tecnologia envolveram treinamento de colaboradores da empresa coreana pela vendedora estrangeira, assim como transferência de informações, manuais e documentos sobre o processo de produção e o produto. A troca de experiências e informações relevantes entre engenheiros de ambas as empresas teve um impacto positivo na construção de capacidade para inovação, a exemplo do que ocorreu com a Samsung Electronics e LG. Hobday (1995) observa várias formas de aprendizagem nas empresas estudadas, entre elas estão:

1. aprender a arte da manufatura, ou seja, absorver e dominar técnicas simples de produção;
2. aprender internamente, sobre engenharia de processos e técnicas avançadas de produção, pelo estabelecimento de departamento de P&D e Engenharia, resultando na melhoria da qualidade e produtividade;
3. aprender pelo desenvolvimento de melhorias incrementais nos processos de produção, resultando no desenvolvimento de especificações próprias para os produtos; e
4. aprender pela colaboração entre o departamento de P&D e Engenharia da empresa e os respectivos departamentos de grandes empresas estrangeiras para o desenvolvimento tecnológico, resultando em capacidade para inovação incremental no produto e no processo de produção.

De acordo com Hobday (1995), a capacidade das empresas estudadas evoluiu da simples produção, para a realização de melhorias incrementais na produção e, depois, melhorias no conceito e especificações do produto que não originaram, necessariamente, um novo produto. Nessa ordem, os investimentos em atividades de P&D e Engenharia foram iniciados no momento em que as empresas necessitaram desenvolver e implantar melhorias internamente no conceito e especificações dos produtos, ainda que em cooperação com grandes empresas estrangeiras (fornecedoras e clientes). O avanço na capacidade para inovação foi acompanhado pela agregação de valor e aumento na participação dessas empresas no mercado internacional, principalmente nas exportações para os Estados Unidos. No entanto, elas ainda necessitavam ampliar os investimentos em P&D para se aproximarem das empresas líderes, com produtos e marcas próprias. Como observa Hobday (1995):

... As they approach the technology frontier, some begin to forge strategic partnerships with world leaders to acquire more advanced technologies. Many have narrowed the technology gap and are poised to make further advances toward the innovation frontier. While it is impossible to predict the future, the evidence suggests that the achievements are built upon a solid historical foundation of learning. Many of the latecomers [firms] are well positioned to respond to the fast changing pace of electronics technology. (HOBDAY, 1995, p. 1189)

Kim (1997) examina, também, o processo de construção de capacidade para inovação em empresas sul-coreanas. O modelo de Kim refere-se à aprendizagem pela aquisição-assimilação-melhoramento de tecnologias estrangeiras. Ele considera a capacidade para inovação como a habilidade para utilizar conhecimento tecnológico de forma eficiente na

melhoria, assimilação, utilização e adaptação das tecnologias. Tal capacidade pode estar relacionada à produção (gestão, engenharia, reparos e manutenção), aos investimentos (treinamento, desenvolvimento e implantação de projetos) e à inovação propriamente (pesquisa básica e aplicada, desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços). Segundo o autor, as empresas que desenvolveram capacidade para inovação foram aquelas que passaram das atividades de imitação de tecnologias estrangeiras, pela realização de engenharia reversa e transferência tecnológica, à inovação *per se*, ou seja, aquela baseada nos esforços internos para desenvolver e produzir novos produtos ao mercado internacional.

Com base nos trabalhos anteriores, Ariffin (2000) estuda a capacidade para inovação em empresas da Malásia que participam da cadeia de fornecimento global do setor eletrônico. A autora diferencia dois tipos de capacidade em função das atividades de geração e administração das mudanças tecnológicas; são elas: capacidade rotineira e capacidade para inovação propriamente. A capacidade rotineira refere-se à habilidade da empresa em utilizar o conhecimento e as tecnologias para realizar atividades em diversas funções: produto, produção e processos organizacionais. Já a capacidade para inovação permite a geração, a modificação e a melhoria em tais funções.

Neste sentido, a capacidade rotineira é classificada como o primeiro nível de construção da capacidade para inovação e tem por base a experiência acumulada pela empresa. Por outro lado, a capacidade para inovação existe em sentido mais aprofundado, quando a empresa alcança o segundo nível, definido como baseado na pesquisa e no desenvolvimento.

Utilizando-se de conceitos similares, Figueiredo (2003) analisa o processo para construção de competência tecnológica em duas empresas do setor siderúrgico brasileiro e desenvolve um modelo, a partir do entendimento das trajetórias de aprendizagem nestas empresas. O autor distingue a evolução das empresas segundo os mesmos níveis de capacidade utilizados por Ariffin (2000), ou seja, rotineira e inovadora. Entretanto, ele utiliza o termo “competência” para explicar a trajetória de construção de capacidade para inovação por cada empresa com foco na melhoria operacional. O autor associa a esses níveis quatro funções que ele considera como tecnológicas, que são: investimento, processo e organização da produção, produto e equipamentos. A partir dessa distinção, Figueiredo (2003) identifica as atividades empresariais correspondentes a cada função de acordo com os distintos níveis. O autor aprofunda, então, o entendimento sobre a construção de competência para inovar a partir da distinção entre funções tecnológicas e suas respectivas atividades empresariais.

Figueiredo (2003) conclui que as empresas apresentaram diferenças quanto aos ritmos de acumulação, consistência e composição da competência tecnológica. Além disso,

o modo como os processos de aprendizagem funcionam ao longo do tempo em cada empresa é um dos principais responsáveis pelas diferenças em suas trajetórias de acumulação de competência tecnológica. (FIGUEIREDO, 2003, p. 261)

Bell (2006) observa que existe uma grande variedade de pesquisas sobre o desenvolvimento de capacidade para inovação em países de industrialização recente, como o Brasil, cujo foco é a aprendizagem tecnológica nas empresas, setores e aglomerados industriais. O autor argumenta que, entretanto, ainda existe uma lacuna no entendimento sobre a questão central na dinâmica envolvida na construção desta capacidade, que é relacionada às questões empíricas que permeiam a tomada de decisão para a realização de investimento em aprendizagem.

Concluindo, a literatura revisada até o momento considera vários modelos e conceitos para o entendimento do processo de construção de capacidade para inovação pelas empresas. Esses conceitos referem-se, principalmente, à capacidade das empresas para gerar, absorver, assimilar, implantar e gerenciar as inovações.

Os modelos são construídos a partir de tipos, níveis, atividades empresariais e esforços para inovar. Os tipos variam em torno da capacidade para inovação em produto, produção, processos organizacionais e atividades relacionadas aos investimentos e relação com o ambiente externo. Estes podem ser resumidos nos tipos ou funções tecnológicas: produto, processo e atividades organizacionais.

Para cada tipo são identificados os níveis de capacidade nos quais a empresa se encontra em determinado período. Os níveis podem ser resumidos em rotineiros e inovadores, variando entre básico, intermediário e avançado. Alguns autores subdividem os três níveis principais para melhor entenderem os processos de construção da capacidade para inovação em setores específicos (FIGUEIREDO, 2003).

Para cada tipo e nível são identificadas as atividades empresariais relacionadas. Estas resumem-se em: treinamento, pesquisa e desenvolvimento (P&D), engenharia, melhoria contínua, implantação de programas de qualidade e adequação às padronizações, cooperação tecnológica, acordos de transferência de tecnologia, acordos para desenvolvimento de projetos, acordos para comercialização, intercâmbio de colaboradores e *joint ventures*, entre outras. Cabe destacar que as atividades são identificadas e diferenciadas a partir das

características dos setores onde as empresas estão atuando. A partir da análise das atividades para inovar, realizadas pela empresa, é possível concluir se os esforços e os investimentos são para gerar e dominar a tecnologia, adaptar às condições locais, difundir e/ou explorar por meio da comercialização.

Cabe salientar que a literatura revisada examina a construção de capacidade para inovação, essencialmente, a partir do exame dos diferentes esforços para aprendizagem realizados, em geral, por empresas de grande porte, líderes dos mercados nacionais, subsidiárias de multinacionais, empresas estatais ou empresas recém privatizadas, que adquiriram tecnologia estrangeira. Tais empresas evoluíram até investir ativamente no desenvolvimento de competências e conhecimento, e implantaram atividades de P&D para manter e/ou ampliar os seus mercados, geralmente, globais.

Seus esforços para inovação mudam ao longo do tempo em função da complexidade tecnológica de seus produtos, processos produtivos e investimentos. Essa literatura enfatiza, portanto, a importância do investimento deliberado em aprendizagem para a construção de capacidade para inovação por meio de esforços internos à empresa e por meio da articulação com o ambiente externo.

2.2.1.2 Diversificando a capacidade para inovação

Nessa abordagem, as empresas são consideradas como organizações dinâmicas, diferenciadas e repositórios de conhecimento, ou seja, são entendidas como organismos vivos que se desenvolvem gradualmente em função dos esforços para adaptação ao ambiente e, conseqüentemente, evoluem com o tempo (NELSON e WINTER, 1982). Tal processo de adaptação e evolução tem impacto sobre a trajetória de desenvolvimento da capacidade para inovação que é relacionada às características dos processos internos, sendo incerta e dependente da base de conhecimento que a empresa possui.

Segundo essa perspectiva, o termo capacidade para inovação refere-se às atividades dinâmicas de construção e renovação de competências para geração de novos produtos, processos e serviços. As atividades dinâmicas são, freqüentemente, associadas àquelas necessárias para a gestão dos recursos intangíveis, da relação com outras empresas e

organizações e dos investimentos. O termo é associado aos conceitos de capacidade para absorção, capacidade dinâmica e competências estratégicas, entre outros.

A capacidade de absorção refere-se à aquisição pelos indivíduos, e apreensão pela empresa, do conhecimento necessário à inovação. Para Cohen e Levinthal (1990), tal capacidade é definida como a habilidade para reconhecer o valor externo da informação, assimilá-la e aplicá-la nas mudanças tecnológicas e organizacionais, para a melhoria da competitividade. Essa capacidade depende do conhecimento acumulado pela empresa por meio da aprendizagem, que inclui a solução de problemas. A acumulação de conhecimento é o resultado da aprendizagem individual e organizacional observada, basicamente, pela educação e treinamento dos indivíduos, atividades de P&D, ou seja, resultado das atividades que a empresa realiza internamente e das experiências com a produção. O compartilhamento do conhecimento entre as unidades/departamentos é tão importante quanto a interface com o ambiente externo para a diversificação na capacidade para inovação. Os autores consideram que a efetiva aquisição e apreensão do conhecimento estão relacionadas à existência de conhecimento sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos proporcionados pelas atividades de P&D e de solução de problemas.

Para Iansiti e Clark (1994), a necessidade da gestão da integração das diversas fontes de conhecimento pela empresa ocorre em virtude da dinâmica do mercado e da evolução tecnológica, ou seja, das mudanças nas características do ambiente. Os autores, então, entendem que, estrategicamente, as empresas precisam administrar o que eles chamam de dinâmica da inovação. Assim, a capacidade dinâmica é definida como a habilidade para executar atividades de adaptação, integração e renovação das habilidades organizacionais, recursos e competências para a inovação. A dinâmica do ambiente é relacionada à redução no ciclo de vida dos produtos, mudanças nos preços, aumento na velocidade de lançamento de novos produtos e a dificuldade na previsão das características futuras da competição e do mercado.

A partir desse entendimento, Leonard (1995) estuda a dinâmica empresarial considerando os processos de aprendizagem como um dos principais ativos intangíveis para o desenvolvimento da capacidade para inovação. Segundo a autora, as empresas necessitam gerenciar a aprendizagem para a renovação do conhecimento organizacional e, com isso, fortalecer a competitividade. Ela relaciona esta atividade à competência ou capacidade estratégica, que é aquela relacionada à capacidade para inovação da empresa. Para a autora, as

principais atividades no processo de inovação, que são estratégicas para a renovação do conhecimento, são aquelas relacionadas:

- ao compartilhamento da atividade de solução de problemas;
- à implantação e integração de novos processos e ferramentas, incluindo a experimentação e a prototipagem;
- à importação e absorção de conhecimento do ambiente externo à empresa; e
- à aprendizagem pela observação e interação com o mercado.

A autora considera que contribuem para o processo: os novos projetos para desenvolvimento de produtos, novos processos de produção, experimentação de todos os tipos, novas formas de acessar o conhecimento das fontes externas, a inteligência de mercado e os investimentos em novas plantas em outras localidades. Todas estas atividades são fontes contínuas de conhecimento organizacional.

Cabe salientar que o conhecimento organizacional não é o somatório dos conhecimentos individuais. De fato, a gestão do processo de aprendizagem organizacional, considerada como gestão do conhecimento, é complexa e difícil, envolvendo vários aspectos da história, cultura e valores da empresa e dos indivíduos (LEONARD, 1995).

Mesmo que a gestão do conhecimento não seja o foco desta tese, é importante abordar rapidamente o modelo de Nonaka e Takeuchi (1995), pois ele é utilizado por autores que elaboraram modelos para o entendimento do processo de construção de capacidade para inovação. Para os autores é possível distinguir dois tipos de conhecimento: o tácito e o explícito. O conhecimento tácito é aquele que resulta da experiência e formação profissional, entre outras atividades realizadas pelos indivíduos durante a vida. Já o conhecimento explícito ou codificado é aquele que está transcrito em manuais, relatórios e anotações, entre outros documentos. O entendimento deste conhecimento depende do conhecimento tácito acumulado.

Considerando as duas dimensões, Nonaka e Takeuchi (1995) observam que o conhecimento organizacional está relacionado à conversão e à interação entre o conhecimento tácito e o explícito. Para tanto, as formas de conversão e interação entre as duas dimensões são: socialização, externalização, combinação e internalização. A socialização acontece quando vários indivíduos compartilham conhecimento, habilidades técnicas e experiências por meio de conversas, observações e práticas, a exemplo do treinamento na produção ou da discussão informal sobre como resolver um problema. Esta forma possibilita o

compartilhamento do conhecimento tácito entre os indivíduos. Na sequência, a externalização resulta da transformação do conhecimento tácito em codificado, ou seja, após o compartilhamento entre os indivíduos do conhecimento tácito, o pensamento pode tomar a forma de conceitos, modelos, soluções e hipóteses, entre outros, que podem ser escritos, por exemplo, na forma de relatórios, notas e manuais. No entanto, o que é escrito nem sempre reflete exatamente o que foi pensado. Assim, novo processo de reflexão e diálogo é realizado para o aprimoramento e aperfeiçoamento do entendimento. A combinação é o processo de sistematização do conhecimento explícito pela combinação entre o novo e o que existe sobre o tema na empresa. Para tanto, o sistema de banco de dados e a troca de mensagem eletrônica poderá auxiliar no processo.

Finalmente, a internalização do conhecimento codificado, para que ele seja transformado em conhecimento tácito, envolve a prática do que foi escrito, ou seja, relaciona-se ao aprender-fazendo. Durante a prática, novas idéias e problemas podem surgir e exigir o compartilhamento de conhecimento tácito entre os indivíduos, iniciando novo processo de conversão e interação, aprimorando o conhecimento organizacional.

O modelo de Nonaka e Takeushi (1995) considera que o processo é espiral e está relacionado à dinâmica da inovação na empresa. A reflexão, o diálogo e a revisão dos conceitos e modelos existentes poderão resultar em inovações importantes para o futuro e para o fortalecimento da competitividade da empresa.

Considerando os estudos anteriores, Teece *et al.* (1997) desenvolveram um modelo que considera quatro aspectos para a construção de capacidade dinâmica pela empresa:

- mercado e capacidade estratégica;
- processo, posição e trajetória;
- processos organizacionais e de gestão; e
- possibilidade para replicar e imitar os processos organizacionais e as posições.

Com relação ao mercado e à capacidade estratégica, a questão chave é a identificação das bases e dos ativos sobre os quais as vantagens específicas e difíceis de replicar podem ser construídas. Para os autores, os ativos deixam de ser estratégicos quando eles são facilmente identificados, comprados e vendidos no mercado. Para a construção de ativos estratégicos, as empresas necessitam organizar e realizar as atividades de maneira a dificultar ou criar barreiras para a cópia e imitação por outras empresas. Essa construção

depende da capacidade estratégica que é relacionada com os processos, as posições e as trajetórias.

Os processos referem-se às maneiras como as atividades são executadas, ou seja, às rotinas, às práticas e às formas de aprendizagem. As posições são aquelas almeçadas pelas empresas com relação aos ativos tecnológicos, financeiros, localização ou posição no mercado, além daqueles complementares que são necessários para a produção e a logística, assim como assistência técnica e atendimento aos consumidores dos novos produtos e serviços. Considerando a história de cada empresa e as suas oportunidades tecnológicas, a trajetória é o caminho disponível e possível para que cada empresa alcance a posição desejada.

Quanto aos processos organizacionais e de gestão, Teece *et al.* (1997) explicam que a habilidade da empresa para coordenar as rotinas, organizando as informações, para a integração entre as experiências do usuário com as possíveis escolhas dos engenheiros de projetos e para a coordenação da produção e dos suprimentos necessários com os fornecedores, é um aspecto importante para a capacidade para inovação. De fato, essa habilidade está relacionada com as diferentes maneiras de combinar e integrar os processos e informações originadas das interações internas e externas, e com a habilidade para mudar e reconfigurar processos. Para os autores, os mecanismos e a gestão da aprendizagem são fundamentais para que tais habilidades sejam construídas e renovadas.

Os aspectos da diversificação de capacidade para inovação podem ser comuns a um grande número de empresas, porém as empresas que integram sistemas complexos (CoPS) possuem desafios adicionais. Hobday (1998), por exemplo, faz a distinção entre a produção em escala e de CoPS, ou seja, de produtos customizados, resultado de projetos construídos para atender necessidades específicas de clientes. Para o autor, as empresas que integram CoPS diferenciam-se pelos altos investimentos que fazem em P&D, pela pequena escala de produção e pela estreita colaboração com os clientes e os fornecedores, além de outras organizações. Essas empresas confrontam-se com vários riscos originados da combinação entre as mudanças nos marcos regulatórios, no comportamento dos mercados e evolução das tecnologias, os quais têm impacto nos sistemas que são integrados e, conseqüentemente, no produto final (HOBDAY, 1998; BRUSONI e PRENCIPE, 1999).

Importante para a empresa que integra CoPS é a coordenação do processo de inovação e a complexidade tecnológica e organizacional do produto final e/ou projeto. Para tanto, a empresa precisa administrar contratos com fornecedores, além daqueles com

instituições de ciência e tecnologia (ICT), para todas as etapas do ciclo de vida do produto final, visando auxiliar na redução dos custos e riscos do projeto. A gestão de projetos pelas empresas que integram CoPS envolve acordos e concordância para a divisão do produto final em sistemas e componentes, que podem também incorporar tecnologias complexas. Além disso, as tarefas são divididas, tornando-se fundamental a gestão desta divisão e da sua integração entre as áreas da empresa, tais como desenvolvimento do projeto, desenho industrial, marketing, financeiro, fornecimento ou compras, prototipagem, produção, entrega e assistência técnica.

Segundo Hobday (1998):

...Underlying some of the features of CoPS coordination is the need of multi-
 ?rm ex-ante agreement on complex technological tasks, throughout the
 stages of design, development and manufacture. The need for administered
 cross-?rm coordination is the consequence of both the complex nature of
 CoPS artifacts and the particular institutional features of CoPS markets.
 (HOBDAY, 1998, p. 1)

Cabe salientar que a literatura revisada até o momento tem por unidade de análise, em geral, as grandes empresas. Entretanto, o comportamento das pequenas e médias empresas (PMEs) pode ser diferente das grandes empresas. Em geral, as primeiras são empresas mais frágeis, mais enxutas e, ao mesmo tempo, são mais flexíveis para o desenvolvimento de inovações. Para Boter e Holmquist (1996), as pequenas empresas são organizações enxutas e possuem poucos colaboradores e/ou funcionários, que podem ser os próprios proprietários, os quais realizam as atividades de produção, P&D, marketing, finanças, contabilidade e recursos humanos, entre outras; atividades estas, muitas vezes, integradas. Como as pequenas empresas são constituídas por poucas pessoas, o nível educacional e a experiência delas podem explicar as suas culturas e ações. Os autores categorizam as pequenas empresas em dois tipos: convencionais e inovadoras. As empresas convencionais são orientadas para a produção e são, geralmente, de propriedade familiar. O foco na engenharia de produção é a principal estratégia para que este tipo de pequena empresa se mantenha no mercado. Para Boter e Holmquist (1996), as empresas convencionais operam com tecnologias que podem ser facilmente compradas no mercado. Já as inovadoras são aquelas que desenvolvem novos produtos ou servem de intermediárias entre organizações de pesquisa e os usuários finais da inovação. Os colaboradores destas pequenas empresas possuem um contato muito próximo com pesquisadores e empresas que estão próximas de tecnologias no estado da arte da indústria. Os autores observam que, em qualquer um dos casos, a diversificação das empresas poderá relacionar-se com a internacionalização e a busca por novos mercados.

Comum entre os tipos e estratégias de diversificação pelas PMEs é a necessidade de complementar os esforços internos de aprendizagem pela interação com as instituições de ciência e tecnologia que as cercam, com os clientes e os fornecedores (BOTER e HOLMIQUIST, 1996; ROMIJN e ALBALADEJO, 2002; LASTRES *et al.*, 2003). Outro fator comum na literatura é a importância das políticas governamentais de suporte ao desenvolvimento de empresas deste porte.

A capacidade para inovação não subsiste somente com os esforços internos, ainda que estes sejam fundamentais. A capacidade para inovação resulta, então, da combinação entre a aprendizagem de fontes internas e externas, compreendendo “o conhecimento e habilidade empresarial para escolher, instalar, operar, manter, adaptar, melhorar e desenvolver tecnologias” (ROMIJN e ALBALADEJO, 2002, p. 1054).

As PMEs inovadoras precisam, assim, ter capacidade para absorver conhecimento, dominá-lo, desenvolvê-lo e utilizá-lo para criar novas tecnologias. Essa capacidade origina-se das fontes internas e das fontes externas, sendo que as primeiras estão alicerçadas na educação e experiência profissional dos fundadores e gerentes, na qualificação técnica dos colaboradores e nos esforços internos para melhorar a tecnologia, enquanto as fontes externas relacionam-se com a intensidade da participação em redes, as vantagens da proximidade dos outros participantes na rede e o recebimento de suporte institucional de organizações setoriais e/ou governo (LASTRES *et al.*, 2003).

Em resumo, a diversificação da capacidade para inovação relaciona-se às atividades dinâmicas de construção e renovação de competências para geração de novos produtos, processos e serviços. As atividades dinâmicas são aquelas relacionadas à gestão de recursos intangíveis, relações externas e investimentos. Os recursos intangíveis são, freqüentemente, associados à base de conhecimento da empresa. A gestão da aquisição e renovação desta base de conhecimento, que ocorre a partir da aprendizagem individual e organizacional com impacto na geração de mudanças tecnológicas e organizacionais, resulta na capacidade de absorção. Assim, a capacidade para inovação está associada à própria capacidade de absorção.

Finalmente, a revisão dos diferentes estudos sobre o desenvolvimento da capacidade para inovação indica que, assim como o conceito de inovação, houve uma evolução no entendimento dessa capacidade daquela com foco exclusivo no tecnológico (produto e produção) para incorporar outros aspectos que são estratégicos para a competitividade das

empresas, tais como àqueles organizacionais. Essa evolução levou a utilização do termo “capacidade para inovação”, em substituição ao termo “capacidade tecnológica”.

2.3 FATORES ESTRATÉGICOS QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO

Em geral, a literatura sobre a gestão da inovação considera a construção e a diversificação de capacidade para inovação a partir dos esforços empresariais para aprendizagem tecnológica e organizacional. O processo de aprendizagem é uma atividade cara, que envolve diversos mecanismos e motivações, além de ser dependente do conhecimento previamente adquirido, daquele incorporado pela empresa e da maneira como ela apropria-se das oportunidades e informações advindas das relações com o ambiente externo. Por isso, a aprendizagem é considerada como um fator interno que poderá influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação.

Considerando a aprendizagem como fator interno, elemento essencial no desenvolvimento desta capacidade pelas empresas, os outros fatores são externos, tais como as relações interfirmas e os programas governamentais, os quais são elementos integrantes do sistema de inovação setorial. As próximas subseções examinam esses dois fatores.

2.3.1 Fatores internos à empresa

Existe uma extensa literatura sobre os fatores internos à empresa que impactam no desenvolvimento da capacidade para inovação, como a aprendizagem, comportamento da liderança corporativa e atividades para construção e renovação da base de conhecimento, entre outros, explicados em Figueiredo (2003). Esta seção limitar-se-á àqueles trabalhos relacionados aos diferentes mecanismos de aprendizagem e às fontes de conhecimento necessárias, considerados a partir do exame da literatura sobre desenvolvimento da capacidade para inovação em empresas descrita anteriormente. O foco justifica-se pela pertinência desses estudos para o entendimento de um dos objetivos centrais desta tese, que é

examinar os fatores estratégicos que influenciam o desenvolvimento da capacidade para inovação em pequenas e médias empresas fornecedoras para aeronaves comerciais.

A literatura sobre inovação considera que a aprendizagem pode ocorrer de diversas formas e é o principal recurso necessário para a construção da capacidade para inovação, sendo a base para o desenvolvimento de competências e renovação do conhecimento organizacional (BELL, 1984; MALERBA, 1992). Entre uma miríade de mecanismos, Bell (1984) analisa a aprendizagem que é, usualmente, associada a dois tipos de esforços empresariais. Primeiro, à aprendizagem passiva, ou seja, aquela que é resultado do fazer (*learning-by-doing*), da prática, da experiência e da utilização dos conhecimentos técnicos existentes na empresa. Segundo, à aprendizagem ativa, ou seja, aquela que é o resultado das atividades de solução de problemas e busca por oportunidades para inovação em produtos, processos, máquinas, equipamentos e técnicas de produção, entre outros, e que exige investimentos na aquisição, apreensão e utilização de conhecimento externo, que impactam no “aumento” ou “renovação” da base de conhecimento da empresa.

Exemplos desses mecanismos são: recrutamento e treinamento de pessoas, atividades de P&D, engenharia, colaboração com organizações de pesquisa, entre outros. Por isso, a aprendizagem ativa é considerada por Bell (1984, p. 189) como associada aos investimentos e esforços realizados pelas empresas para “aumentar a capacidade para gerenciar o desenvolvimento tecnológico e a implantação da mudança tecnológica [ou inovação]”.

Além dos mecanismos para aprendizagem identificados acima, Malerba (1992) ressalta que as empresas podem, ainda, aprender pelos avanços em C&T, pela interação e pela pesquisa. O autor destaca que os diversos tipos de aprendizagem podem estar interrelacionados e, por isso, difíceis de serem identificados isoladamente. Uma das maneiras para a identificação dos mesmos é a análise das fontes de conhecimento e do local da inovação.

Por isso, as fontes de conhecimento podem ser separadas em internas e externas à empresa. As internas estão diretamente ligadas às atividades de produção, desenho industrial, engenharia, P&D, organização e marketing. Já as fontes de conhecimento externas estão relacionadas à interação com outras empresas do setor, fornecedores e clientes, ou com as instituições de pesquisa, incluindo as informações sobre os avanços científicos e tecnológicos. Torna-se importante ressaltar que Malerba (1992) considera os resultados da aprendizagem como inovações incrementais e localizadas, pois a maior parte dos novos produtos e processos

é gerada a partir de produtos e processos existentes. Essas inovações são, de fato, construídas a partir do conhecimento existente, renovado pela e dentro da empresa.

Outros estudos utilizam modelos estatísticos e matemáticos para medir as taxas de aprendizagem tecnológica, explicar a produtividade e explicar a vantagem competitiva das empresas e setores da economia (MARENGO, 1992; FRISCHTAK, 1992). Para Marengo (1992), a mensuração da aprendizagem é associada a uma “regra de ação condicionada” – *condition-action rule* – quando o conhecimento sobre o ambiente condiciona a ação. Tal mensuração é o resultado da relação entre as horas de trabalho e o volume produzido em um período determinado (*output/tempo*). Já Frischtak (1992) mede a aprendizagem pelo resultado da aquisição de habilidades e conhecimentos, considerados a partir do planejamento, organização da produção, introdução de técnicas e utilização de ferramentas mais avançadas.

Dando continuidade aos estudos anteriores, Kim (1997) considera que a aprendizagem envolve ciclos de aquisição-assimilação-melhoria de tecnologias estrangeiras até a geração de tecnologia própria, no caso de empresas em países em desenvolvimento. Esse processo contempla esforços ativos que ocorrem, por exemplo, por meio das atividades de engenharia reversa e P&D. Cada estágio no ciclo está associado a mecanismos e processos distintos, bem como a níveis diferenciados de capacidade para inovação: a aprendizagem pelo fazer contribui para a melhoria na capacidade rotineira, enquanto a aprendizagem pela P&D contribui para a aquisição e o domínio de capacidade para inovação avançada.

Cabe destacar que, para Benkard (1999), a aprendizagem comporta, também, uma dimensão importante que se refere ao “esquecimento organizacional”, pois as experiências perdem seu valor com o tempo. Algumas competências e conhecimentos são utilizados no processo de inovação, mas nem todas, por exemplo, são transferidas de um produto antigo para um novo. Para o autor, a aprendizagem e a “desaprendizagem” contínua são, portanto, condições necessárias para o desenvolvimento da capacidade para inovação.

Cabe destacar que as características setoriais têm papel importante na identificação dos fatores relacionados aos mecanismos de aprendizagem pelas empresas. Neste sentido, Ariffin (2000), a partir do exame do caso das empresas exportadoras de eletrônicos da Malásia, identificou os seguintes fatores, que são parte das características setoriais que impactam a construção de capacidade para inovação: tipo de produto, orientação para a exportação, nível de automação da operação/produção, estrutura da tomada de decisão e controle. A autora conclui que as empresas construíram capacidade para inovação pela interação com multinacionais, que exigiram mudanças para tecnologias mais complexas de

produto, organização e produção. Segundo Ariffin (2000), a exigência de mudanças foi mandatória para que algumas empresas locais investissem, formalmente, na aprendizagem tecnológica, o que fez com que elas desenvolvessem competitividade internacional.

Além do setor empresarial, tem relevância, também, o porte das empresas. Neste sentido, as PMEs devem ser tratadas de maneira distinta das grandes empresas, como explicado anteriormente. De fato, a habilidade das PMEs para adquirir conhecimento tecnológico influencia positivamente o desenvolvimento de capacidade para inovação (BOTER e HOLMQUIST, 1996; LEFEBVRE e LEFEBVRE, 1998; ROMIJN e ALBALADEJO, 2002).

Sendo assim, os esforços internos de aprendizagem (tais como treinamento e P&D) e as relações externas influenciam diretamente na capacidade para inovação das PMEs. Segundo Romijn e Albaladejo (2002), geralmente, a aprendizagem ocorre em tais empresas durante o processo de solução de problemas e/ou geração de inovações, por meio de relações informais entre o proprietário, diretor, gerente ou funcionário e os funcionários dos clientes, fornecedores e/ou pesquisadores das instituições de pesquisa ou universidades onde eles estudaram. Além disso, as relações formais, que se estabelecem por meio da participação em programas governamentais ou do apoio das associações industriais, podem auxiliar as PMEs no seu desenvolvimento (LASTRES *et al.* 2003).

De qualquer maneira os mecanismos de aprendizagem utilizados pelas PMEs podem ser estudados a partir do entendimento desses mecanismos em grandes empresas. Portanto, cabe destacar aqui o trabalho detalhado de Figueiredo (2003), em que o autor, baseado em Nonaka e Takeushi (1995) e Leonard (1995), estuda a aprendizagem que ocorre no processo de aquisição e conversão de conhecimento em duas grandes empresas, para o qual existem quatro mecanismos: aquisição de conhecimento externo, aquisição de conhecimento interno, socialização e codificação do conhecimento. Os diferentes mecanismos foram observados com relação à variedade, à intensidade da utilização e ao funcionamento. Figueiredo (2003) conclui que, quando a empresa muda de um nível de capacidade tecnológica para outro, ocorre uma mudança deliberada nos mecanismos de aprendizagem. O tempo para o desenvolvimento da capacidade para inovação dependerá da rapidez com que a empresa muda do mecanismo de aquisição (interna e externa) e converte o conhecimento adquirido (socialização e codificação), transformando-o em conhecimento organizacional.

Cabe destacar que o conjunto dos estudos examinados acima valoriza o investimento ativo em aprendizagem como fator que influencia a construção de capacidade

para inovação. Essa questão se reveste de uma importância específica no caso brasileiro. Sustentam alguns autores, como Costa e Queiroz (2002), que a indústria em geral realiza baixos investimentos em aprendizagem por meio das atividades de P&D e, por isso, a construção de capacidade para inovação pouco avançou nos últimos anos no Brasil. O argumento é que a maior parte da indústria brasileira ainda tem baixa capacidade para geração de tecnologias próprias, pois investem mais na adaptação e imitação de tecnologias estrangeiras. Os casos existentes de empresas com maiores investimentos em atividades de P&D são das grandes empresas que constroem capacidade para inovação avançada e estão entre as primeiras colocadas no mercado mundial em seu ramo de atuação (FRISCHTAK, 1992; FRISCHTAK, 1994; FIGUEIREDO, 2003; DE NEGRI e SALERNO, 2005).

Outro aspecto importante sobre os esforços para aprendizagem no Brasil diz respeito aos resultados dos estudos realizados pela Rede de Pesquisas em Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist) (LASTRES *et al.*, 2003). Um dos resultados importantes desses estudos, para o entendimento dos fatores internos que estimulam a construção de capacidade para inovação em PMEs brasileiras, é a competência empresarial em aprender pela interação em sistemas locais. Neste sentido, Campos *et al.* (2003) consideram que a dinâmica localizada dos processos para inovação em PMEs é caracterizada pela aprendizagem interativa que ocorre em sistemas locais de inovação. Para os autores, esse tipo de aprendizagem pode assumir formas diversas conforme as relações estabelecidas com outras empresas e organizações. Campos *et al.* (2003) comparam o caso de um sistema local do setor têxtil e confecções com o sistema local do setor de *software*. Eles concluem que os

processos de aprendizagem por interação nas pequenas empresas decorrem de relações de compra e venda e a absorção de informações relevante para a capacitação tecnológica é complementar e responde às questões típicas dos processos competitivos que predominam no sistema. (CAMPOS *et al.*, 2003, p. 63)

Neste caso, os esforços e investimentos em aprendizagem para a construção de capacidade é debilitado pela falta de condições para financiamento e pela atitude passiva dos proprietários e colaboradores com relação às pressões do mercado.

Cabe destacar a importância da aquisição e conversão do conhecimento de fontes diversas para a aprendizagem pelas PMEs. A pesquisa sobre o desenvolvimento dessas empresas na Irlanda, relatada por Arnold *et al.* (2004), indica que a capacidade de absorção (COHEN e LEVINTHAL, 1990) de novas tecnologias, em regiões com grande dinamismo inovador, é uma condição importante para o crescimento de empresas desse porte. Tal

argumento é baseado na opinião de que um montante considerável do conhecimento, que essas empresas utilizam para inovar, é adquirido do ambiente externo. Os pesquisadores concluem que o desenvolvimento da capacidade para inovação pelas PMEs requer uma atitude pró-ativa para reduzir a incerteza da inovação, gerenciar a conversão do conhecimento tácito em codificado (desenvolver processos de aprendizagem), desenvolver recursos humanos, aumentar as redes de relacionamento, melhorar a gestão organizacional.

O Quadro 2, abaixo, apresenta o resumo dos tipos de aprendizagem examinados, bem como seus mecanismos. No total, identificam-se 15 tipos de aprendizagem que correspondem a diversos mecanismos tais como: treinamento, atividades de solução de problemas e atividades de P&D. De fato, as empresas estão sempre aprendendo.

Tipos de Aprendizagem		Mecanismos	Autores
Passiva	Pelo fazer ou prática	experiência e prática com a produção	Bell (1984) e Malerba (1992)
	Pela aquisição de conhecimento interno	aquisição pelos colaboradores de conhecimentos dentro da empresa	Figueiredo (2003)
	Pela codificação do conhecimento	atividade para a transformação do conhecimento socializado entre os colaboradores, que é tácito, em codificado, que é expresso nos manuais e documentos da empresa	Figueiredo (2003)
Ativa	Pela busca	investimentos e esforços na busca por conhecimento e informações para a inovação	Bell (1984)
	Pelo uso	uso do produto, informação dos clientes ao fornecedor sobre os problemas e as necessidades de melhorias	Malerba (1992)
Ativa	Com os avanços em C&T	busca por conhecimentos sobre as novidades nas pesquisas em C&T e incorporação/absorção pela empresa	Malerba (1992)
	Pela interação	intercâmbio de informações e solução de problemas conjunto com fornecedores, clientes, outras empresas ou organizações de pesquisa, entre outras fontes de conhecimento, ou seja, nas relações sociais; pela necessidade de adequação às exigências das empresas multinacionais para permanecer fornecendo e / ou agregar valor	Malerba (1992), Ariffin (2000), Campos <i>et al.</i> (2003) e Arnold <i>et al.</i> (2004)
	Pela pesquisa	esforços e atividades internas formais para a geração de novos conhecimentos, tais	Malerba (1992) Kim (1997)

Tipos de Aprendizagem	Mecanismos	Autores
	como as atividades de desenho industrial, engenharia e P&D	
Pelos esforços para melhorar a produtividade	relacionado aos investimentos na ampliação de capacidade produtiva, P&D, melhoria contínua e treinamento de funcionários, entre outros	Marengo (1992)
Pelo planejamento e organização da produção	esforço para planejar e organizar a produção de maneira a torná-la mais eficiente e eficaz	Frischtak (1992)
Pela introdução de técnicas de produção e ferramentas mais avançadas	atividade de implantação de novas tecnologias, tais como treinamento, investimento e mudanças organizacionais que incentivam o avanço tecnológico	Frischtak (1992)
Pela engenharia reversa	esforços para imitar e copiar tecnologias externas / estrangeiras	Kim (1997)
Pelas relações informais com clientes, fornecedores e universidades	troca de experiências e informações para solução de problemas e desenvolvimento de inovações	Romijn e Albaladejo (2002)
Pela aquisição de conhecimento externo	atividades dos colaboradores para busca e aquisição de conhecimentos de fora da empresa	Figueiredo (2003)
Pela socialização	atividades entre os colaboradores dentro da empresa para o compartilhamento do saber	Figueiredo (2003)

Quadro 2 – Resumo dos Tipos de Aprendizagem e Mecanismos

Fonte: elaborado a partir da revisão da literatura.

Finalmente, Rosenbusch *et al.* (2010) estudam a relação entre inovação e o desempenho na competitividade de PMEs, bem como os fatores que influenciam tal desempenho. Os resultados das análises realizadas mostram que o foco nos esforços internos para aprendizagem e inovação tem maior impacto neste desempenho das PMEs que o foco nas colaborações externas e em redes. Os autores concluem que o desenvolvimento interno dos esforços para inovações aumenta “significativamente” o desempenho competitivo das PMEs. Eles explicam que os projetos para inovação são aqueles com esforços complexos e arriscados que podem ser “substancialmente” complicados quando realizados com parceiros externos, aumentando o prazo do projeto e os custos de transação, tais como aqueles relacionados aos esforços de proteção intelectual, coordenação ou supervisão das atividades.

Concluindo, os esforços internos para inovação podem acelerar o processo de desenvolvimento da capacidade para inovação (ROSENBUSCH *et al.*, 2010).

2.3.2 Fatores externos à empresa

Basicamente, a literatura sobre a influência do ambiente externo no desenvolvimento da capacidade para inovação pode ser dividida em duas: relações interfirmas e, em sentido mais amplo, sistema de inovação. De fato, o sistema de inovação inclui todos os aspectos inerentes às relações interfirmas e aos programas governamentais, entre outros, que podem influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação. Entretanto, esta divisão da seção tem por objetivo facilitar a organização da literatura.

2.3.2.1 Relações interfirmas

As relações interfirmas podem apresentar diversas formas. Dentre elas, é possível destacar a relação cliente-fornecedor, a relação pela proximidade (*cluster*) e a cadeia de valor. Especialmente relevante para o estudo das PMEs fornecedoras para CoPS é a literatura sobre cadeia de valor (QUADROS *et al.*, 2009), pois ela permite um entendimento melhor a respeito da influência da empresa âncora, ou empresa integradora, nas demais empresas da cadeia, a partir da relação de governança que se estabelece entre elas. A outra forma de relação interfirma que pode ter impacto no desenvolvimento da capacidade para inovação é a aliança estratégica (BALBINOT e MARQUES, 2009). Apesar da reconhecida influência das alianças estratégicas entre empresas para o tema da inovação, optou-se, aqui, por utilizar aquelas outras formas de relações que tratam das diversas maneiras nas quais as cadeias produtivas se organizam e se comportam e que foram citadas acima pela sua relevância para o objeto deste estudo, ou seja, PMEs fornecedoras de produtos que não são CoPS para empresas que integram CoPS.

Sendo assim, esta seção examinará aspectos gerais que são relevantes para o entendimento das relações interfirmas em cadeias produtivas ou arranjos locais, e aprofundar-se-á a literatura que trata sobre cadeia de valor.

Relação Cliente-Fornecedor

Regra geral, o desenvolvimento de capacidade para inovação por empresas localizadas em países em desenvolvimento é associado à aprendizagem de tecnologias que são compradas, licenciadas ou copiadas de empresas estrangeiras (SERCOVITCH, 1988; HOBDAV, 1995; KIM, 1997; KATZ e KOSACOFF, 1998). A aprendizagem acontece, nesse caso, pela interação entre clientes e fornecedores. As formas de interação são diversas e variam da assistência técnica, soluções de problemas para a implantação, manuais e documentos, serviços de engenharia, serviços técnicos, administração de projetos e supervisão técnica até a simples transferência de informações em contratos ou ordens de serviço.

Quando ocorre transferência de tecnologia, o compartilhamento de conhecimento para a solução de problemas, oriundo das necessidades de adaptação dessas tecnologias às condições locais, poderá contribuir para a aquisição de novo conhecimento pela empresa. A renovação na base do conhecimento, bem como nas atividades internas para o gerenciamento, implantação e difusão da nova tecnologia, poderá influenciar o desenvolvimento de capacidade para inovação (SERCOVITCH, 1988).

É importante salientar que os esforços internos de aprendizagem realizados pelas empresas, como examinados na seção anterior, têm impacto na forma como a relação cliente-fornecedor é estabelecida. As empresas que possuem processos ativos de aprendizagem irão, possivelmente, estabelecer relações mais intensivas em conhecimento e poderão desenvolver, por exemplo, projetos em conjunto. Já aquelas empresas que possuem processos de aprendizagem passivos poderão estabelecer relações mais intensivas em aquisição, do tipo compra e venda (ARIFFIN, 2000).

Tendo como exemplo a indústria de eletrônicos da Malásia, Ariffin (2000) observa que os processos de aprendizagem interfirmas estão vinculados ao tipo de relação estabelecida entre as empresas, ou seja, se apenas compra-e-venda (mercadológica), ou orientada para a geração de conhecimento (solução conjunta de problemas, desenvolvimento conjunto de projetos ou P&D cooperativo). As relações essencialmente mercadológicas facilitam as melhorias nos produtos e processos, mas contribuem pouco para a transformação

da capacidade produtiva rotineira em capacidade para inovação. Já as relações orientadas para a geração de conhecimento auxiliam no desenvolvimento da capacidade para inovação.

A relação cliente-fornecedor é, também, examinada a partir do entendimento dos processos envolvidos nas cadeias produtivas integradas do setor automotivo. Segundo Zawislak *et al.* (2006):

Este processo, que mantém o desmembramento das mais diversas atividades produtivas, exige, diferentemente de cadeias tradicionais, um elevado grau de envolvimento das partes, bem como um domínio mais complexo dos respectivos fluxos de informação e materiais.[. . .] O que, a princípio, se apresenta como parte integrante do processo produtivo de uma única empresa, passa a ser um sistema de diferentes atividades (sejam elas serviços ou manufaturas - commodities, bens de capital e produtos específicos), executadas por diferentes empresas, coordenadas, por intermédio de relações que, mesmo sem perder o caráter comercial, estão baseadas no entrelaçamento (além das relações de mercado) de diferentes funções organizacionais. (ZAWISLAK *et al.*, 2006, p. 3)

Esses autores consideram que relacionados à estratégia, às operações e aos desenvolvimentos necessários à agregação de valor, pela empresa fornecedora na cadeia, estão a uniformização dos sistemas de qualidade, padrões tecnológicos e regras de funcionamento da gestão logística. Além disto, as fornecedoras necessitam investir, cada vez mais, na sua capacitação para responder à dinâmica da evolução tecnológica e do mercado, de maneira a corresponder às exigências das clientes e, até mesmo, antecipar necessidades. Para tanto, Zawislak *et al.* (2006) consideram que se torna fundamental o estabelecimento da confiança e da cooperação entre cliente e fornecedor ao longo da cadeia.

Cabe destacar que o desenvolvimento conjunto de projetos é cada vez mais importante para o estabelecimento de relações mais duradouras, com o envolvimento de fornecedores desde o estágio inicial de desenvolvimento de produto e processo (ZAWISLAK *et al.*, 2006). O “olhar” da cadeia produtiva passa, assim, daquele meramente comercial, examinado pelos fluxos de produtos e serviços, àquele que contempla os fluxos de informações e conhecimentos necessários à complementaridade de esforços para o desenvolvimento de futuros produtos e processos, além de mercados.

Outro ramo da literatura estuda a gestão da cadeia de suprimentos para o entendimento de uma série de aspectos das relações cliente-fornecedor relacionados aos antecedentes, atividades centrais e conseqüências da relação para as empresas e para a cadeia. Teixeira e Lacerda (2009) revisaram 150 artigos publicados em periódicos internacionais na área de gestão, considerando a qualidade e a relevância dos mesmos. Segundo os autores

existe uma variedade de conceitos e objetos estudados para o entendimento de tal assunto. Esses autores concluem que o conceito que melhor contempla os aspectos acima elencados, enquanto auxilia na delimitação da cadeia de suprimentos, é aquele que considera a mesma a partir da

coordenação sistemática e estratégica das funções gerenciais tradicionais e das táticas entre elas dentro de uma empresa e, entre empresas, dentro da cadeia de suprimentos, para melhoria do desempenho de longo prazo das empresas separadamente e da cadeia como um todo. (MENTZER *et al.*, 2001, *apud* TEIXEIRA e LACERDA, 2009, p. 3)

O modelo teórico de Teixeira e Lacerda (2009), adaptado de Mentzer *et al.* (2001), considera as variáveis de orientação da empresa (visão sistêmica e visão estratégica) e os antecedentes que influenciam essa orientação, tais como confiança, comprometimento, interdependência, compatibilidade organizacional, processos-chave, liderança e suporte da direção, entre outros. A orientação da empresa está relacionada à gestão da cadeia de suprimentos, na qual:

- três ou mais empresas compartilham da mesma orientação;
- existe coordenação;
- existe troca de informações;
- ocorre o compartilhamento de riscos e prêmios; e
- é estabelecido objetivo e foco comuns, relacionamento de longo prazo e integração de processos-chave, entre outros.

É importante considerar que esse modelo trata do compartilhamento da gestão da cadeia de suprimentos e, por isso, as conseqüências esperadas estão relacionadas à redução de custos, melhoria no desempenho das empresas envolvidas na gestão e maior satisfação e valor auferidos pelos clientes (TEIXEIRA e LACERDA, 2009). No entanto, os artigos examinados pelos autores não tratam da influência das relações identificadas na cadeia de suprimentos no desenvolvimento da capacidade para inovação por PMEs que participam da mesma.

Cluster

As relações construídas pela proximidade geográfica, ou *cluster*, podem servir de incentivo para a troca de informações interfirmas, bem como a difusão e desenvolvimento de conhecimento sobre novas tecnologias. A literatura sobre esse tema examina a influência das relações no processo de mudança nas atividades que a empresa realiza, por exemplo, da

simples produção para desenho industrial, gestão de projetos, gestão logística e construção de marcas próprias, entre outras. Nesse sentido, essa literatura pode contribuir para o entendimento da influência, e comportamento, das relações interfirmas no desenvolvimento da capacidade para inovação.

A proximidade geográfica entre empresas, quando existe a difusão de tecnologias e conhecimento, pode estimular mudanças tecnológicas nos produtos, na organização e na produção. Neste sentido, a interação entre as empresas de um *cluster* é importante para a disseminação de novas tecnologias de gestão, enquanto a qualidade das relações entre compradores e fornecedores influencia as mudanças na produção e na capacidade para inovação (SCHMITZ, 1995; RABELLOTTI, 1995). A qualidade das relações pode ser entendida a partir dos efeitos que elas têm na geração, implantação e difusão de inovações, tanto tecnológicas quanto organizacionais, pela empresa.

Outros estudos sobre *clusters* alertam para o fato de que as empresas podem, eventualmente, ficar “fechadas” (*locked-in*) no próprio aglomerado. Neste sentido, as relações com empresas externas, tais como as empresas estrangeiras, podem ter papel mais importante para o desenvolvimento de uma empresa específica (KNORRINGA, 1999; BELL e ALBU, 1999; CANIELS e ROMIJN, 2001; BERRY, RODRIGUEZ e SANDEE, 2002). Tais estudos concluem que outras análises deveriam considerar os “fluxos de conhecimento” (ao invés de somente os “fluxos de produção”), mecanismos e processos de aprendizagem por interação, bem como as influências das relações com empresas estrangeiras na acumulação da capacidade para inovação por empresas locais.

Cabe destacar, aqui, os resultados dos estudos da RedeSist (LASTRES *et al.*, 2003) que se baseiam na premissa da necessidade do estímulo a diferentes formas de aprendizagem e interação entre agentes em um *cluster*, arranjo produtivo local ou sistema local de produção e inovação, para a promoção e geração local de produtos e serviços mais sofisticados e não somente pelas relações com empresas estrangeiras ou participação em cadeias globais. Para os autores, os

arranjos produtivos locais são aglomerações territoriais de agentes econômicos, políticos e sociais – com foco em um conjunto específico de atividades econômicas – que apresentam vínculos mesmo que incipientes. Geralmente envolvem a participação e interação de empresas – que podem ser desde produtoras de bens e serviços finais até fornecedoras de insumos e equipamentos, prestadoras de consultoria e serviços, comercializadoras, clientes, entre outros – e suas variadas formas de representação e associação. Incluem também diversas outras instituições públicas e privadas voltadas para: formação e capacitação de recursos humanos (como escolas técnicas e

universidades); pesquisa, desenvolvimento e engenharia; política, promoção e financiamento. (LASTRES *et al.*, 2003, p. 27)

O foco desses estudos (LASTRES *et al.*, 2003) está no entendimento do comportamento das micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) localizadas em arranjos ou sistemas que assumem diferentes formatos e características, o que possibilitou o exame das diferentes proposições de políticas para o desenvolvimento de empresas destes portes. Deve-se salientar que as MPMEs são consideradas como importantes para a modernização produtiva e geração e difusão de novas tecnologias, sistemas e formatos organizacionais, por serem mais flexíveis e menos comprometidas com as tecnologias existentes, em relação às grandes empresas. Além disso, tais empresas são entendidas como elementos dinamizadores da economia quando ocorrem as crises econômicas, pois seu desenvolvimento poderá gerar soluções cuja importância social compensará os impactos negativos daquele momento. Assim, uma das políticas utilizadas para o desenvolvimento das MPMEs é o apoio às aglomerações produtivas territoriais, com o objetivo de tratar o coletivo destas empresas.

Entretanto, Giuliani e Bell (2005) argumentam que a proximidade geográfica não tem impacto, necessariamente, na dinâmica da inovação. Para esses autores, o conceito de *cluster* refere-se às “aglomerações geográficas de atividades econômicas, cujas empresas operam nos mesmos setores ou em setores relacionados” (GIULIANI e BELL, 2005, p. 47). Nestes casos, a dinâmica do *cluster* dependerá da capacidade de absorção das empresas que estão estabelecidas naquele local. Essa capacidade é medida pela qualificação dos trabalhadores e pelos esforços internos para aprendizagem, seguindo o conceito de Cohen e Levinthal (1990). Para tanto, Giuliani e Bell (2005) examinam a relação entre:

- fluxos de conhecimento interfirmas;
- fluxos de conhecimento entre as empresas do *cluster* e as estrangeiras;
- capacidade de absorção das empresas aglomeradas;
- funcionamento do sistema de conhecimento intra-*cluster*; e
- relações extra-*cluster*.

Os autores constatam que o fluxo de conhecimento inter ou intra-*cluster* acontece, essencialmente, entre empresas com capacidade semelhante para inovar ou avançada, sendo observados diversos mecanismos e comportamentos de aprendizagem. Eles concluem que as empresas com melhor qualificação, que investem ativamente em aprendizagem, são aquelas que possuem melhores condições para estabelecer relações com empresas de fora do *cluster*.

Os resultados de Giuliani e Bell (2005) mostram que as comunidades sociais, construídas por funcionários com graduação e formação técnica semelhante, são importantes formas de relações intra-*cluster*. Os colaboradores possuem a mesma linguagem e dividem conhecimento, acelerando a difusão e a geração de conhecimento tecnológico no *cluster*. Os autores observam, também, que existe uma grande variedade no comportamento empresarial: isolamento total de empresas com outras empresas de dentro e fora do *cluster*, forte interação entre elas, relacionamento somente com empresas de fora do *cluster* e relacionamento com empresas de fora e de dentro do *cluster*. Essa diversidade no comportamento foi acompanhada pela variedade nas formas de aprendizagem observadas nas empresas. Por isso, o *cluster* é

um espaço cognitivo e econômico complexo, onde as empresas estabelecem relações que não são, simplesmente, devido à proximidade espacial, mas em formatos que são moldados pelas bases de conhecimento existentes. (GIULIANI e BELL, 2005, p. 64)

Cabe salientar que esses autores observam que a empresa com melhor capacidade de absorção não é, necessariamente, a empresa que tem melhor dinâmica nas relações intra-*cluster*. O resultado do estudo de Giuliani e Bell (2005) mostra que foi um grupo de pequenas empresas dinâmicas na aquisição e geração de conhecimentos novos que difundiu rapidamente as informações sobre as novas tecnologias e influenciou o desempenho do *cluster*.

Cadeia de Valor

A literatura que se refere à cadeia de valor baseia-se nos estudos sobre *clusters*, permitindo o avanço no entendimento a respeito do processo de mudança no posicionamento de empresas em cadeias produtivas internacionalizadas e a evolução na capacidade da mesma quanto a agregação de valor na cadeia. Especificamente, autores como Rabellotti (1995), Schmitz (2004) e Bazan e Navas-Alemán (2004) analisam como a participação em cadeias globalizadas influencia a empresa local na agregação de valor pelo desenvolvimento e evolução nas atividades realizadas. O termo “desenvolvimento” é utilizado para denotar a melhoria na eficiência de processos e em tecnologias de produto, bem como em atividades funcionais, tais como manufatura, desenho industrial, projeto e marketing, entre outras. Após a descrição dos diferentes níveis ou fluxos de produtos na cadeia produtiva, os autores observam que as atividades com maior valor agregado, por exemplo, o desenho industrial,

marca (ou *branding*) e canais de distribuição, são difíceis de serem construídas, exigindo investimentos e competências específicas que dependem das características do mercado.

A análise da agregação de valor por empresas localizadas em países em desenvolvimento indica duas possibilidades. Por um lado, a empresa âncora que exerce a governança da cadeia de valor, muitas vezes estrangeira, pode influenciar positivamente a melhoria na eficiência de processos e na qualidade do produto. No entanto, Schmitz (2004) conclui que é pequeno o impacto na mudança para a realização de atividades com maior valor agregado, a exemplo daquelas relacionadas ao desenvolvimento de projetos, construção de marcas e domínio da cadeia de distribuição. O argumento principal desse autor é que as empresas estrangeiras criam restrições à medida em que seus fornecedores são obrigados a seguir especificações, além de criarem barreiras à entrada de novas empresas em nichos considerados estratégicos.

Por outro lado, a necessidade de competir no mercado nacional, sem o amparo da empresa estrangeira, favorece a melhoria e/ou *upgrade* nas atividades que a empresa desenvolve. Tendo em vista as necessidades do mercado e a competição acirrada, essas empresas desenvolvem competências para desenho, construção de marca e marketing, gestão logística (criando canais de distribuição) e gestão de projetos. Elas são obrigadas a mudar para atividades além da produção porque o mercado exige, em contraponto àquelas que continuam dependentes de compradores estrangeiros, os quais exigem que tais empresas sigam as especificações e as metas determinadas *a priori*. Isto ocorre porque as empresas estrangeiras são, na maior parte dos estudos, proprietárias dos canais de distribuição e das marcas globais (BAZAN e NAVAS-ALEMÁN, 2004).

No entanto, Schmitz (2004) alerta que as relações que se estabelecem entre as empresas locais e as empresas estrangeiras na cadeia de valor dependem do próprio esforço interno realizado pela empresa local. De fato, essas relações poderão motivar a mudança de patamar da empresa local para atividades com maior valor agregado. Mas, para que isto ocorra, serão necessários investimentos e esforços deliberados e, muitas vezes, em direção diferente da orientação recebida da empresa estrangeira, a qual deverá ser cumprida em paralelo.

No que diz respeito aos setores produtores de CoPS, as relações interfirmas são diferentes dos demais setores porque, segundo Hobday (1998), Teixeira e Guerra (2002) e Oliveira (2005), elas envolvem acordos prévios entre empresas produtoras e fornecedoras para a realização do projeto, desenvolvimento, produção e integração de produtos de grande

complexidade tecnológica. A cadeia de valor é, assim, mais complexa que as demais, envolvendo vários tipos de relações. Além disso, o ciclo de vida do produto complexo é longo, necessitando que a empresa fornecedora tenha capacidade para realizar assistência técnica, atualização, modernização e manutenção durante todo o ciclo.

Além dessas características, a produção de bens únicos ou fabricados em pequenos lotes distingue as empresas que fabricam CoPS das demais empresas. Segundo Oliveira (2005), as empresas fabricantes de CoPS são organizações do tipo “rede de firmas”. As redes de firmas são definidas como

relacionamentos produtivos associados à geração de produtos unitários customizados de caráter ‘complexo’ e arranjo organizado a partir de projetos de caráter temporário, coordenados por ‘integradores de sistemas’ e envolvendo uma malha de fornecedores de componentes, subsistemas e software. (OLIVEIRA, 2005, p. 21)

Para o autor, a capacidade para inovação das empresas que fabricam CoPS depende da sua competência para ordenar e estruturar o desenho da rede de relações interfirmas, bem como coordená-la. Particularmente, a fase de concepção do projeto requer a participação de empresas fornecedoras localizadas em diferentes países. Esse arranjo é estratégico para a redução do tempo de desenvolvimento.

Além disso, a empresa que integra CoPS, considerada como uma empresa âncora na cadeia de valor, gerencia uma rede de pesquisa externa, articulada com a estrutura interna de gestão de projetos, engenharia e P&D, para as atividades de concepção inicial, definição, desenvolvimento e prototipagem do produto, em virtude da grande variedade de conhecimentos necessários para a realização dessas atividades (DAVIES, 1998; OLIVEIRA, 2005).

A coordenação entre as redes internas e externas, relacionadas às diferentes fases do projeto, é fator determinante da competitividade da empresa. Nessas relações, as empresas fornecedoras diretas têm papel estratégico e, por isso, necessitam desenvolver capacidade para inovação em nível semelhante e/ou complementar ao nível da empresa que integra CoPS. Estas são geralmente grandes empresas que fabricam, também, produtos complexos, tais como turbinas e sistemas aviônicos. Entretanto, existem empresas que fornecem bens e serviços de menor valor agregado, que não são CoPS, e que podem fornecer diretamente para a integradora de CoPS como para seus fornecedores diretos.

É importante destacar que no caso da cadeia de valor relacionada às empresas que fabricam CoPS, as relações interfirmas podem permitir uma intensa transferência de conhecimento que, associada aos esforços internos para aprendizagem, permitem a transformação da capacidade para inovação, possibilitando a construção de vantagens competitivas que antes não existiam.

Gereffi *et al.* (2005) consideram que existem cinco tipos de governança que a empresa integradora pode exercer na cadeia: mercado, modular, relacional, cativa e hierárquica. Na relação de mercado, o fornecedor direto responde às solicitações da empresa integradora, as quais estão especificadas nas ordens de serviços ou requerimento para fornecimento sem necessidade de mais informações. A troca de informações ocorre por meio de manuais e documentos com requisitos sobre o produto ou serviço, ou seja, o conhecimento e as informações são fáceis de serem codificadas e as especificações dos produtos ou serviços são simples. Os fornecedores conseguem atender a demanda da empresa integradora a partir dos documentos que recebem sem dificuldade. Este é o caso no qual a empresa integradora compra a partir de especificações e preços definidos pelo mercado (GEREFFI *et al.*, 2005).

Já no caso da cadeia de valor modular, a empresa integradora elabora as especificações e requisitos diante da complexidade das informações e necessidade de mais conhecimento sobre o produto. O nome “modular” é dado porque a estrutura e a arquitetura do produto são construídas a partir do encaixe entre módulos diferentes. Apesar da complexidade do produto e das especificações não estarem disponíveis no mercado, as informações passadas pela empresa integradora permite que os padrões técnicos dos produtos e dos processos sejam simplificados. Por isso, a interação entre empresa integradora e fornecedora direta acontece de maneira mais fácil. Desta forma, os fornecedores diretos têm capacidade para prover os módulos e os serviços relacionados, os quais internalizam informações e conhecimentos tácitos mais difíceis de serem codificados. Segundo Gereffi *et al.* (2005), nesse caso, existe mais troca de informações entre a empresa integradora e a fornecedora do que na relação do tipo mercado. A troca ocorre, por exemplo, “quando um arquivo de desenho computadorizado é transferido de uma empresa líder [integradora] para o fornecedor [...] existe muito mais informação circulando que preço.” (GEREFFI *et al.*, 2005, p. 86)

Por outro lado, no caso das estruturas de cadeia de valor do tipo “relacional”, a especificação do produto não é facilmente transformada em expressão escrita, ou seja, codificada em um documento. Nesse caso, a capacidade dos fornecedores diretos deve ser

grande porque a empresa integradora irá transferir informações e conhecimento tácito, além daquele que conseguiu codificar. Reuniões frequentes e presenciais são importantes instrumentos para a troca de informações e conhecimentos e a construção do entendimento comum sobre o produto. Sendo assim, a capacidade dos fornecedores deverá ser complementar à da integradora. Existirá, então, uma dependência mútua entre empresa integradora e fornecedora, que pode ser regulada pela reputação, proximidade espacial e social, além dos mecanismos formais pertinentes. Este é o caso em que a empresa integradora depara-se com um alto custo para trocar de fornecedor.

O relacionamento do tipo cativo, ao contrário do “relacional”, é estabelecido entre a empresa integradora e as fornecedoras que possuem baixa capacidade para atender totalmente às especificações. Nesse caso, a empresa âncora consegue elaborar as especificações de forma clara e objetiva, repassa com a empresa fornecedora, oferece treinamento e controla e acompanha a fabricação. Como a empresa fornecedora tem pouco conhecimento sobre as especificações, ela torna-se dependente da empresa integradora e, por isso, a relação é cativa.

Já o tipo de relação hierárquica acontece quando a empresa integradora tem mais dificuldade para codificar as especificações do produto em um documento e existe carência de fornecedores para o mesmo (GEREFFI *et al.*, 2005). Nesse caso, a empresa integradora procurará desenvolver e produzir internamente ou desenvolver fornecedores. Segundo os autores, a empresa integradora poderá optar por desenvolver e produzir internamente nos casos em que o conhecimento e o produto forem estratégicos para a sua competitividade. Isto ocorre quando o controle da propriedade intelectual e o sigilo das informações são muito caros e de difícil controle e gestão.

A Figura 2 representa os tipos de governança e relações em cadeias de valor que foram descritas acima.

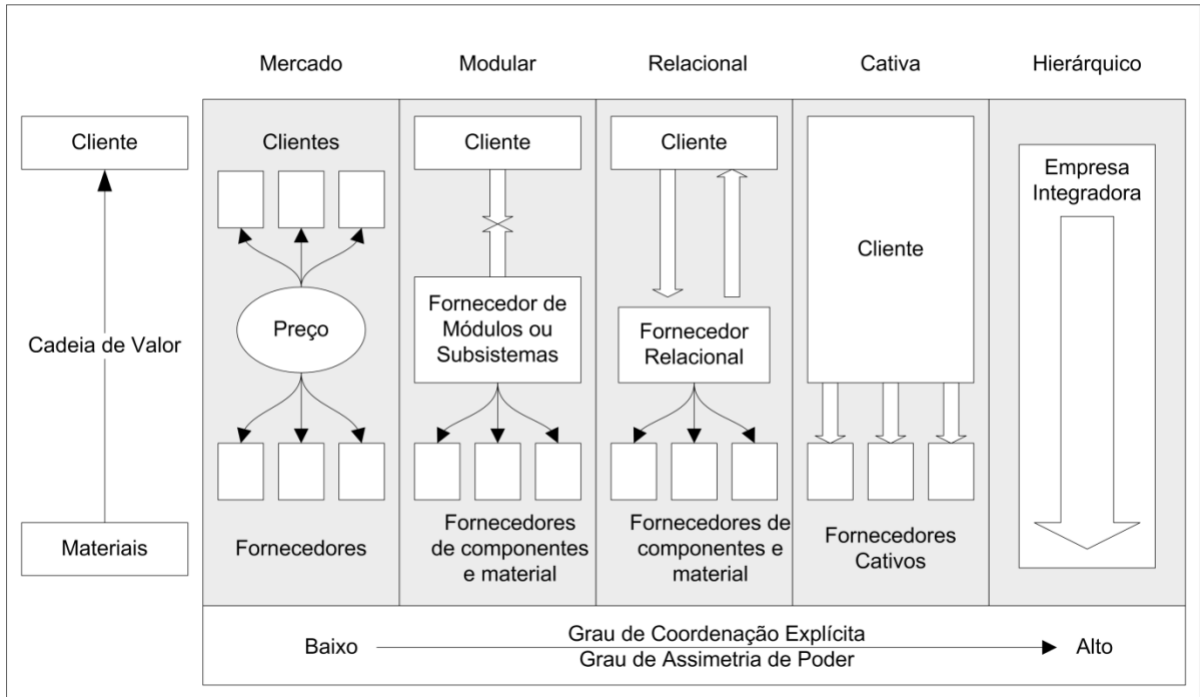


Figura 2 - Classificação dos Tipos de Governança para Cadeias de Valor

Fonte: Gereffi *et al.* (2005, p. 89).

Resumidamente, a literatura examinada sobre relações interfirmas indica que a influência de tais relações no desenvolvimento da capacidade para inovação tenderá para o fortalecimento ou construção de capacidade, dependendo do tipo de relação estabelecida e dos esforços internos que a empresa realiza para aprendizagem. Por um lado, a relação entre empresas clientes e fornecedoras poderá impactar positivamente na construção de capacidade para inovação, ainda que timidamente, pelas relações que se estabelecem com empresas estrangeiras, nos seus esforços para implantação, adaptação e imitação de tecnologias. Por outro lado, as empresas estrangeiras podem criar barreiras ao processo se a empresa fornecedora avançar em áreas estratégicas e de maior valor ou em áreas onde a própria empresa estrangeira atua.

Em qualquer um dos casos, os tipos de relações que se estabelecem podem ser entendidos por uma perspectiva de cadeia de valor. Nesse caso, a trajetória de construção da capacidade para inovação sofrerá a influência do tipo de relação e governança estabelecido na cadeia. Cabe destacar que o tipo de relação tem forte correlação com as características e complexidade do produto que a empresa integradora fabrica – se CoPS ou não – e com os produtos e serviços que necessitará para fabricá-lo.

Especificamente, poucos estudos examinam a influência das relações na cadeia de valor no desenvolvimento de PMEs fornecedoras locais de empresa integradora de CoPS. Os estudos sobre o tema referem-se ao entendimento das redes de empresas ligadas à empresa integradora, à capacidade tecnológica dos fornecedores locais (OLIVEIRA, 2005) e ao mapeamento das relações na cadeia produtiva (QUADROS *et al.*, 2009).

Cabe destacar que a abordagem sobre as diferentes maneiras de relacionamento entre a empresa integradora e as suas fornecedoras examinadas na literatura sobre cadeia de valor é a que melhor se relaciona com as características das relações entre empresas fabricantes de CoPS e suas fornecedoras (QUADROS *et al.*, 2009). De fato, esta parte da literatura possibilita a conexão entre as relações interfirmas e as possibilidades de influência da empresa que integra CoPS no processo de inovação de sua fornecedora. Por isso, o foco em cadeia de valor é o caminho identificado nesta tese para apoiar a análise sobre os fatores que podem influenciar as PMEs no desenvolvimento de capacidade para inovação.

2.3.2.2. Sistema de inovação: ambiente externo à empresa

O desenvolvimento da capacidade para inovação é, também, influenciado pelas características e trajetórias do sistema de inovação, que é delimitado pelos atores (agências governamentais e não governamentais, instituições de C&T, organizações educacionais e empresas), fluxos (conhecimento, bens e serviços), instituições (regulamentações, políticas, leis e cultura) e relações. A qualidade das instituições, relações e dos fluxos contribui para o desenvolvimento da capacidade para inovação na medida em que as próprias empresas são estimuladas a investirem ativamente em aprendizagem (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; NELSON e ROSENBERG, 1993; COOKE *et al.*, 1997; FIGUEIREDO *et al.*, 2007).

O sistema de inovação possui as seguintes dimensões:

- local, regional ou nacional;
- tecnológica, formada pelas redes de atores responsáveis pela geração, difusão e utilização de tecnologias; e
- setorial, formada pelas redes de organizações que estão relacionadas aos bens e serviços específicos.

A literatura sobre **sistema nacional, regional ou local de inovação** examina o papel das instituições e organizações na dinâmica da inovação, aprendizagem e interação entre atores (FREEMAN, 1987; LUNDVALL, 1992; COOKE *et al.*, 1997; CASSIOLATO e LASTRES, 1999). Os estudos que examinam essas dimensões, geralmente, comparam países, regiões e localizações, utilizando diversos indicadores, tais como: valor do investimento em C&T, distinguindo aqueles realizados pelo governo daqueles realizados pelo setor privado; número de patentes e publicações; esforços de treinamento e educação; número de engenheiros; taxas de produtividade; investimentos estrangeiros diretos; investimento em capital fixo; poupança; conteúdo e crescimento de exportações e importações; entre outros. Esses indicadores são utilizados quando se examinam os esforços para ampliar as exportações, bem como agregar valor aos produtos e serviços exportados, reduzindo a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento na composição da pauta do comércio internacional. Eles indicam, também, o desempenho e a efetividade das políticas públicas para o desenvolvimento da base de conhecimento industrial necessário à inovação e ao crescimento econômico no longo prazo.

As pesquisas sobre o sistema nacional dos países em desenvolvimento observam que as relações entre o setor industrial e as instituições de C&T para a geração de tecnologias próprias são limitadas e os casos observados são exceções. Para Albuquerque (1996), Katz (1998) e Viotti (2002), isso ocorre em virtude da baixa capacidade para inovação da maior parte das empresas. Segundo os autores, as instituições de C&T, geralmente, realizam pesquisas importantes para o desenvolvimento científico, mas existe a necessidade de ampliação e aceleração na difusão dos resultados, para que as empresas os transformem em inovações.

Além disto, as conexões entre empresas e as instituições de C&T (ICT), tais como universidades e centros tecnológicos, seriam aquelas necessárias à substituição de esforços internos para inovação e não aquelas complementares a tais esforços, na maioria dos casos. Segundo Velho e Saenz (2002), esse é um dos motivos para as políticas públicas incentivarem os esforços empresariais ativos em aprendizagem, tais como em atividades de P&D internas às empresas e em pesquisa conjunta entre empresas e ICT.

De fato, o cenário político brasileiro de estímulo à inovação está mudando. Vários incentivos fiscais e financeiros foram modificados e/ou implantados pelo governo federal, tais como a Lei de Inovação (BRASIL, 2004), a Lei do Bem (BRASIL, 2005), a subvenção

econômica e os empréstimos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) e da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos).

Alguns exemplos de sucesso na interação entre as ICT e empresas são a Embraer, *spin-off* do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), a Marcopolo e a Weg, entre outras empresas. Estas empresas possuem redes de pesquisadores e desenvolvem tecnologias em áreas específicas que as fazem referência mundial em seus mercados. Segundo De Negri e Salerno (2005), existem aproximadamente 1.255 empresas que seguem tal caminho, ou seja, que inovam e diferenciam produtos no Brasil, por meio de investimentos em P&D articulados com as ICT.

Conforme pesquisa recente sobre a utilização dos instrumentos de incentivo à inovação, “é inegável o crescente interesse empresarial pelos novos instrumentos públicos, conforme atestam a expansão da demanda, o volume de recursos aplicados e os próprios relatos das empresas” (CGEE e ANPEI, 2009, p. 97). De acordo com o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT)⁴, houve um crescimento do percentual dos valores investidos em C&T em relação ao PIB de 1,30%, em 2000, para 1,43%, em 2008. Cabe destacar que o maior aumento foi em relação à participação do setor empresarial, que foi de 0,56% do PIB, em 2000, e passou para 0,66% do PIB, em 2008.

Um componente importante dos esforços em C&T são os investimentos em P&D. Conforme dados e informações do MCT⁵, o percentual do valor total investido em relação ao PIB subiu de 1,02%, em 2000, para 1,13%, em 2008. Desse total, os investimentos públicos subiram de 0,55% do PIB, em 2000, para 0,59%, em 2008. Já os investimentos empresariais subiram de 0,47%, em 2000, para 0,54%, em 2008.

Cabe destacar que o PIB brasileiro praticamente dobrou no período, passando de R\$ 1.179.482,00, em 2000, para R\$ 3.004.881,10 milhões em valores correntes, em 2008. Isso pode significar que o aumento dos investimentos, em valores correntes, realizados em C&T e P&D foi mais significativo do que parece. Entretanto, argumentam alguns autores que tais aumentos não corresponderam ao crescimento do PIB e, por isso, são pouco significativos, tendo em vista as necessidades de agregação de valor para aumento de capacidade produtiva e participação no mercado mundial (CGEE e ANPEI, 2009).

⁴Informações e dados disponíveis no Portal do MCT <http://www.mct.gov.br/>, indicadores. Acesso em 22 de novembro de 2010.

⁵ Ibidem.

No que se refere ao **sistema tecnológico de inovação**, Carlsson e Jacobsson (1994) estudam as redes de aprendizagem, desenvolvimento e difusão de tecnologias para automação industrial na Suécia. Os autores examinam os fatores que influenciam a inovação e a difusão tecnológica, tais como relação usuário-fornecedor da nova tecnologia, papéis das organizações responsáveis pela criação e pela difusão e os instrumentos públicos de estímulo ao desenvolvimento tecnológico. Eles observam que a interação usuário-fornecedor é fundamental para o processo de inovação, uma vez que ela oportuniza melhorias importantes para a sua difusão na economia.

Segundo os autores, a difusão tem papel fundamental no desenvolvimento tecnológico, uma vez que apóia a evolução do conhecimento sobre as tecnologias que estão sendo difundidas e impacta no desenvolvimento de novas versões, muitas vezes mais eficientes e completamente diferentes da primeira versão. Assim, a tecnologia, ao final de determinado período, terá incorporado modificações, resultado das sugestões encaminhadas pelos usuários que a fazem diferente daquela inovação inicial.

Para Carlsson e Jacobsson (1994), as organizações públicas e empresariais são estratégicas para a difusão e apoio à implantação destas novidades na Suécia, principalmente nas PMEs. E os instrumentos públicos são fundamentais para o incentivo à geração, difusão e utilização das tecnologias. No entanto, as políticas públicas acompanham lentamente a velocidade do processo de inovação e, por isso, podem restringir o desenvolvimento do sistema tecnológico.

Tanto a literatura sobre sistema nacional/regional/local, quanto aquela sobre sistema tecnológico, considera que as diferenças dos sistemas estão relacionadas à dinâmica de cada setor. Assim Malerba (1992) e Malerba e Mani (2009) examinam os **sistemas setoriais de inovação** com relação à natureza, estrutura, organização e dinâmica da inovação e da produção nos setores da economia. Para os autores, o setor é delimitado pelas

atividades que são agrupadas por algum tipo de relação entre um grupo de produtos, que atendem a uma demanda existente ou emergente e possuem conhecimento comum. Os elementos do sistema setorial de inovação são: empresas do setor; outros atores, além das empresas; redes; demanda; instituições; conhecimento; e o processo básico de geração, seleção e evolução. (MALERBA e MANI, 2009, p. 5)

As empresas são caracterizadas por processos de aprendizagem, capacidades e estruturas organizacionais que diferem entre si. Elas procuram conhecimento complementar, para a solução de problemas e implantação de novas tecnologias, em outros atores do sistema,

tais como empresas de consultoria, fornecedores, clientes, organizações de pesquisa e ensino, entre outras. As instituições financeiras, órgãos governamentais, associações industriais e acadêmicas, assim como indivíduos (consumidores e cientistas) são considerados, também, como atores do sistema setorial. Todos os atores interagem por meio da comunicação (formal e informal), contratos comerciais, cooperação, competição e comando. As redes são construídas de vários formatos. Basicamente, elas podem constituir-se a partir de:

- processos de troca, competição e comando nas relações verticais; e
- cooperação formal ou informal interfirmas e entre empresas e outros atores, nas relações horizontais.

A natureza e as características da demanda têm papel estratégico no desenvolvimento do sistema setorial. As características são entendidas a partir do mapeamento dos diferentes atores que compõem o setor: empresas compradoras, consumidor final, instituições de C&T especializadas e órgãos governamentais, entre outros, que podem ser nacionais ou internacionais. Esses atores são distintos, ou seja, possuem tamanhos variados, conhecimentos tácitos e codificados específicos, processos de aprendizagem diferenciados, capacidades próprias e são influenciados por diferentes culturas e instituições. De fato, eles podem integrar outros sistemas setoriais, nacionais/regionais/locais ou tecnológicos.

Os aspectos institucionais, a exemplo das normas, regulamentos, rotinas, hábitos, leis, regras e padrões, moldam o sistema setorial, podendo restringi-lo ou fortalecê-lo. Cabe salientar que as instituições podem ser nacionais ou regionais como, por exemplo, leis de propriedade intelectual, incentivos fiscais e as regulamentações regionais específicas. Um exemplo de instituição internacional é o órgão que certifica produtos e processos do setor ou que restringe a sua comercialização. Segundo Malerba e Mani (2009):

... National institutions have different effects on sectors. For example, the patent system, property rights or antitrust regulations have different effects as a consequence of different features of the sectoral system... However the same institution may take on different features in different countries, and thus may affect the same sectoral system differently. (MALERBA e MANI, 2009, p. 8)

Segundo os autores, a base do conhecimento específico e o domínio tecnológico estão no centro do sistema setorial e são mutáveis no tempo. Tanto um quanto o outro

dependem da qualidade das redes, esforços para aprendizagem e do conhecimento acumulado pelas empresas.

Torna-se importante salientar que a facilidade do acesso ao conhecimento específico poderá reduzir ou ampliar a concentração industrial. O acesso ao conhecimento externo, relacionado aos níveis e fontes de oportunidades científicas e tecnológicas, afeta o comportamento inovador das empresas pela influência que exercem nos colaboradores. Esta influência contribuirá para o desenvolvimento da capacidade para inovação da empresa e, possivelmente, do setor, conforme a experiência e formação profissional de cada colaborador, os mecanismos de aprendizagem e a estrutura organizacional da empresa para a absorção e transformação do conhecimento em inovações.

Cabe destacar aquela parte da literatura sobre sistema de inovação setorial que examina os países em desenvolvimento (RÉVILLION, 2004; ADAMO, 2007; MALERBA e MANI, 2009). Nesses casos, as pesquisas concentram-se, por um lado, nas características da dinâmica, geração, seleção e implantação de inovações tecnológicas pelas empresas, bem como na influência das relações estabelecidas em cadeias produtivas e no desempenho inovador do sistema (RÉVILLION, 2004; ADAMO, 2007); e, por outro lado, nos principais atores, estruturas, redes, fluxos de conhecimento, habilidades, características empreendedoras, proximidade, limites geográficos e aspectos chave para o dinamismo e a evolução dos setores (MALERBA e MANI, 2009). As principais conclusões desses estudos são:

- Pesquisa, desenvolvimento e produção são capacidades interrelacionadas e difíceis de serem separadas. As empresas necessitam de capacidade nas três áreas para conquistarem competitividade internacional;
- Os tipos de inovações encontradas, por exemplo, produto, processo ou organizacional, dependem das características da base do conhecimento e dos tipos de redes formadas;
- As fontes de conhecimento determinam o tipo de rede, por exemplo, centralizada ou descentralizada;
- A estrutura das redes nos países em desenvolvimento poderá envolver uma complexa governança, composta por níveis múltiplos, incluindo a articulação entre a governança das redes das empresas multinacionais e as redes das empresas locais;

- Um ambiente empreendedor, com *spin-offs* de universidades e instituições de pesquisa, é muito importante para o desenvolvimento da capacidade para inovação pelas PMEs;
- O pioneirismo no lançamento de algo novo precisa estar associado às competências complementares, tais como canais de distribuição, marca e domínio de conhecimento tácito, difíceis de serem copiadas, para garantir a competitividade no médio e, talvez, longo prazo. Isto depende das características mercadológicas do setor; e
- As políticas públicas devem considerar os aspectos positivos e, também, os negativos que as relações e interdependências intersetoriais podem ter na inovação e no seu desenvolvimento. Dependendo dos instrumentos e do tempo para implantação, as políticas podem facilitar ou restringir o desenvolvimento do sistema setorial de inovação.

No sistema setorial de inovação, a participação das PMEs em programas governamentais é tão importante para o seu desenvolvimento quanto as relações com as organizações de ensino e pesquisa. A conclusão desses estudos está articulada com as observações apresentadas anteriormente sobre a construção de capacidade para inovação por empresas deste porte.

Os programas governamentais podem estimular a renovação na base de conhecimento das PMEs e incentivar o desenvolvimento de competências específicas, difíceis de serem copiadas ou imitadas. Existem tipos variados de trajetórias para o desenvolvimento de capacidade para inovação por PMEs que se relacionam a diversos tipos de programas governamentais, relações interfirmas e relações entre as PMEs e ICT. Além disso, as diferentes trajetórias estão associadas a diferentes tipos de inovações ou mudanças técnicas que as PMEs necessitam implantar, em virtude da dinâmica do mercado e da evolução nas tecnologias e processos organizacionais. De fato, os estudos apresentados por Malerba e Mani (2009) mostram que o tipo de relacionamento com a organização de ensino e pesquisa e com fornecedores ou compradores pode ser determinado pela necessidade da PMEs em complementar conhecimento e/ou esforços para a geração e/ou implantação de inovação. Nesse sentido, a busca pelo conhecimento complementar na organização de ensino e pesquisa, internamente ou em outra empresa (fornecedora ou cliente) depende do grau de novidade da inovação para as PMEs, ou seja, da necessidade por renovação na sua base de conhecimento.

2.4 CONCLUSÕES: MODELO ANALÍTICO

A partir dos conceitos e modelos examinados neste capítulo, a capacidade para inovação é entendida, nesta tese, como a habilidade das empresas para gerarem e administrarem a implantação de inovações tecnológicas e/ou organizacionais, incluindo a habilidade para relacionarem-se na cadeia de valor. Para tanto, o conceito de inovação aqui utilizado é o mesmo da PINTEC 2008 (IBGE, 2009), ou seja, inovação é a implantação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço), processo ou método organizacional para a prática do negócio, organização do trabalho ou relações externas. Dentre os três focos da inovação avaliados pela PINTEC (IBGE, 2009), a inovação para a empresa é a considerada nesta tese.

Cabe destacar que a capacidade para inovação é construída ao longo do tempo e pode se diversificar a partir do esforço empresarial para aprender sobre as tecnologias e organizações (Figura 3). Assim, uma empresa poderá iniciar suas atividades com um nível básico e construir capacidade intermediária e avançada para inovação. Quando a empresa está no nível avançado, essa poderá investir no fortalecimento e na diversificação da sua capacidade de inovar, seja para atuar em outras áreas e/ou setores, ou para fortalecer sua atuação e competitividade. Para tanto, a empresa poderá utilizar variados mecanismos de aprendizagem (fatores internos à empresa) e, também, diversas formas e oportunidades oriundas do ambiente externo, a partir das relações interfirmas, da participação em programas governamentais, entre outros elementos do sistema de inovação. De fato, os fatores internos e externos podem influenciar o desenvolvimento ou a manutenção da capacidade para inovação.

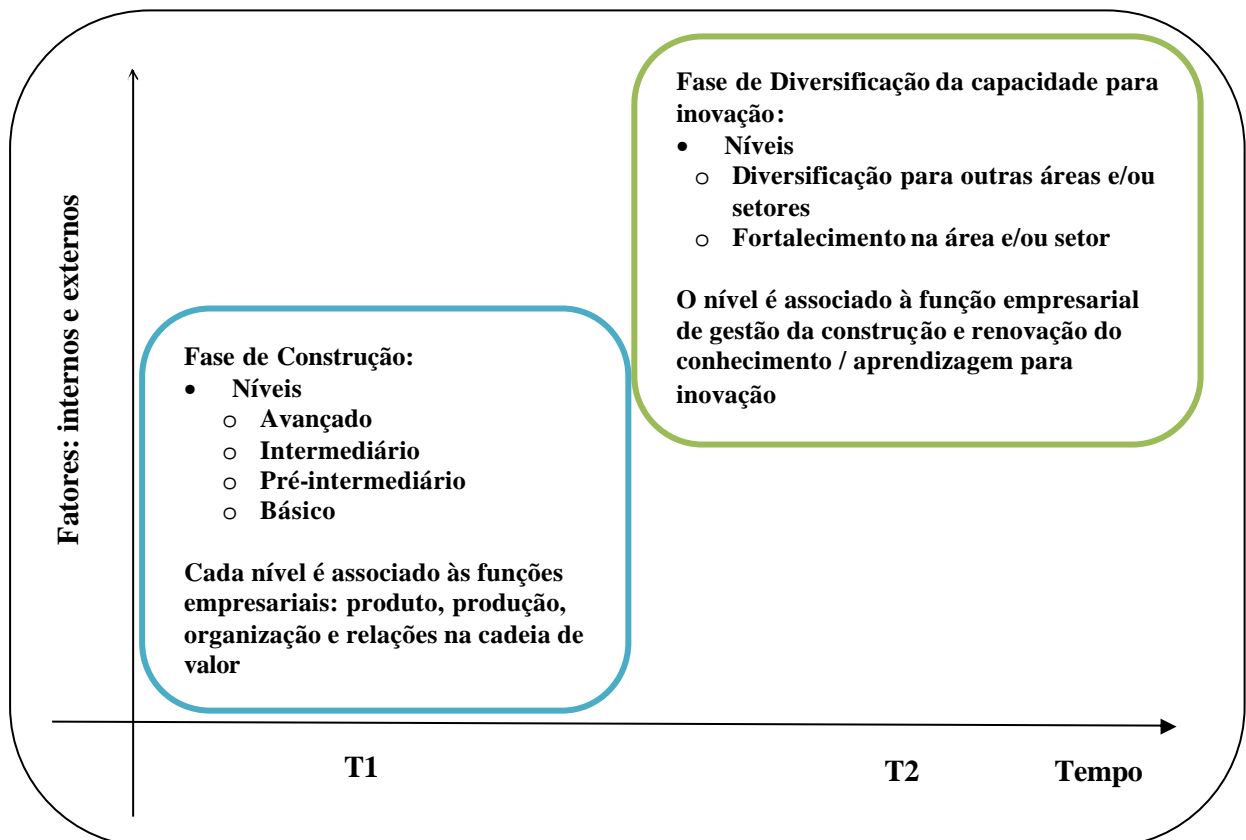


Figura 3 - Síntese sobre Desenvolvimento de Capacidade para Inovação em PMEs

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

Considera-se que os fatores estratégicos externos e os internos se interrelacionam. Assim, os mecanismos internos de aprendizagem ativos e passivos da empresa determinam e são determinados pelos tipos de relações interfirmas que se estabelecem entre elas. Como as firmas são atores importantes do sistema de inovação, seja esse delimitado pela geografia, pela tecnologia ou pelo setor, e suas relações e comportamentos determinam as características do próprio sistema, então, as formas que essas relações assumem influenciam e são influenciadas pelo sistema. A Figura 4 mostra tais relações.

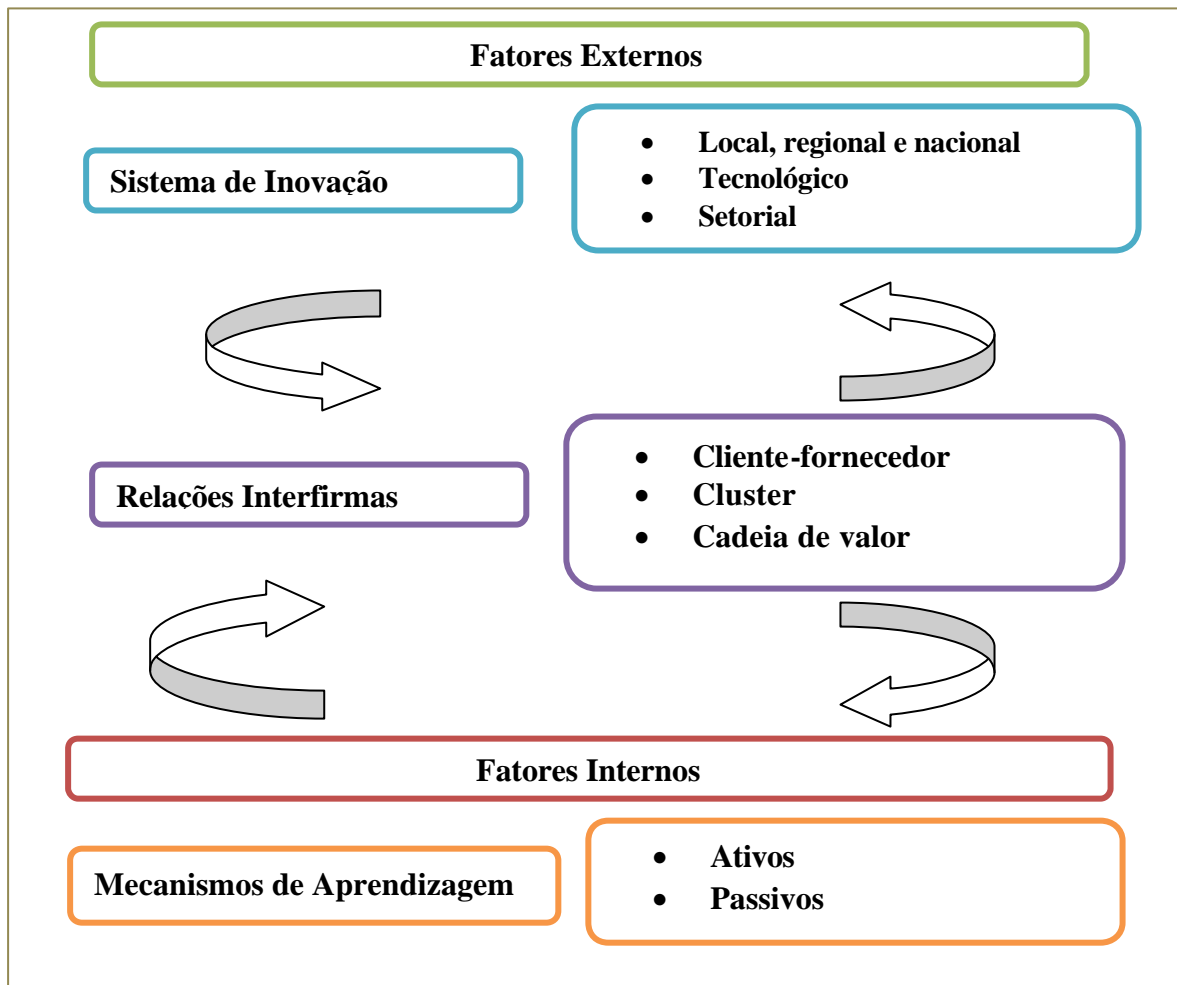


Figura 4 – Síntese sobre Fatores Internos e Externos

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

Portanto, o modelo analítico (Figura 5) desta tese considera que existem fatores estratégicos que podem influenciar o desempenho da empresa no desenvolvimento da capacidade para inovação pelas PMEs. Tais fatores são, então, aqueles internos e externos. Os fatores internos relacionam-se aos diferentes mecanismos de aprendizagem adotados pelas empresas, os quais podem ser agrupados em ativos e passivos.

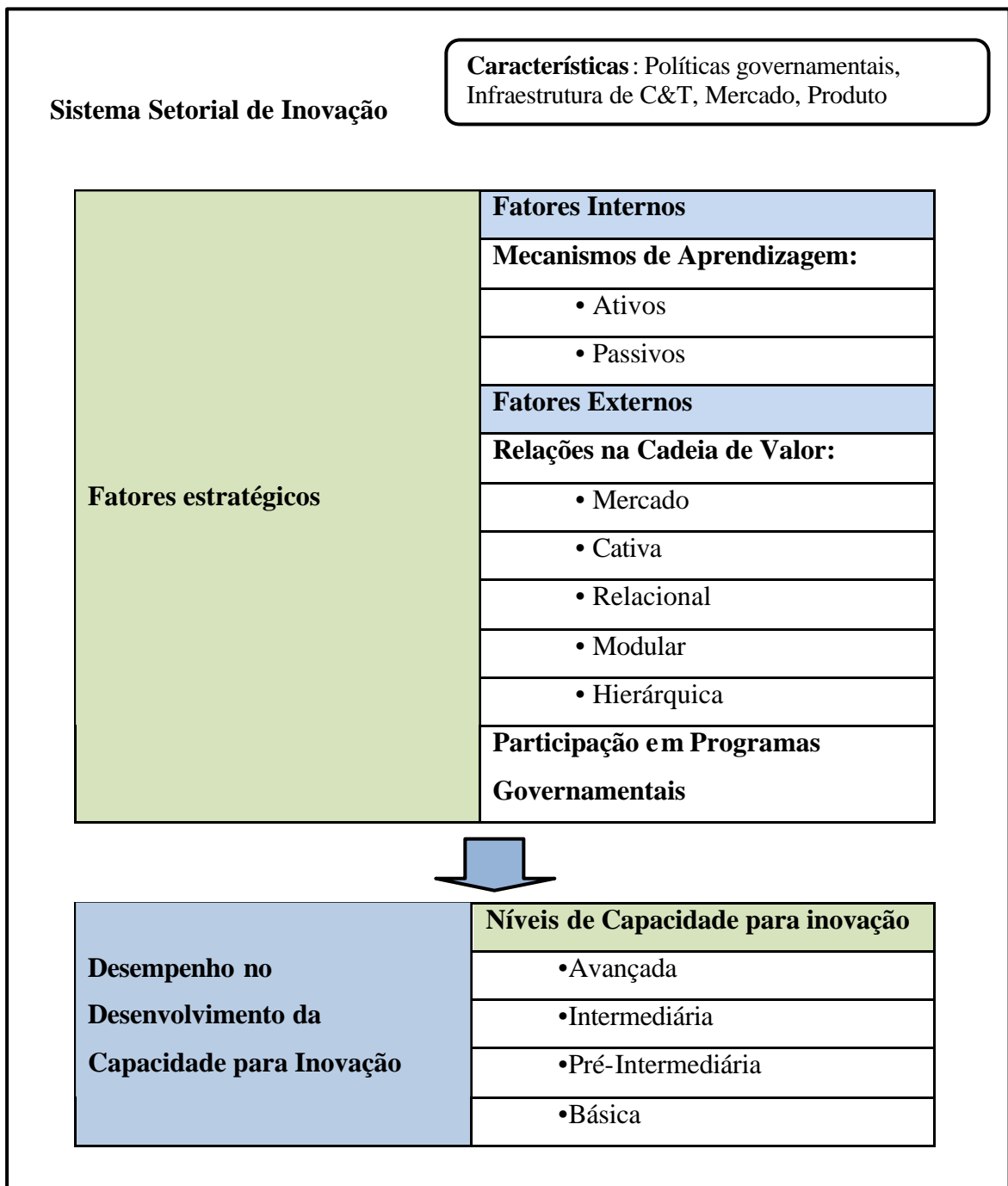


Figura 5 – Modelo Analítico para o Desenvolvimento de Capacidade para Inovação

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

Os fatores externos considerados são as relações na cadeia de valor, pois, como descrito anteriormente, permitem o entendimento sobre a evolução da influência da empresa integradora nas demais empresas da cadeia, a partir da relação de governança que se estabelece entre elas. Os tipos de governança podem ser mercado, cativa, relacional, modular

e hierárquica, os quais são conceituados na seção sobre cadeias de valor. Além das relações que se estabelecem entre empresas, as PMEs podem ser influenciadas, também, pelos programas governamentais estabelecidos para apoiar o setor. Neste sentido, a participação em tais programas tem impacto no desempenho dessas empresas.

A influência dos fatores estratégicos na empresa refere-se ao impacto no seu desempenho da empresa no desenvolvimento da capacidade para inovação: se estimula a manutenção da capacidade existente ou se incentiva a mudança no nível. A partir dos diferentes modelos que examinam a construção desta capacidade pelas empresas, optou-se pela distinção entre quatro níveis: avançada, intermediária, pré-intermediária e básica. A capacidade para inovação avançada está relacionada aos esforços empreendidos pela empresa para gerenciar o desenvolvimento de novos produtos, novos processos, novos equipamentos e novos procedimentos organizacionais, essencialmente, por meio de atividades de P&D interno e em parceria com outras empresas, universidades e centros tecnológicos. A articulação externa é utilizada para complementar as atividades internas na busca por conhecimento relacionado ao projeto em andamento.

A capacidade intermediária está relacionada aos esforços para o gerenciamento de modificações substanciais nas tecnologias e/ou processos organizacionais, por meio das atividades de engenharia relacionadas ao desenho industrial, prototipagem, engenharia reversa sistemática, manutenção preventiva e trabalho em equipe. Já as empresas com capacidade pré-intermediária realizam esforços para melhoria contínua, com ferramentas internas para aperfeiçoar a qualidade, adaptar produtos, produção e procedimentos organizacionais. As empresas podem, por exemplo, realizar testes, controle básico de processos e rastreamento da produção, manutenção rotineira e atualizações em *software*.

Finalmente, a capacidade básica refere-se à habilidade para a execução de atividades rotineiras de replicação de especificações de produto, produção e organização, segundo os requisitos da empresa cliente. De fato, a capacidade básica está relacionada, em sua essência, com o primeiro nível de capacidade para inovação, ou seja, com a habilidade para produção conforme as especificações e os padrões de qualidade e segurança exigidos pelos clientes. O conhecimento sobre os processos de produção e organização poderá gerar adaptações, e, a empresa estará, possivelmente, gerando mudanças nas técnicas em detrimento de inovações.

Concluindo, o modelo considera que os fatores estratégicos e o desempenho das empresas no desenvolvimento da capacidade para inovação são influenciados pelo sistema

setorial de inovação. O sistema setorial de inovação é delimitado pelas características, estrutura e organizações que contribuem para o desenvolvimento de inovações em um determinado setor da economia (MALERBA, 2002; MALERBA e MANI, 2009). Assim, tal sistema é delimitado pelo tipo de produto final fabricado, no caso desta tese, a aeronave comercial. Cabe destacar que as características do sistema são identificadas com base nas políticas governamentais, infra-estrutura de C&T, mercado (produtores, fornecedores e principais competidores) e principais características do produto final (TEXIER, 2000).

Portanto, o próximo capítulo examinará o sistema de inovação aeronáutico brasileiro porque o entendimento deste sistema é fundamental para o detalhamento do modelo analítico e, conseqüentemente, para a análise das PMEs fornecedoras, os quais serão apresentados nos Capítulos 4 e 5, respectivamente

3 - A EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR AERONÁUTICO NO BRASIL

Este capítulo apresenta a evolução do Sistema de Inovação do Setor Aeronáutico Brasileiro (SIAB). O SIAB é definido como um sistema cujas características, estrutura e organização contribuem para o desenvolvimento da capacidade para inovação no setor aeronáutico. Considera-se o setor aeronáutico como o ambiente em que a empresa integradora de sistemas complexos é fabricante de aeronaves comerciais, e há os seus fornecedores de estruturas de fuselagem, interior da aeronave, sistemas (propulsão, eletrônicos, mecânico, hidráulico, pneumático), materiais metálicos e não-metálicos, aviônicos, seus componentes, partes e peças, e serviços de engenharia, entre outros. Esse conceito foi construído a partir de Malerbra (2002), Lima *et al.* (2005) e Malerba e Mani (2009).

3.1 EXAME DO SISTEMA DE INOVAÇÃO AERONÁUTICO BRASILEIRO

No Brasil, Dagnino e Proença (1993), Bernardes (2000a), Oliveira (2005), Knight e Marques (2008), Quadros *et al.* (2009) e Marques e Oliveira (2009) estudam o setor aeronáutico e examinam suas características, relações interfirmas, organização e as possibilidades para adensamento da cadeia produtiva. Esses estudos auxiliam no entendimento da estrutura e composição do SIAB e abordam aspectos relevantes sobre a aprendizagem interfirmas, capacidade tecnológica e as relações de governança que se estabelecem entre a empresa fabricante de aeronaves comerciais, a Embraer e seus fornecedores, bem como as relações entre eles e a infraestrutura de C&T.

Mowery e Rosenberg (1981) observam que as principais inovações realizadas por empresas que integram aeronaves são incrementais e têm suas origens em outros setores, tais como defesa, eletrônico, materiais e siderúrgico, entre outros. Entretanto, qualquer inovação realizada pela empresa integradora exige um esforço de melhoria e adaptação que incorpora consideráveis evoluções no conhecimento da engenharia, física, matemática e química, por exemplo, dificultando a distinção feita por muitos cientistas entre desenvolvimento científico e tecnológico (VINCENTI, 1993). Esses esforços exigem consideráveis investimentos

privados em P&D, os quais são crescentes conforme as evoluções ocorridas nas tecnologias incorporadas e nos tamanhos das aeronaves. Os investimentos são, de certo modo, compartilhados entre a empresa integradora e suas fornecedoras, as quais podem atuar nos setores responsáveis pelas principais inovações e pela evolução tecnológica das aeronaves, tais como turbinas, aviônicos e materiais, ou nos setores de serviços tecnológicos e de engenharia, entre outros.

Segundo Vincenti (1993), os projetos de desenvolvimento de CoPS, como as aeronaves, são organizados em vários níveis e de maneira hierárquica, provocando impacto no desempenho e organização das empresas fornecedoras. Existe uma interação entre os diferentes níveis que depende da natureza da tarefa imediata do projeto a ser executada, da especificação do componente e/ou do conhecimento necessário. Como o desenvolvimento de uma aeronave exige conhecimento de diversas áreas, torna-se importante a divisão das tarefas em subáreas específicas para a gestão do processo de desenvolvimento.

Ainda segundo o autor, muitos problemas são resolvidos nas áreas específicas, originando inovações, a exemplo da evolução na aerodinâmica e da redução no ruído das aeronaves mesmo mantendo, aparentemente, o mesmo desenho. Essas inovações incrementais convivem com as descobertas científicas fundamentais para as inovações radicais observadas no setor. Para Vincenti (1993), os dois tipos de inovações convivem e interagem, a exemplo da evolução nas asas e aerofólios das aeronaves, resultado das descobertas realizadas pelos aficionados pela aviação do início do século XX e, ao mesmo tempo, pela P&D formal, pelas atividades de produção e pela experiência de voo.

Ao investir ativamente em P&D e, assim, adquirir conhecimentos de várias áreas, com aplicação potencial no desenvolvimento de diferentes produtos, tais como aviônicos (eletrônicos), *software* e integração de sistemas, a empresa integradora de aeronaves poderá diversificar sua atuação para outros setores da economia. Para Hobday (1998) e Brusoni e Prencipe (1999), isso exige que esta empresa desenvolva as competências empresariais necessárias para atuar em outros mercados e / ou fortalecer a sua capacidade para inovação no mercado atual, pelo desenvolvimento de novos modelos e / ou produtos que incorporem novas tecnologias. A estratégia adotada por este tipo de empresa tem impacto no desempenho exigido das suas fornecedoras.

Para Texier (2000), as estratégias de diversificação das empresas do setor aeronáutico dependem da interação destas com as organizações do sistema nacional de inovação. Isso significa que, de um lado, essas empresas dependem da interação com as

organizações dentro do sistema setorial, tais como as relações na cadeia de valor e a participação em programas governamentais específicos, e, por outro lado, atuam em consonância e são afetadas pelo sistema nacional, legislação de propriedade intelectual, políticas macroeconômicas e instituições de C&T que não são setoriais, entre outros fatores externos. O autor considera que as transformações no sistema nacional e setorial podem induzir mudanças positivas na atuação das empresas, mas poderão, também, restringir as atividades para diversificação em andamento. Assim, as instituições e atores específicos do sistema nacional e setorial têm papel importante para apoiar a capacidade para inovação. Para o autor,

The firm implements the diversification mainly in relation to organisations and under the influence of institutions from the sectoral system of innovation, particularly with regard to learning that is taking place within the firm, in interaction with other organization. (TEXIER, 2000, p. 221)

A análise do SIAB é feita a partir das dimensões identificadas por Texier (2000) em seu estudo sobre o sistema de inovação setorial aeronáutico. O autor identifica quatro dimensões: política, infraestrutura de C&T, mercadológica e tecnológica. A dimensão política refere-se às ações, instrumentos e programas governamentais (nacionais e setoriais) que têm influência na evolução do sistema setorial de inovação, por exemplo, apoio às exportações e transferência de tecnologia como compensação nas compras governamentais (*offset*). Já a dimensão infraestrutura de C&T é delimitada pelas organizações que realizam pesquisa e formam recursos humanos com impacto na dinâmica da inovação empresarial. Essa dimensão relaciona-se com a dimensão tecnologia, que examina a evolução nas principais características da aeronave comercial. A dimensão mercadológica trata do mapeamento dos principais concorrentes, produtores e clientes que atuam no setor aeronáutico brasileiro. Em tal dimensão, é possível, também, identificar as relações interfirmas que poderão influenciar o desenvolvimento de inovações pelas PMEs fornecedoras.

Considerando essas dimensões, o exame da evolução histórica do SIAB será realizado conforme a delimitação e dimensões apresentadas na Figura 6. O exame do SIAB irá contribuir para o detalhamento do modelo analítico e para o entendimento do ambiente externo onde as PMEs entrevistadas atuam.

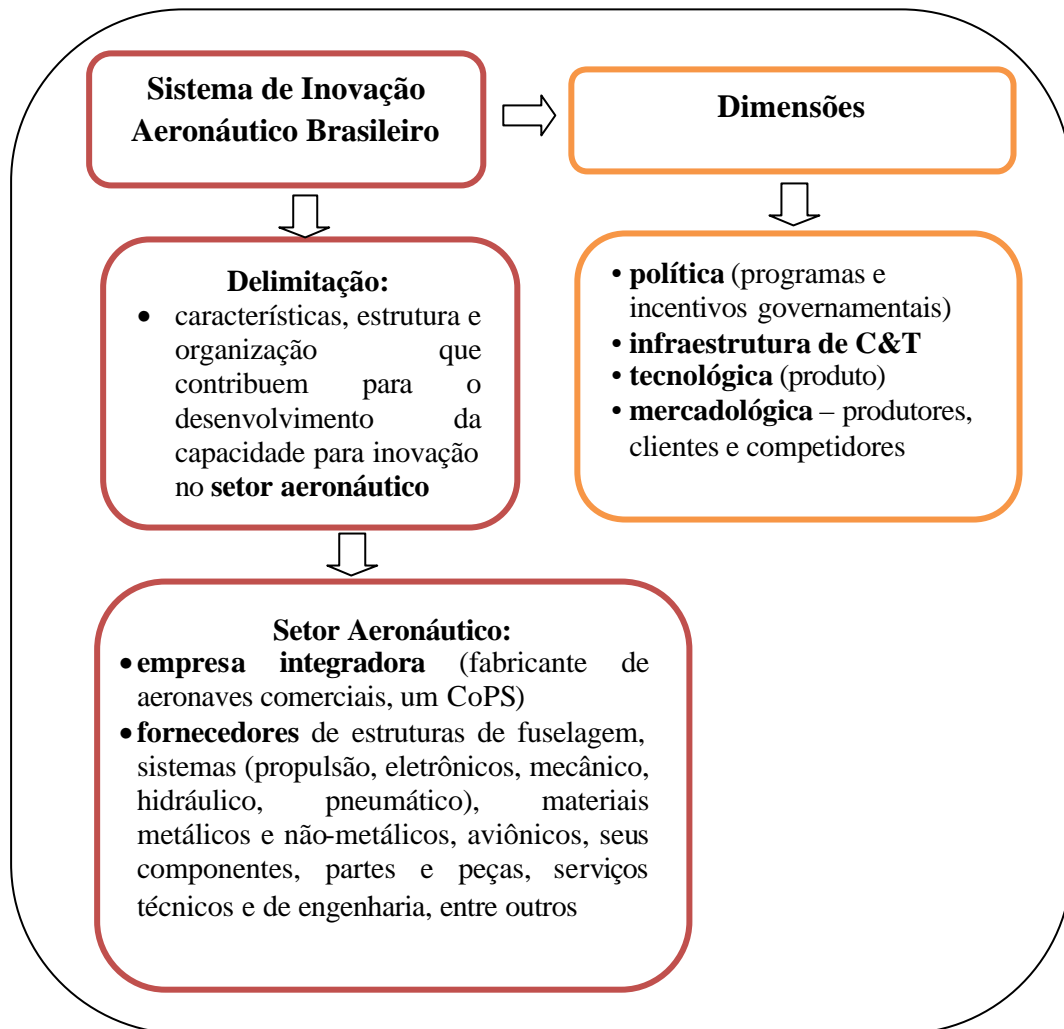


Figura 6 - Descrição do Sistema de Inovação Aeronáutico Brasileiro

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

3.2 EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE INOVAÇÃO AERONÁUTICO NO BRASIL: DE 1930 ATÉ 2009

Esta seção examina os principais aspectos históricos relacionados às dimensões política, infraestrutura de C&T, mercado e tecnologia das aeronaves que apóiam no entendimento da evolução do SIAB. Esta evolução pode ser descrita em seis fases, que estão resumidas nos quadros apresentados no Anexo A:

- Fase inicial (1930-1949);
- Segunda fase (1950-1969);
- Fase moderna (1970-1980);
- Fase de internacionalização (1981-1994);

- Fase de reestruturação industrial (1995-2002); e
- Fase de fortalecimento da competitividade internacional (2003-2009).

3.2.1 Fase inicial: 1930-1949

Com o advento da Segunda Guerra Mundial, o Brasil, sendo aliado dos EUA, foi um dos locais onde aviões de ataque americanos eram montados (DAGNINO e PROENÇA, 1989). Durante aquele período, o governo brasileiro investiu no treinamento de pilotos e engenheiros aeronáuticos internamente, por meio de uma parceria com a Força Aérea Norte-Americana. Foram, também, adquiridos aviões de treinamento a fim de capacitar pilotos para atuar na Força Aérea Brasileira.

A infraestrutura de C&T estava concentrada no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) que atendia às necessidades tecnológicas da Força Aérea Brasileira e da indústria nascente. O fomento à pesquisa realizada pelo IPT foi o primeiro esforço de investimento em C&T do governo para desenvolver a capacidade de engenharia aeronáutica. Tal esforço tinha por objetivo a construção de uma aeronave brasileira que pudesse voar longas distâncias e pousar em terrenos diversos, conforme as características do território brasileiro. Entretanto, Dagnino e Proença (1989) observam que os esforços em C&T realizados no período foram insuficientes para o desenvolvimento da capacidade de engenharia aeronáutica pelas empresas nascentes.

A título de exemplo, o IPT, ao mesmo tempo em que estava pesquisando a utilização da madeira brasileira freijó⁶, para a produção da fuselagem de aeronaves, realizava outros projetos, testes e experimentos para empresas do setor (BERNARDES, 2000a). Segundo Dagnino e Proença (1989) e Bernardes (2000a), existiam pequenas empresas fabricantes de aeronaves de pequeno porte, civis e militares. Com o final da Guerra, em 1945, essas empresas dedicavam-se, essencialmente, à produção de aeronaves agrícolas e de treinamento de pilotos. Até o final de 1949, havia seis produtores de aeronaves que fabricavam, também, peças e componentes para a fuselagem e importavam os componentes mais sofisticados, como motores e aviônicos (Quadro 3). Tais empresas tinham alguns fornecedores de partes e componentes no Brasil.

⁶ Segundo Bernardes (2000a), a madeira de freijó foi importada do Brasil pelo Japão para a produção de aviões de ataque antes da Segunda Guerra Mundial.

Empresa	Fundação	Localização	Produtos	Comentários	Situação atual
Empresa Aeronáutica Ypiranga	1931	São Paulo	Mono-turbo-propulsores para agricultura e treinamento	Construiu cinco protótipos de avião que apoiaram o desenvolvimento de outros modelos produzidos na CNNA	Fora do mercado
Companhia de Navegação Costeira - CNC	1935	Rio de Janeiro	Turbo-propulsores duplos paratreinamento	Primeira empresa brasileira a produzir aviões para o mercado nacional	Fora do mercado
Fábrica do Galeão	1939	Rio de Janeiro	Montagem de pequenos modelos Fairchild; serviços técnicos	<i>Joint venture</i> entre o exército, a aeronáutica brasileira e a empresa alemã Focke Wulf Flugzeugbau Gmb	Centro de manutenção da Força Aérea Brasileira
Companhia Nacional de Navegação Aérea - CNNA	1940	Rio de Janeiro	Mono-turbo-propulsores para treinamento	É uma continuação da CNC que saiu do mercado	Fora do mercado
Companhia Aeronáutica Paulista - CAP	1942	São Paulo	Mono-turbo-propulsores para treinamento	Desenvolvimento de aviões em parceria com o IPT. Primeira empresa brasileira a exportar para a América Latina, EUA, Portugal e Itália	Fora do mercado
Fábrica Nacional de Motores	1943	Rio de Janeiro	Montagem de motores turbo para pequenas aeronaves	Estatual que produziu caminhões; teve problemas para adquirir equipamentos e maquinário ao ?nal da II Guerra Mundial	Fora do mercado

Quadro 3 - Principais Empresas do Setor Aeronáutico Brasileiro entre 1930 e 1949

Fonte: construído a partir de Bernardes (2000a) e pesquisa própria.

Apesar dos esforços realizados para desenvolver capacidade de engenharia aeronáutica e produção de aeronaves, o setor não alcançou o padrão de capacitação suficiente para competir com empresas estrangeiras, tais como a Fairchild e a Piper. Segundo alguns pesquisadores, a falta de capacidade em desenho, projeto e fabricação de aeronaves causaram problemas de manutenção e qualidade, além dos custos altos para competir no mercado internacional (BRAGA e CABRAL, 1986; e DAGNINO e PROENÇA, 1989).

Em 1945, a Força Aérea Brasileira organizou uma conferência na Escola Técnica de Engenharia Aeronáutica para discutir a criação de um centro técnico brasileiro dedicado à pesquisa e à educação em engenharia aeronáutica. Durante a conferência, o diretor do Departamento de Aeronáutica do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) apresentou um relatório sugerindo a criação do Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA) e do Centro de Tecnologia Aeroespacial, atual Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) (GARTENKRAUT, 2008). O governo brasileiro, ciente da falta de capacidade tecnológica, fundou o ITA no final dos anos 1940, com o apoio do MIT e da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dos EUA. Tal esforço, para criar uma base de formação de recursos humanos e de pesquisa aeronáutica, marca o início do desenvolvimento da infraestrutura de C&T do SIAB e encaminha o sistema para uma nova fase de construção de competências.

3.2.2 Segunda fase: 1950-1969

Durante o período de 1950 até 1969, as políticas governamentais brasileiras foram, essencialmente, destinadas ao desenvolvimento da capacidade para pesquisa e engenharia aeronáutica, a proteção do mercado nacional e a compra de aeronaves. Foi durante a década de 1950 que o Ministério da Aeronáutica fundou o atual Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), com o objetivo de formar engenheiros e realizar pesquisa para o desenvolvimento de um “avião brasileiro”, que pudesse levantar vôo, voar e aterrizar de acordo com as necessidades e características do território nacional. O DCTA absorveu o ITA e outros três institutos foram constituídos: Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Instituto de Estudos Avançados (IEAv) e o Instituto de Fomento e Coordenação da Indústria Aeroespacial (IFI). As atividades de pesquisa e educação aeronáutica foram fortalecidas pelo

Governo por meio do financiamento, contratação de pesquisadores estrangeiros e intercâmbio com os Estados Unidos, França e Alemanha, entre outros países.

Durante os anos 50, os institutos brasileiros com atividades de pesquisas aeronáuticas mais importantes foram o DCTA e o IPT. Em 1953, o DCTA criou o Instituto para Pesquisa e Desenvolvimento (IPD)⁷, que tinha por objetivo realizar pesquisas e difundir seus resultados para as empresas do setor aeronáutico. De fato, a constituição do Instituto teve como objetivo principal o desenvolvimento do projeto de um turbo-propulsor brasileiro, sendo a coordenação de responsabilidade do engenheiro aeronáutico francês Max Holste (BRAGA e CABRAL, 1986; SILVA, 2008).

Nessa fase, o governo brasileiro ampliou os esforços para desenvolver o setor aeronáutico e tornar a produção nacional autosuficiente, a fim de atender às necessidades de defesa. No entanto, as empresas locais ainda tinham capacidades limitadas para atuar no mercado de aeronaves de pequeno porte, se comparadas com os principais competidores internacionais. As empresas norte-americanas De Havilland, Cessna, Fairchild e Piper, a sueca Saab, a britânica BAe, a francesa Dornier, a holandesa Fokker e a canadense Canadair eram as principais competidoras e vendiam produtos de qualidade superior, com preços inferiores, além de oferecerem assistência técnica e serviços de manutenção melhores (DAGNINO e PROENÇA, 1989).

Entretanto, nos anos 60, a empresa Neiva foi a primeira fabricante de aviões brasileira a investir em um centro de P&D, tendo constituído o Centro de Desenvolvimento Neiva, com instalações próprias próximas ao DCTA. O Centro tinha o objetivo de desenvolver pequenos aviões, e o seu principal cliente era o governo brasileiro. Segundo Bernardes (2000^a),

... Com as compras efetuadas pelo governo, a Neiva seria capaz de expandir as suas instalações e atrair os melhores técnicos do setor nos anos sessenta. Nessa década, a Neiva desenvolveu alguns aviões que se consagraram na história da aviação nacional, como o Regente (a primeira aeronave inteiramente produzida de metal e em escala no Brasil) e o Universal (um monoplano de treinamento avançado). A Neiva, posteriormente, transferiria sua Divisão de Projetos para São José dos Campos, e tornar-se-ia um dos

⁷O Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD) foi o segundo instituto do DCTA instalado, criado pelo Decreto nº 34.701, de 26 de novembro de 1953, com o objetivo de estudar os problemas técnicos, econômicos e operacionais relacionados com a aeronáutica, cooperar com a indústria e buscar soluções adequadas às atividades da aviação nacional. Em 1991, o IPD foi extinto e parte das suas atividades passaram a constituir o atual Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), com a missão de realizar pesquisa e desenvolvimento no campo aeroespacial. Cabe destacar que parte dos recursos humanos e infraestrutura do IPD foram transferidos para apoiar na criação da Embraer no início dos anos 1970.

principais centros de P&D em aeronáutica no país. (BERNARDES, 2000a, p. 157).

Além da Neiva, cabe destacar as empresas Aerotec e Celma, que fabricavam aviões de treinamento e partes, componentes e motores. A Aerotec fabricou o modelo T23 para treinamento de pilotos pelos aeroclubes e para a Força Aérea. Já a Celma teve um papel importante na fabricação de partes e componentes para motores de pequeno porte. Em 1991, a Celma foi privatizada e adquirida pela General Electric Aviation (GEAE).

Em 1969, o governo brasileiro e as empresas agrícolas eram os principais clientes dos fabricantes de aviões e de motores no Brasil (Quadro 4). Assim como na fase anterior, há poucas informações sobre a estrutura da cadeia de fornecimento daquela época, embora o IFI estivesse realizando programas para desenvolver fornecedores locais, visando atender as necessidades de peças de reposição do governo brasileiro⁸.

Empresa	Fundação	Localização	Produtos	Comentários	Situação atual
Celma	1951	Petrópolis, Rio de Janeiro	Montagem de motor aeronáutico e fabricação de algumas de suas partes. Atualmente, a empresa presta serviços de manutenção de motores.	Fornecedor para o avião militar AMX da Embraer durante os anos 1980, recebendo tecnologia transferida dos parceiros estrangeiros do AMX.	Privatizada em 1991, foi adquirida pela General Electric Aircraft Engines - GEAE-EUA. Além de fazer manutenção, é um centro de desenvolvimento de processos.
Neiva	1953	São Paulo	Aviões para agricultura e treinamento.	Primeira empresa que criou um centro de desenvolvimento de produto. Vendia quase toda sua produção ao Ministério da Aeronáutica.	Comprada pela Embraer em 1980 para montagem de pequenos aviões - Piperline.
Aerotec	1962	São Paulo	Aviões de treinamento.		Fora do mercado

Quadro 4 - Principais Empresas do Setor Aeronáutico Brasileiro antes da Embraer - 1950-1969

Fonte: construída a partir de Ramamurti (1987) e Bernardes (2000a).

⁸Fonte: entrevistas realizadas no IFI/DCTA.

O ano de 1968 foi marcado por um importante acontecimento na história do sistema aeronáutico: o primeiro protótipo do “avião brasileiro” (com 19 assentos) voou como resultado do projeto IPD 6504, desenvolvido pelo IPD, do DCTA. Em 1969, o projeto foi concluído e o avião, chamado Bandeirante, foi considerado pronto para fabricação. Ao final de 1969, o governo transformou a unidade de pesquisa do IPD, responsável pelo projeto, na empresa estatal Embraer para a fabricação e comercialização do Bandeirante.

Além da transferência da unidade de pesquisa do IPD, o DCTA “emprestou”, também, pessoal administrativo e financeiro, entre outros funcionários, para a Embraer (BRAGA e CABRAL, 1986). É importante enfatizar que os principais modelos de aeronaves da Embraer eram desenhados no DCTA e financiados pela Força Aérea Brasileira.

Assim, a Embraer foi constituída com o objetivo de fornecer para o governo brasileiro aviões com maior capacidade do que os produzidos anteriormente no Brasil. A estatal deveria, também, competir com as empresas concorrentes internacionais que dominavam o comércio mundial citadas acima.

3.2.3 Fase Moderna (1970-1980)

Durante os anos 70, o Ministério da Aeronáutica utilizou os incentivos governamentais existentes para a substituição de importações (BRASIL, 1966) a fim de fomentar o desenvolvimento de capacidade produtiva e tecnológica e do mercado para a Embraer (GREEN, 1987; DAGNINO e PROENÇA, 1989; DAGNINO e PROENÇA, 1993; BERNARDES, 2000b). As duas principais motivações ou “benefícios inequívocos” eram

1. A FAB poderia finalmente contar com o material e o equipamento necessários às suas missões.
2. O governo teria um bom projeto destinado às exportações, estratégia que poderia reduzir os déficits na balança comercial. (SILVA, 2008, p. 79)

A Embraer tinha a formação do capital misto, sendo 51% das ações do governo brasileiro e 49% distribuídos entre pessoas físicas e empresas nacionais (RAMAMURTI, 1987). Além da participação na formação do capital, o governo incentivou a participação de outros acionistas por meio do Decreto-lei nº 770, de 1969, que possibilita a dedução de até 1%

do imposto de renda devido às pessoas jurídicas que investissem em ações da Embraer no período de 1970-1975 (BRASIL, 1969; BRAGA e CABRAL, 1986; BERNARDES, 2000a).

Juntamente com os incentivos para investidores, a política de compensação (*offset*) nas aquisições de aeronaves pelo governo, envolvendo acordos para o desenvolvimento conjunto e a transferência de tecnologia de empresas estrangeiras para a Embraer, foi outro mecanismo utilizado. Além disso, as ações governamentais contemplam a regulamentação por meio da edição de decretos especiais para transferência de tecnologia em programas de cooperação e fomento à pesquisa e educação em engenharia aeronáutica.

Em articulação com esses incentivos, as importações de aviões similares aos produzidos pela Embraer, ou seja, para os modelos Bandeirante e Xingú (Quadro 5), eram controladas pela Comissão de Coordenação de Transporte Aéreo Civil (COTAC) e regulamentadas pelo Capítulo III, Seção V do Decreto-Lei nº 37 (BRASIL, 1966). Segundo Green (1987), além dessa regulamentação, a outra proteção estava regulamentada pelo Decreto nº 61.574, de 20 de outubro de 1967, Lei dos Similares, que dispõe sobre a política de industrialização por meio da substituição de importações. Pela Lei dos Similares,

... o departamento de comércio exterior do Banco do Brasil expede a guia de importação para avião depois de recebida a aprovação da Comissão de Coordenação de Transporte Aéreo Civil (COTAC), subordinada ao Ministério da Aeronáutica. A interpretação de “similar” para a COTAC e as altas taxas de juros brasileiras mantiveram fora do mercado aviões estrangeiros que competiriam com aqueles produzidos no Brasil e que o Governo não considerava necessários ao desenvolvimento do país. (GREEN, 1987, p. 5)

Outra forma de proteção adotada para os produtos importados foi o aumento nas taxas alfandegárias para aviões importados de 7% para 50%, conforme determinado pelo Decreto-lei nº 1.519 de 5 de 1977 (GREEN, 1987). Ainda segundo Green (1987), a Embraer tinha garantido o monopólio da produção e da comercialização de aviões turbo-propulsores com mais de 8 assentos no Brasil.

Entre os programas de transferência de tecnologia, merece destaque a compra de 112 novos aviões de caça militares da empresa Aermacchi (Itália) pela FAB, chamado de Programa AMX. A compra foi realizada no âmbito de acordo de cooperação assinado entre o governo brasileiro e o governo italiano, que incluía compensação (*offset*). O programa de compra dos 112 caças contemplou o desenvolvimento conjunto entre a Embraer e as empresas italianas Aermacchi e Aeritalia, a produção dos modelos AMX em série pela Embraer e a construção de capacidade para a fabricação de turbinas pela empresa Celma no Brasil. O

programa começou ao final da década de 70 e foi concluído na década de 80 após a fabricação do AMX pela Embraer, chamado de AT-26 Xavante.

Segundo Frischtak (1994), alguns dos principais impactos, na Embraer, com relação à participação no programa do AMX, foram: capacidade para desenvolver conjuntamente tecnologias; capacidade de desenho, projeto e produção; melhoria na gestão e controle da qualidade, na organização da logística de compra de materiais, na documentação técnica; e desenvolvimento na organização das linhas de montagem para a fabricação de aeronaves com propulsão a jato. Tais conquistas possibilitaram, por exemplo, o redesenho do tanque do caça pela Embraer, o que ampliou o alcance do mesmo e significou uma mudança importante em relação ao protótipo original. Para tanto, engenheiros e técnicos da Embraer foram treinados na Aermacchi e, ao mesmo tempo, especialistas da Aermacchi trabalharam na Embraer (RAMAMURTI, 1987; FRISCHTAK, 1994).

Outro projeto importante, para a aquisição de competências foi o acordo de licenciamento entre a Embraer e a empresa Piper (EUA) para fabricação de aviões de pequeno porte no Brasil. Os aviões Piper atendiam, basicamente, o mercado da aviação geral (agrícola e aeroclubes) e foram considerados de melhor qualidade do que os fabricados no Brasil, à época. Com o acordo, a Embraer tornou-se a representante comercial e a fabricante dos aviões Piper no Brasil. Segundo Frischtak (1994):

The three essential features of the agreement were: (1) no royalty payments; (2) Embraer's right to make modifications which it deemed appropriate to the imported models; (3) a progressive nationalisation of the components of the aircraft, which was expected to reach 70-75% for all models. (FRISCHTAK, 1994, p. 605)

Para o autor, as competências relevantes adquiridas pela colaboração com a Piper foram aquelas relacionadas à comercialização e serviços de pós-venda.

Destaca-se o relevante papel da infra-estrutura de C&T disponível à época para apoiar o desenvolvimento tecnológico do setor, em especial da Embraer que era formada, principalmente, pelos institutos do DCTA, pelo IPT e pela Universidade de São Paulo (USP). De acordo com as entrevistas realizadas no DCTA e na Embraer, a proximidade geográfica e o fato dela ser uma *spin-off* do DCTA possibilitaram uma estreita colaboração entre os especialistas das duas instituições. Um exemplo foi a utilização dos laboratórios do DCTA pela Embraer, ou vice-versa, para a realização de testes para o desenvolvimento, solução de problemas no projeto e apoio na manufatura.

O Quadro 5 destaca as principais aeronaves comercializadas nesse período, o EMB 110 Bandeirante e o EMB 121 Xingú. As principais diferenças entre eles, além do número de assentos, eram a velocidade e a altitude. Enquanto o Bandeirante voava a 413 km/h e uma altitude máxima de 22.500 pés, o Xingú tinha uma velocidade máxima de 450 km/h e poderia atingir até 26.000 pés. Essa diferença foi possível pela introdução de inovações que resultaram, principalmente, da estreita colaboração entre a Embraer e o CTA.

Ano (Primeiro vôo)	Modelo	Assentos	Altitude (pés)	Velocidade (km/h)	Características
1972	EMB 110 Bandeirante	19	22.500	413	Leve duplo turbo-propulsor
1979	EMB 121 Xingú	8	26.000	450	Duplo turbo-propulsor pressurizado

Quadro 5 - Principais Aeronaves Comerciais Produzidas pela Embraer: 1970-1980

Fonte: <<http://www.embraer.com>> e <<http://www.airliners.net/>>, acesso em Jan/2001

A cadeia de fornecimento estava, basicamente, concentrada na fabricação de peças e componentes para a Neiva, Embraer e Força Aérea. De fato, a própria Embraer produzia cerca de 90% da fuselagem, incluindo outros componentes, tais como o sistema de pressurização para o Xingú. A empresa tinha a missão, delegada pela Força Aérea, de aumentar o conteúdo nacional nas aeronaves e, por isso, apoiava a construção de capacidades em empresas fornecedoras locais, por meio de apoio técnico direto e em parceria com o IFI. As fornecedoras locais eram, na sua maioria, de pequeno e médio porte. Com o crescimento da Embraer, ela passou a ter um papel fundamental no desenvolvimento do setor. Segundo Frischtak (1994, p. 602), “the development of the Brazilian passenger aircraft industry can be equated with the development of Embraer”.

Cabe ressaltar que existe pouca informação sobre o tipo de produto e serviço que as PMEs brasileiras forneciam. Algumas empresas entrevistadas informaram que fabricavam poltronas, peças para o trem de pouso, peças e componentes para o motor, entre outros. Segundo Dagnino e Proença (1989), cerca de 70% dos componentes e peças dos aviões eram importados. Para os autores, o alto conteúdo de importados na aeronave levou alguns pesquisadores a questionarem a eficácia dos resultados dos esforços do governo brasileiro para a criação de uma cadeia de fornecimento nacional.

De acordo com entrevistas feitas no IFI, a baixa escala de produção, as altas exigências de qualidade e os altos custos de desenvolvimento influenciaram a concentração da produção de peças e componentes na Embraer e fizeram com que fosse necessário importar muitos dos demais componentes. Poucos fornecedores brasileiros haviam desenvolvido a capacidade para a fabricação; e aqueles que conseguiram, dependiam do apoio do DCTA e da Embraer, realizado por meio de consultorias do IFI, auditorias e suporte técnico da Embraer. As PMEs não conseguiram alavancar o seu desenvolvimento por meio de exportações ou diversificação para outros mercados (DAGNINO e PROENÇA, 1989; BERNARDES, 2000a).

A década de 70 foi um período de grande competição entre a Embraer e a Neiva, no mercado interno, referente às aeronaves agrícolas. No mercado externo, a Embraer enfrentava, principalmente, as empresas De Havilland, Cessna, Fairchild, Piper, Saab, BAe, Dornier, Fokker e Canadair, entre outras empresas produtoras de aviões regionais. Os modelos de aeronaves da Neiva competiam diretamente com os modelos Piper fabricados pela Embraer. Entretanto, a Embraer começava a ganhar em escala com os modelos Bandeirante (19 assentos) e o Xingú (8 assentos), enquanto a Neiva continuava produzindo os mesmos aviões agrícolas e não conseguia exportá-los.

Os programas e incentivos governamentais acima destacados melhoraram, consideravelmente, a capacidade na indústria aeronáutica brasileira, com a criação e desenvolvimento da Embraer. Ao final dos anos 70, a Embraer começou a exportar para os EUA e outros países da América do Sul, iniciando um processo de internacionalização a partir da constituição de escritórios de vendas e manutenção naqueles países. Este foi o caminho natural para que a empresa mantivesse o ritmo de crescimento, já que o mercado interno, basicamente a demanda do governo brasileiro, não era suficiente para o desenvolvimento da empresa. Como descreve Silva (2008), a própria Embraer foi concebida ao final da década de 60 com a motivação de ser uma empresa competitiva internacionalmente. Entretanto, o crescimento da Embraer não foi acompanhado pelo crescimento de empresas fornecedoras brasileiras.

3.2.4 Fase de Internacionalização (1981-1994)

No início dos anos 80, as ações governamentais de apoio ao desenvolvimento do setor aeronáutico contemplavam, basicamente, investimentos em atividades de P&D, transferência de tecnologia estrangeira, proteção ao mercado, incentivos e subsídios fiscais. O financiamento à P&D era destinado, principalmente, ao DCTA, que deveria estreitar os laços com outras instituições de C&T, ou seja, a Embraer e demais empresas brasileiras do setor.

Os investimentos na infraestrutura de C&T foram reduzidos a partir da metade da década de 80 (entrevistas no IFI). Mesmo assim, algumas instituições de C&T continuaram colaborando com a Embraer no que diz respeito ao desenvolvimento tecnológico e à criação de novos modelos de aeronaves. Embora existissem outras instituições brasileiras e estrangeiras apoiando de alguma forma o setor, a Universidade de São Paulo, o DCTA e o IPT foram as mais relevantes para a formação de engenheiros, pesquisa aeronáutica, testes e experimentos necessários ao desenvolvimento do modelo AMX e do novo projeto para o desenvolvimento do modelo CBA 123, pela Embraer.

Além da Embraer, essas instituições de C&T tinham parcerias com a Celma, a Neiva e a Aeromot, entre outras empresas. Segundo entrevistas, o DCTA, especificamente o IFI e o ITA, assessorava as empresas em melhoria da qualidade da produção e dos produtos, implantação de rastreamento, realização de testes, apoio à certificação e apoio à homologação. No entanto, Braga e Cabral (1986) explicam que, apesar dos esforços governamentais e apoio das universidades e centros tecnológicos, a produção nacional não se diversificou para o desenvolvimento da cadeia de fornecedores, continuando concentrada na Embraer.

Na década de 80, a Embraer continuou a parceria com a Aermacchi e a Aeritalia no programa AMX. Segundo Frischtak (1994), além do que foi descrito anteriormente, essa parceria proporcionou a implantação na Embraer, de

...CAD/CAM systems and sophisticated tooling (such as 7ve-axis NC machining centres), integrated digital electronics and advanced navigation, communication and identification systems, and ... composite materials⁹ (FRISCHTAK, 1994, p. 606).

⁹ As abreviações significam: Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM) e Numerical Control (NC).

Cabe informar que, além da Embraer, a Celma recebeu tecnologia transferida no programa AMX e investimentos para a ampliação da fábrica, novas máquinas e novos equipamentos para a montagem dos motores e produção de algumas de suas peças e componentes. No entanto, os resultados não foram como planejados pela Força Aérea, pois, segundo as entrevistas no IFI e na empresa, a capacidade adquirida pela Celma no programa AMX foi direcionada para a manutenção de motores. Para os entrevistados, somente a Embraer conseguiu alavancar a competitividade a partir do programa AMX. Eles afirmam que a aprendizagem das tecnologias para o desenvolvimento do AMX foi fundamental para o desenvolvimento dos modelos atuais da família ERJ.

A fase do programa AMX coincide com a fase do desenvolvimento e comercialização da aeronave EMB 120 Brasília, com capacidade para transportar até 30 passageiros, a uma velocidade máxima de 555 km/h, altitude de até 30.000 pés e sistema duplo-propulsor pressurizado. O Brasília foi o modelo mais vendido à época no mundo. Segundo Frischtak (1994), o Brasília alcançou 25% do mercado mundial na categoria, em virtude dos seus reduzidos custos operacionais e eficiência tecnológica. Ressalta-se que, ainda segundo o autor, esse modelo conquistou 40% do mercado norte-americano ao final da década de 80.

Ao final da década de 80, a Embraer desenvolveu o avião à jato CBA 123, que foi concebido no âmbito de um acordo entre o governo brasileiro, argentino e chileno. O CBA 123 tinha capacidade para 19 passageiros e foi planejado para substituir o Bandeirante. Os avanços tecnológicos do modelo CBA 123 foram uma consequência das competências adquiridas pela Embraer durante o desenvolvimento do Brasília e do AMX. Esse modelo incorporou novidades no desenho, manufatura e integração de sistemas, incluindo motor à jato, novos materiais, aviônicos e incorporou novidades tecnológicas que ainda não estavam disponíveis no mercado mundial para essa categoria de aeronave. No entanto, o avião foi um fracasso comercial, pois o preço final estava acima dos preços dos similares internacionais. Além disso, os governos dos três países parceiros não investiram no projeto e não compraram os aviões, como acordado. De fato, o CBA 123 foi reconhecido como um sucesso tecnológico, mas que não foi comercializado, agravando a crise financeira da Embraer (FRISCHTAK, 1994).

Ainda que a Embraer concentrasse a produção de aeronaves de 2 assentos para aviação agrícola e de 8 a 30 assentos para aviação regional, havia outros modelos fabricados no Brasil, tais como:

- Aeromot - planadores para treinamento e lazer; e
- Neiva - aeronaves com 2 assentos para aviação agrícola e aeroclubes.

A Embraer adquiriu a Neiva em 1984 e concentrou ainda mais a produção de aeronaves. E a Aeromot concentrou sua atuação nas exportações dos planadores para os EUA.

Com relação à cadeia de fornecedores, Dagnino e Proença (1989) explicam que, aproximadamente, 70% dos componentes dos aviões da Embraer continuavam sendo importados. Segundo entrevistas e Bernardes e Oliveira (2002), a base local de fornecedores era composta por, aproximadamente, 100 PMEs que fabricavam peças, componentes e forneciam serviços de engenharia no início da década de 1990. Ocorre que a cadeia de fornecedores era verticalizada, pois as próprias fabricantes de aeronaves produziam alguns componentes. Continuava, nessa fase, a compra de componentes e sistemas mais sofisticados (turbinas e aviônicos, entre outros) de empresas estrangeiras, principalmente americanas e européias.

Essa fase foi marcada pela redução dos investimentos e das compras governamentais. Os recursos governamentais foram reduzidos, por exemplo, para a compra de aviões de treinamento e para P&D realizada pela Embraer. Além disso, a Lei nº 7.714, que concedia 1% de isenção fiscal para as empresas nacionais investirem em ações da Embraer, foi revogada em 1988 (BRASIL, 1988). A soma desses acontecimentos à redução nas exportações resultou na própria crise financeira da Embraer e na sua privatização em 1994.

A compra da Embraer foi feita por um consórcio de empresas, e as ações com direito a voto ficaram assim distribuídas: 20% do Grupo Bozano-Simonsen, 20% da PREVI (Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil), 20% da Fundação Sistel de Seguridade Social (SISTEL), 20% distribuídas entre as européias EADS (European Aeronautic Defence and Space Company), Dassault Aviation, SNECMA (Société Nationale d'Étude et de Construction de Moteurs d'Aviation) e Thomson-CSF, e 19% da BOVESPA (Bolsa de Valores de São Paulo). O governo brasileiro ficou com 1% das ações com direito a voto, chamadas de Golden Share, que lhe dá direito para interferir nas votações de assuntos estratégicos relacionados à defesa.

3.2.5 Fase de Reestruturação Industrial (1995-2002)

Entre 1995 e 2002, o governo brasileiro continuou com os processos de privatizações e abertura da economia, iniciados anteriormente. No entanto, novas medidas foram adotadas para a atração de investimentos estrangeiros, desenvolvimento da infraestrutura de C&T e ampliação das exportações, tendo em vista a necessidade de aceleração na taxa de crescimento da economia.

Financiamento à P&D, incentivos e subsídios orientados à exportação e apoio à nacionalização de componentes foram as principais ações governamentais para vários setores, incluindo o aeronáutico. Entretanto, tais medidas não resultaram no adensamento da cadeia de fornecedores (BERNARDES, 2000b; MONTORO e MIGON, 2009). Diante disso, novas medidas foram discutidas com o setor para incentivar a nacionalização dessa cadeia.

Para o desenvolvimento das PMEs, uma das novas medidas foi o programa para a promoção das exportações, a partir da construção de consórcio de micro, pequenas e médias empresas, realizado pela Agência de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX-Brasil). O programa promovia a capacitação por meio de incentivos à modernização industrial (aquisição de máquinas e equipamentos CNC), treinamento de empregados, programa de qualidade e visitas e participação nas principais feiras aeronáuticas internacionais. Outras ações importantes foram os incentivos fiscais orientados às exportações, o PROEX (Programa de Financiamento às Exportações), operado pelo Banco do Brasil, e o FINAMEX (Financiamento para Máquinas e Equipamentos para Exportação), operado pelo BNDES, que foram muito importantes para apoiar as exportações da Embraer e modernização industrial.

Além destes, o governo contribuiu com os esforços da Embraer para a atração de plantas de fornecedores para o Brasil. Como resultado, seis fornecedores estrangeiros - dois europeus, três americanos e um japonês - instalaram plantas na região de São José dos Campos-SP, a partir de 1999. Esses fornecedores da Embraer produziam seções da fuselagem, partes para as asas, interiores e janelas. No total, eles empregaram cerca de 600 pessoas em 2002. Essas empresas importavam a maior parte dos seus componentes das matrizes ou subsidiárias estrangeiras em outros países. A atividade principal no Brasil consistia na montagem e assistência técnica para a Embraer. Somente uma delas fabricava, também, partes

da fuselagem para a Airbus, ou seja, para exportação. O problema é que poucas PMEs brasileiras forneciam para as subsidiárias, ampliando os seus mercados.

De acordo com as entrevistas feitas com os fornecedores estrangeiros, encontrava-se grande dificuldade em contratar fornecedores brasileiros que tivessem disponibilidade para fabricar as partes e componentes conforme as normas aeronáuticas de segurança e qualidade. A escala de produção era pequena e o tempo de desenvolvimento reduzido para a complexidade do produto, que exigia a certificação pelos organismos responsáveis nos Estados Unidos e na Europa, tais como a Federal American Aviation (FAA), a Joint Aviation Authorities (JAA) e a European Aviation Safety Agency.

As poucas empresas brasileiras contratadas por elas forneciam, essencialmente, ferramentas e peças menos sofisticadas para a manufatura e serviços técnicos especializados de maior valor. É importante salientar que, segundo as entrevistas com cinco subsidiárias brasileiras fornecedoras, as empresas brasileiras foram contratadas a partir da indicação da Embraer, tendo em vista as capacidades específicas que elas já possuíam por serem fornecedoras da própria Embraer.

Durante a fase de reestruturação industrial, a Embraer ampliou o número de modelos de aeronaves, iniciando a produção da família ERJ 145 (ERJ 135, 140, 145 e 145 XR) com variações para o transporte de 35 a 50 passageiros. A empresa iniciou, também, o desenvolvimento dos modelos ERJ 170 e ERJ 175, para o transporte de 70 a 88 passageiros. Todos os modelos têm como fundamento a familiaridade entre os sistemas operacionais e a propulsão a jato (Quadro 6).

Ano (1º voo)	Modelo	Assentos	Altitude (pés)	Velocidade (km/h)	Características do motor
1995	ERJ 145	50	37.000	833	Twin turbo-fan (jet engine)
1995	ERJ 140	44	37.000	833	Twin turbo-fan (jet engine)
1998	ERJ 135	37	37.000	833	Twin turbo-fan (jet engine)

Quadro 6 Principais Aeronaves Civis Produzidas pela Embraer: 1995-2002

Fonte: <<http://www.embraer.com.br>> , acesso em 30 de março de 2009, <<http://www.airliners.net/>>, acesso em Janeiro de 2001, e entrevistas.

Com relação à infraestrutura de C&T de apoio ao desenvolvimento dos recursos humanos e tecnologias necessárias aos novos modelos de aeronaves, a Embraer passou a gerenciar vários projetos de pesquisa em parceria com o DCTA, o IPT, a USP, a Universidade de São Carlos, a UNICAMP, a UFSC, a UFSCar, entre outras universidades brasileiras e estrangeiras. Segundo entrevistas, vários projetos eram financiados parte pela Embraer e parte pela FINEP, e referiam-se a uma variedade de temas, tais como combustíveis alternativos para aviação, novos materiais e *software*. Para os entrevistados, poucas PMEs brasileiras fornecedoras da Embraer participaram desses projetos de pesquisa, pois a grande parte delas não tinha competência nos temas da pesquisa ou atividade interna em engenharia ou desenvolvimento que permitisse a participação em tais projetos. Entretanto, tais empresas tinham capacidade técnica suficiente para fornecer partes, serviços técnicos e serviços de engenharia em áreas específicas e em conformidade com as especificações da Embraer.

Para o financiamento ao desenvolvimento dos novos modelos da família ERJ 145, a Embraer apoiou-se em contratos especiais com algumas empresas, os quais foram realizados, basicamente, com empresas estrangeiras que compartilharam o financiamento ao desenvolvimento e forneciam componentes ou sistemas, conforme as negociações. Esses

contratos contemplavam participação nos lucros oriundos das vendas do modelo da aeronave, como forma de retorno do investimento realizado, e o compartilhamento de *royalties* nos desenvolvimentos realizados em conjunto com a Embraer. A única empresa brasileira que participou desse grupo seletivo de fornecedores foi a Eleb, que era uma *joint venture* entre a alemã Liebherr e a própria Embraer.

Um aspecto importante é que alguns fornecedores estrangeiros necessitavam desenvolver determinadas capacidades para desenharem e fabricarem os componentes. Esses foram os casos, por exemplo, das empresas Gamesa (Espanha), Latécoère (França), Sonaca (Bélgica) e Enaer (Chile). Para tanto, tiveram assessoria de empresas brasileiras fornecedoras de serviços de engenharia e assistência técnica da própria Embraer. As empresas que receberam assessoria ampliaram o fornecimento para a Airbus e continuavam fornecendo para a Embraer. Essas empresas estrangeiras participavam, também, dos programas de desenvolvimento de fornecedores europeus para a cadeia da Airbus, ao tempo em que se capacitavam para fornecer à cadeia da Embraer. Segundo as entrevistas e Bernardes (2000a), as PMEs brasileiras não tinham capacidade financeira e suporte governamental suficiente para participar desses contratos especiais como tiveram as empresas citadas acima.

Após a experiência com os contratos de co-financiamento para o projeto do ERJ 145, a Embraer incluiu o desenvolvimento conjunto com fornecedores para o novo projeto ERJ 170/190. Nesse tipo de contrato, os fornecedores participaram da etapa de especificação dos componentes e sistemas correspondentes a cada um no projeto. O contrato incluía cláusulas de sigilo e confidencialidade. Somente a Embraer tinha o conhecimento sobre o projeto como um todo, enquanto cada empresa fornecedora tinha conhecimento sobre a sua parte no projeto. Além do desenvolvimento, a empresa com contrato de co-desenvolvimento ficou responsável, também, pelo apoio à integração ou montagem na aeronave, pelo detalhamento dos procedimentos operacionais em documentos/manuais, e por outras etapas de suporte e assistência técnica.

As equipes técnicas da Embraer e das empresas parceiras trabalharam no mesmo local, na matriz da Embraer, para o desenvolvimento do projeto. Essas equipes ficaram reunidas até a fase de prototipagem e/ou fabricação. De fato, segundo as entrevistas, as equipes foram reduzindo-se, gradativamente, e retornando às suas empresas de origem após o período de testes, experimentos, homologação e certificação aeronáutica do ERJ 170.

Em paralelo às mudanças nas estratégias de relacionamento com os fornecedores, houve uma profunda reestruturação administrativa na Embraer, que resultou no aumento do

faturamento por empregado de US\$ 71 mil, em 1995, para US\$ 252 mil, em 1999. Acrescente-se ao aumento na produtividade, a redução do ciclo de produção de oito meses em 1996 para cinco meses em 2000 (DAMIANI, 2001).

Houve, também, uma reestruturação na organização financeira da Embraer, que iniciou as negociações das suas ações na Bolsa de Valores de Nova Iorque (NYSE - New York Stock Exchange), em 2000. A composição acionária da empresa ficou assim distribuída: 20% das ações do Grupo Bozano Simonsen, 20% da PREVI, 13% da SISTEL, 28% NYSE, 1% Governo Brasileiro e 18% distribuídas entre diversos acionistas. A adequação da organização financeira da Embraer, conforme a regulamentação da NYSE e do mercado financeiro internacional, proporcionou um novo avanço da mesma em direção à consolidação da sua competitividade internacional por meio da sua capitalização.

Cabe salientar que, ao final da década de 80 e durante a década de 90, alguns fabricantes de aeronaves regionais em outros países saíram do mercado, tais como BAe, Cessna, Saab e Fokker, enquanto outros realizaram fusões ou foram adquiridos, como a Fairchild-Dornier e Bombardier-Canadair. A Fairchild-Dornier declarou falência em 2002. Tendo em vista as mudanças, a principal competidora da Embraer tornou-se a Bombardier Aerospace, a partir de 1996. As duas empresas disputam, anualmente, a terceira colocação como maiores produtores mundiais de aeronaves comerciais (PADGET, 2003 e entrevistas)¹⁰.

Um acontecimento importante desse período foi o acirramento da competição entre a Embraer e a Bombardier. Em 1998, aproximadamente, a disputa comercial entre as duas empresas contribuiu para que o governo do Canadá iniciasse processo judicial na Organização Mundial do Comércio (OMC) contra os subsídios às exportações do governo brasileiro ao setor aeronáutico. Especificamente, o processo referiu-se aos pedidos de restituição de perdas em negociações internacionais pela Bombardier e Embraer. O Brasil, pelo mesmo motivo, entrou, também, com processo judicial contra o Canadá

O argumento principal dos dois países era a existência de subsídios governamentais que favoreciam os preços menores praticados por uma ou outra empresa nas negociações. A Bombardier sustentava que os jatos da Embraer, embora menos avançados tecnologicamente, tinham sucesso nas vendas em função do custo de mão-de-obra inferior, da desvalorização da moeda brasileira e dos subsídios governamentais. A Embraer contra-argumentou que os jatos da Bombardier eram subsidiados pelo governo canadense pelas

¹⁰As maiores fabricantes mundiais de aeronaves comerciais são a norte-americana Boeing e, em seguida, a européia Airbus.

baixas taxas de juros no financiamento e recursos subvencionados que recebia. O resultado foi que ambos os países tiveram que adequar seus incentivos ao setor aeronáutico às normas e regulamentações da OMC.

Neste contexto, os fornecedores locais, que eram, na maior parte, subcontratados pela Embraer para fornecer peças e partes, ferramental de montagem, serviços técnicos e projetos de engenharia, tinham que atender aos altos padrões de qualidade e prazos reduzidos para entrega. Tinham, assim, que atender às exigências técnicas, financeiras e de qualidade da Embraer, descritas no Quadro 7, conforme a característica do produto e serviço fornecido. Para o credenciamento da empresa como fornecedora, ela teria que concordar com a auditoria, pelo menos uma vez ao ano, e o monitoramento do atendimento às exigências de melhoria resultantes das auditorias. Os fornecedores locais têm, então, de implantar e corrigir o que foi exigido para continuar como fornecedor. Cabe informar que essas condições específicas se aplicam aos produtos e serviços que impactam diretamente na qualidade e no desempenho da aeronave.

Exigências Gerais	
Técnicas	Realizar testes e experimentos.
	Avaliar amostras iniciais de produto por meio de testes e experimentos na planta.
	Ter produtos citados na lista daqueles qualificados por uma organização oficial de certificação.
	Demonstrar similaridade com o produto já listado, no caso de novos produtos.
	Entender especificações de produto e de processo.
	Ter experiência prévia.
	Recursos disponíveis para o projeto, manufatura e ferramentas para montagem, testes e experimentos, metrologia e testes de calibragem.
Qualidade	Ter histórico de fornecimento de itens similares.
	Auditar o programa de qualidade, com um técnico da Embraer ou uma organização autorizada.
	Assegurar qualidade de produto e de processo.
Financeiras	Preencher a solicitação de proposta que inclui informação sobre preço, tempo de entrega e condições de pagamento, entre outros.
	Ter uma situação econômico-financeira saudável.
	Realizar planejamento e gestão organizacional, conforme os padrões da Embraer.
	Ter experiência prévia de fornecimento.

Quadro 7 - Exigências Gerais da Embraer aos Fornecedores Locais

Fonte: desenvolvida a partir de Bernardes (2000a) e entrevistas.

Em virtude da falta de capacidade financeira para o cumprimento das exigências e da acirrada disputa internacional pelo fornecimento, o número de empresas brasileiras de produtos e serviços, com impacto direto na aeronave, diminuiu de aproximadamente 100, no período 1980-94, para aproximadamente 50, no período 1995-2002 (entrevistas). Segundo Bernardes e Oliveira (2002), 40 PMEs foram subcontratadas para fornecer peças, partes e ferramentas para montagem, e 10 PMEs forneciam serviços técnicos e projetos de engenharia. Essas empresas de serviços tinham equipe trabalhando dentro da planta da Embraer.

Em sua maioria, tais empresas eram de propriedade de ex-funcionários da Embraer e situavam-se nos arredores da sede da empresa, em São José dos Campos (SP), no Vale do Paraíba. A proximidade geográfica entre elas, a Embraer e o DCTA, entre outras instituições locais, facilitou o desenvolvimento de capacidade para que continuassem como subcontratadas da Embraer. No entanto, segundo Bernardes e Oliveira (2002), os esforços não foram suficientes para que essas empresas participassem dos contratos que envolvem desenvolvimento conjunto de projeto, acima descritos. A falta de capacidade financeira e organizacional (para gestão de projetos e desenvolvimento conjunto) das PMEs fornecedoras, além da inexistência de suporte governamental, foram considerados os principais problemas, apontados pelos entrevistados, para que estas empresas participassem dos contratos com co-desenvolvimento.

Em 1999, onze dessas PMEs criaram o Consórcio de Alta Tecnologia Aeronáutica (HTA), com o objetivo de desenvolver capacidades para participarem de contratos de co-desenvolvimento, como fornecedoras de sistemas e exportadoras para o mercado americano e europeu¹¹. Entre os produtos e serviços oferecidos pelo HTA constavam: projetos de engenharia (cálculo, desenvolvimento e detalhamento do desenho), manufatura de peças e partes de seções da fuselagem, manufatura de ferramental de montagem, montagem de subsistemas, entre outros similares.

As empresas do HTA eram subcontratadas da Embraer para o fornecimento de serviços de usinagem, peças, componentes e ferramental, além dos serviços de engenharia. As empresas produziam conforme as especificações da própria Embraer, até a fase de semi-acabados. A Embraer fornecia a assistência técnica e a matéria-prima, bem como efetuava o tratamento nas peças e os estágios finais de produção. Segundo entrevistas, o HTA estava em fase de implantação dos requisitos para a certificação dos seus produtos pelas organizações oficiais (FAA, JAA, ANAC e IFI). Em 2003, algumas empresas do Consórcio exportavam

¹¹Informação baseada em entrevista com o presidente e em documentos do Consórcio HTA.

peças para fornecedores estrangeiros da Embraer e outras empresas do setor, tais como a canadense Pratt & Whitney.

A credibilidade mundial da Embraer, alcançada no período de reestruturação industrial, foi um dos fatores que levaram alguns de seus fornecedores a exportar para o mercado Canadense e Europeu. Entretanto, a participação das PMEs brasileiras continuava pequena. Segundo entrevistas realizadas no IFI, AIAB e Embraer, apesar da credibilidade internacional do setor e dos esforços governamentais, aliados à qualidade da infraestrutura de C&T, as PMEs não conseguiram crescer e ampliar a participação no mercado externo, pois eram, ainda, muito dependentes da Embraer.

3.2.6 Fase de Fortalecimento da Competitividade Internacional (2003-2009)

Durante o período 2003-2009, os programas governamentais de apoio ao setor foram modificados para adequação às exigências da OMC, a partir do julgamento do litígio Brasil-Canadá para a disputa Embraer-Bombardier, descrita na seção anterior, ao tempo em que novos incentivos eram criados. Os incentivos criados foram para o conjunto da indústria e destinavam-se ao desenvolvimento da capacidade para inovação empresarial, dentre eles a Lei de Inovação, a Lei do Bem, a subvenção econômica à P&D nas empresas, além da ampliação dos recursos disponibilizados para projetos de pesquisa por meio de chamadas públicas (CGEE e ANPEI, 2009).

Além dos incentivos, o governo lançou o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI) 2007-2011¹², em 2007, e a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)¹³, em 2008. Os programas contemplados no PACTI eram transversais e contemplavam a ampliação no fortalecimento da infraestrutura de C&T nacional, enquanto que a PDP foi dividida em programas, sendo que o Programa para Consolidar e Expandir a Liderança incluía a política específica do setor aeronáutico¹⁴.

A PDP-Aeronáutica tem o objetivo de apoiar a consolidação da liderança mundial do setor e a conquista de novos mercados. Essa política contempla propostas de ações para o desenvolvimento do mercado de aeronaves comerciais (jatos executivos, regionais e

¹²Disponível em <http://www.mct.gov.br>, acesso em 04/12/2010.

¹³ Disponível em <http://www.pdp.gov.br/Paginas/Default.aspx>, acesso em 04/12/2010.

¹⁴ Ibidem.

helicópteros) e do mercado de aeropeças. Em articulação com o PACTI, as medidas da PDP-Aeronáutica estão relacionadas à modernização industrial, desenvolvimento tecnológico, redução das assimetrias tributárias internas entre os produtos importados e os produtos fabricados no país, apoio técnico e promoção comercial (estímulo às exportações e ampliação das vendas no mercado brasileiro).

Acompanhando esse conjunto de políticas governamentais, a Embraer ampliou seus investimentos em P&D entre 2000-2003, depois reduziu até 2005 e voltou a ampliar no período 2005-2007 (Gráfico 1), enquanto os investimentos em imobilizado, ou modernização industrial, foram menores que aqueles em P&D. Os investimentos nas duas áreas praticamente se igualaram em 2008 e reduziram em 2009.

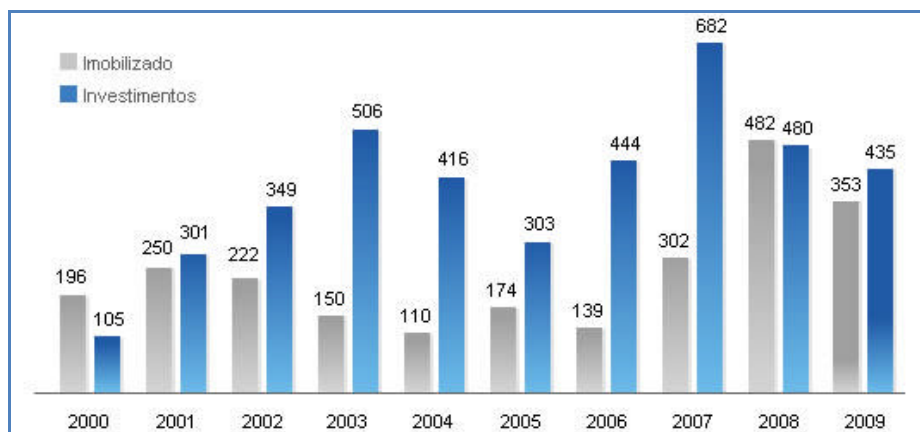


Gráfico 1 - Evolução dos Investimentos em Modernização Industrial e P&D – Embraer 2000-2008 (R\$ milhões)

Fonte: Disponível em

<http://www.embraer.com.br/portugues/content/imprensa/embraer_numeros.asp>, acesso em 30 de novembro de 2010.

A rede de instituições de C&T que apoiava o desenvolvimento tecnológico da Embraer e do setor foi, aparentemente, ampliada com relação ao período anterior. Podemos citar, dentre as principais instituições de C&T, o DCTA, o IPT, a USP, a UNICAMP, a UFSC, a UFRGS, a UFMG, a UFPE e a UFSCar, entre outras nacionais e, também, estrangeiras.

Um dos exemplos dos resultados dos esforços para o desenvolvimento tecnológico é a evolução na capacidade de carga, medida pelo número de assentos nas aeronaves, que passou de 70 para 122 passageiros (Quadro 8). As aeronaves incorporaram, também, novas tecnologias que possibilitaram a ampliação na distância percorrida de 1.550

para 2.400 milhas náuticas¹⁵, ampliando a altitude para 41.000 pés e a velocidade para 870 km/h. Ao sistema de propulsão a jato foi incorporada a tecnologia “Full Authority Digital Engine Control” (FADEC) que consiste em um sistema de apoio ao controle de todos os aspectos do desempenho da turbina de um avião. A partir da adequação dos aviões comerciais, a Embraer lançou os modelos Lineage, Phenom e Legacy, para competirem no mercado da aviação executiva. Esses modelos são modificados, internamente, conforme a especificação do cliente para transportar um número menor de passageiros com conforto e serviços VIP.

Ano (1º voo)	Modelo	Assentos	Altitude (pés)	Velocidade (km/h)	Características do motor
2004	ERJ 170	70-80	37.000	870	Twin turbo-fan (jet engine), com FADEC-controlled diagnostics
2004	ERJ 175	78-88	41.000	870	Twin turbo-fan (jet engine), com FADEC-controlled diagnostics
2005	ERJ 190	98-114	41.000	870	Twin turbo-fan (jet engine), com FADEC-controlled diagnostics
2006	ERJ 195	108-122	41.000	870	Twin turbo-fan (jet engine), com FADEC-controlled diagnostics

Quadro 8 - Principais Aeronaves Civis Produzidas pela Embraer: 2003-2009

Fonte: website Embraer <<http://www.embraer.com.br>>, acesso em 08 de janeiro de 2009.

Dentre as várias mudanças que ocorreram na Embraer, pode-se destacar a modernização da área financeira e a reestruturação de área societária. Conforme informações da Embraer¹⁶, a maior parte do capital está distribuída entre os mercados da NYSE (40,3%) e BMF&BOVESPA (21,9%), para investidores individuais. O restante está distribuído entre PREVI (13,7%), Oppenheimer Fund’s (6,5%), CIA. Bozano (6,1%), Thornburg Investment (6,0%) e BNDES Participações (5,5%) (Gráfico 2). Do total das ações negociadas, 53,9% foram por meio da BMF&BOVESPA e 46,1% pela bolsa de NYSE.

¹⁵A unidade de medida de distância “nm” ou milha náutica é utilizada quase exclusivamente em navegação marítima ou aérea. 1 nm equivale a 1,852 km (informação disponibilizada em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Milha_n%C3%A1utica>, acesso em 30 de março de 2009).

¹⁶Informações disponibilizadas em <<http://www.embraer.com.br>>, acesso em 01/12/2010.

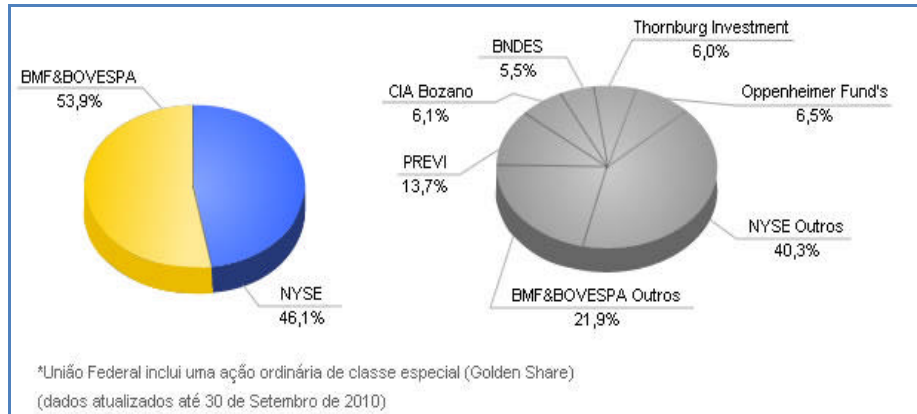


Gráfico 2 - Distribuição de Capital por Investidor / Mercado (30 de setembro de 2010)

Fonte: http://www.embraer.com.br/portugues/content/imprensa/embraer_numeros.asp, acesso em 01/12/2010.

Os resultados das políticas e do desenvolvimento tecnológico, associados ao desenvolvimento de competências pela Embraer e por PMEs fornecedoras, podem ser medidos pelo desempenho nas exportações. As exportações de aeronaves pela Embraer cresceram entre 2005 e 2008, atingindo o valor de US\$ 5.498.454 mil, sofrendo grande redução em 2009 quando chegou a US\$ 3.870.791 mil (Tabela 1). As exportações de partes para aeronaves sofreram redução, também, entre 2008-2009, mesmo assim representaram um crescimento importante para o setor: subiram de US\$ 117.738, em 2005, para US\$ 420.377 mil, em 2008, e decresceram para US\$ 316.663 mil em 2009. No segmento de partes para aeronaves, o Brasil ocupou a 22ª posição nas exportações mundiais em 2009, que representaram 0,67% do total¹⁷. A melhoria na capacidade para exportar pode significar que essas empresas estão desenvolvendo capacidade para inovação e que poderão alcançar o nível suficiente para participar na fase de desenvolvimento de futuros projetos com a Embraer. Entretanto, nessa categoria¹⁸ do Trade Map, o Brasil importa mais do que exporta, sendo a balança comercial negativa em US\$ 895,393 milhões. Os principais países importadores de peças para aeronaves comerciais do Brasil são EUA, França, Bélgica, Espanha, Itália e Canadá. Mesmo assim, com total exportado de US\$ 4,1 bilhões em 2009, o Brasil foi o 4º exportador mundial no total da categoria (Trade Map, UNCTAD¹⁹).

¹⁷ Trade Map, <<http://www.trademap.org>> , acesso em 25 de novembro de 2010.

¹⁸ Categoria 8803 – *aircraft parts*.

¹⁹ Trade Map, <<http://www.trademap.org>> , acesso em 25 de novembro de 2010.

Tabela 1 - Evolução das Exportações de Aeronaves e suas Partes no Período 2005-2009 (US\$ mil)

Produto	2005	2006	2007	2008	2009
Aeronaves	3.185.534,00	3.263.119,00	4.772.851,00	5.498.454,00	3.870.791,00
Partes para Aeronaves	117.738,00	180.255,00	291.718,00	420.377,00	316.663,00
Total	3.305.277,00	3.445.380,00	5.066.576,00	5.920.839,00	4.189.463,00

Fonte: Trade Map, International Trade Centre, UNCTAD/OMC, construída a partir da base de dados disponível em < <http://www.trademap.org/>>, acesso em 30/11/2010. **Nota:** aeronaves correspondem à categoria 8802 e partes para aeronaves à categoria 8803 da classificação na base de dados.

A redução das exportações, tanto de aeronaves quanto de suas partes, foi considerada como um dos resultados da crise financeira mundial que impactou na disponibilidade de financiamentos para as empresas aéreas renovar frota de aeronaves e / ou retirar as encomendas já feitas das fabricantes. A crise afetou, dramaticamente, o setor aeronáutico no Brasil, que reduziu o pessoal ocupado de 22.768, em 2008, para 17.578, em 2009 (Gráfico 3), retornando ao nível de 2006. Ressalta-se que os anos de 2005, 2007 e 2008 foram os que tiveram maior número de pessoal ocupado: 21.918, 22.632 e 22.768, respectivamente.

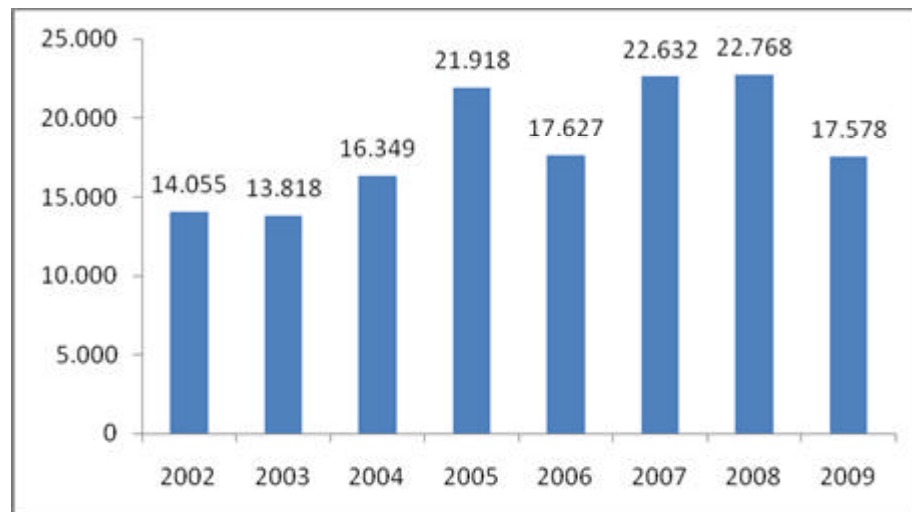


Gráfico 3 - Evolução do Pessoal Ocupado 2002-2009

Fonte: RAIS/MTE, disponível em <<http://www.pdp.gov.br>>, acesso em 01/12/2010.

Na fase de fortalecimento da competitividade internacional, as relações entre a Embraer e as fornecedoras mudaram. Além dos contratos para o compartilhamento do financiamento e desenvolvimento com fornecedores, explicado anteriormente, a Embraer selecionou algumas PMEs fornecedoras para a celebração de contrato específico, que contempla o alcance de metas e tem por objetivo o apoio ao seu desenvolvimento. Segundo entrevistas, o objetivo final é a consolidação de grandes empresas fornecedoras brasileiras para a participação em contratos de compartilhamento do financiamento e desenvolvimento com a Embraer.

A participação de uma fornecedora, na fase de desenvolvimento do projeto ou novo modelo, possibilita uma troca de conhecimentos intensivos em engenharia e o comprometimento do fornecimento do componente que será de sua responsabilidade no novo modelo. A empresa fornecedora precisará, então, ter capacidade para inovação maior que simplesmente replicação (básica) ou melhoria contínua (pré-intermediária). Neste tipo de relacionamento, ocorre um compartilhamento do processo de aprendizagem com a Embraer que necessita de investimentos consideráveis na geração, absorção e difusão de conhecimento pela fornecedora (entrevistas).

Cabe informar que o programa de promoção às exportações da APEX-Brasil continuou nesta fase de fortalecimento da competitividade internacional. Entretanto, a instituição que coordenava o programa mudou do Consórcio HTA para o Centro para a Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (CECOMPI)²⁰. O CECOMPI é uma associação que conta com o apoio da prefeitura de São José dos Campos, do Governo do Estado de São Paulo e de empresas, e que tem por missão promover o desenvolvimento do setor aeroespacial. O programa com a Apex-Brasil tem por objetivo apoiar a participação de PMEs em feiras internacionais, bem como a elaboração de plano para promoção comercial e fortalecimento de suas marcas. Este programa não contempla o suporte a modernização industrial, treinamento e programa de qualidade, entre outros, como contemplou na fase anterior.

Considerando-se a relação entre os esforços das políticas governamentais, por meio dos órgãos de suporte, os esforços empresariais e os resultados das exportações, medidos pela participação do segmento de partes e componentes para aeronaves nas exportações mundiais, o Brasil ainda não conseguiu alavancar esse segmento. Em 2009, a

²⁰ Informações disponíveis em <<http://www.cecompi.org.br/portugues/>>, acesso em 01/12/2010.

posição mundial do Brasil correspondeu ao 22º lugar, apresentando déficit na balança comercial de peças e componentes de US\$ 895,393 milhões, como descrito anteriormente.

No período 2003-2009, os principais competidores da Embraer eram a Bombardier, Boeing e Airbus, bem como as novas fabricantes *China Aviation Industry Corporation* (AVIC) e Mitsubishi. Já o mercado competidor das PMEs brasileiras fornecedores de partes e componentes para aeronaves é, principalmente, México, Europa, EUA, China e Índia.

3.3 COMENTÁRIOS FINAIS

O exame do sistema de inovação aeronáutico brasileiro levanta questões sobre o desenvolvimento das pequenas e médias empresas (PMEs), de capital nacional, que competem no setor. Em resumo, desde 1930, houve esforço político para o desenvolvimento da infraestrutura de C&T que resultou na criação da Embraer. Desde então, o governo federal implantou medidas para apoiar o desenvolvimento da Embraer e, mais recentemente, ampliou os instrumentos de apoio à P&D empresarial e promoção do desenvolvimento da cadeia local de fornecedores, acompanhados de ações para a redução de importações e o aumento de incentivos às exportações. Esses esforços influenciaram o desenvolvimento da capacidade para inovação da Embraer, levando ao desenvolvimento de aeronaves mais sofisticadas, tais como as aeronaves a jato, com capacidade para transportar até 122 passageiros, das famílias ERJ 170/190. A evolução tecnológica das aeronaves fabricadas foi acompanhada de ampliação na participação do Brasil neste segmento, que alcançou o 4º lugar nas exportações mundiais em 2009. Entretanto, a cadeia de fornecedores no Brasil é pequena e frágil. A maioria das partes para aeronaves continua sendo importada e o Brasil ocupava o 22º lugar das exportações mundiais em 2009. Nesse ano, a balança comercial do segmento de partes para aeronaves foi negativa em US\$ 895,393 milhões.

Considerando as informações acima, conclui-se que os esforços governamentais e empresariais foram concentrados na construção de capacidade para a conquista do mercado internacional de aeronaves comerciais, em detrimento da capacidade para o mercado de partes e componentes para as mesmas.

Historicamente, o processo de desenvolvimento do sistema de inovação aeronáutico no Brasil (SIAB) foi marcado por vários tipos de ações governamentais, tais como:

- fomento ao desenvolvimento tecnológico e incentivo à P&D na empresa;
- transferência de tecnologia estrangeira como compensação (*offset*) em compras governamentais;
- fortalecimento da cadeia de fornecedores; e
- promoção às exportações.

Destaca-se que alguns momentos na história do setor foram muito importantes para o desenvolvimento de PMEs e da própria Embraer, tais como:

- fundação do ITA e do DCTA;
- fundação da Embraer;
- transferência de tecnologia, proporcionada pelos acordos entre o governo brasileiro e o governo italiano, no âmbito do programa AMX, assim como com a empresa PIPER (EUA), com exigência de nacionalização de componentes;
- proteção às importações de aeronaves similares às aquelas fabricadas pela Embraer e exigências de nacionalização de componentes à Embraer;
- privatização da Embraer;
- evolução tecnológica das aeronaves fabricadas pela Embraer, de aeronaves de pequeno porte (Brasília - EMB 120) para médio porte (família ERJ 170/190); e
- reorganização do relacionamento entre a Embraer e a cadeia de fornecedores.

A partir dos aspectos descritos acima, foi construída a Figura 7 que mostra os principais atores do SIAB atual e os fluxos entre eles. Considerando a história do SIAB, a Embraer assume o papel central no sistema, já que coordena uma rede nacional e internacional de atores (órgãos governamentais, agências reguladoras, instituições de ensino e pesquisa, instituições financeiras e empresas fornecedoras) no Brasil e no exterior.

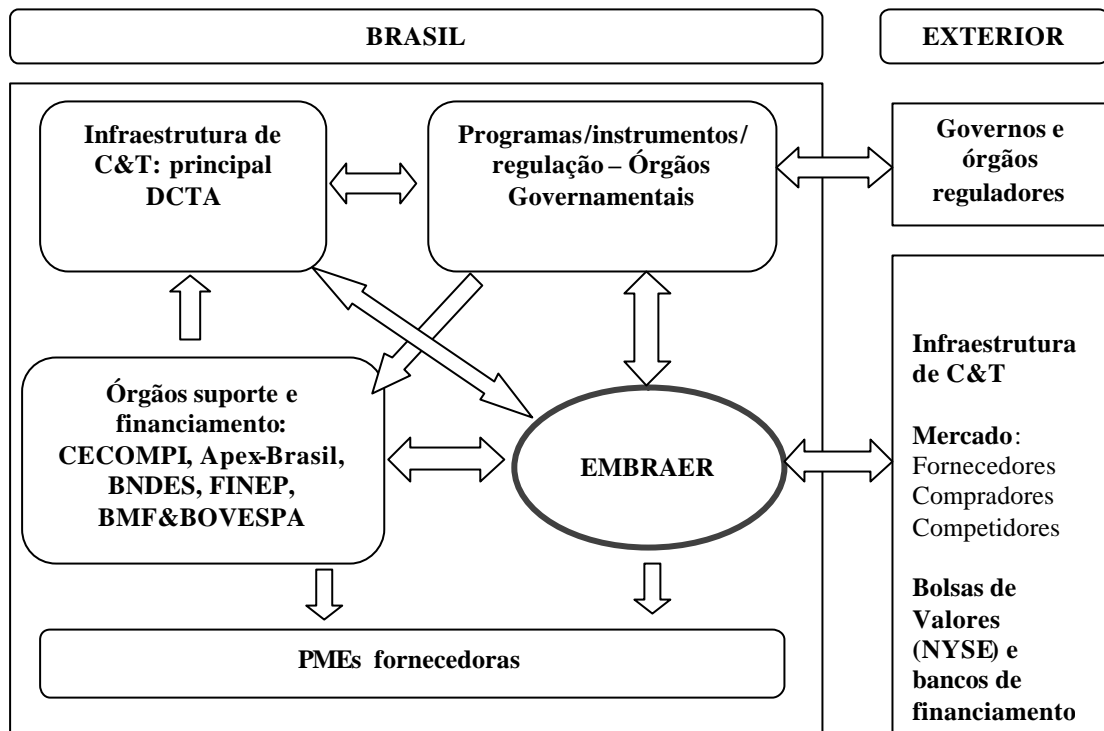


Figura 7 - Desenho dos Principais Atores e Fluxos do Sistema de Inovação Aeronáutico Brasileiro

Fonte: elaboração própria.

Como coordenadora da rede, a Embraer tem uma relação “bilateral” com instituições de C&T (Brasil e Exterior), órgãos governamentais (Brasil) e órgãos e bancos de financiamento (Brasil e Exterior), mercado (Exterior) e bolsas de valores (Brasil e Exterior). Atualmente, as PMEs fornecedoras brasileiras têm uma relação do tipo “unilateral” com a Embraer, o que determina os seus comportamentos, pois os programas do governo e dos órgãos de suporte e financiamento são construídos com o seu apoio.

Cabe lembrar que acordos bilaterais entre o governo brasileiro e outros países foram importantes para o desenvolvimento da infraestrutura de C&T, das empresas brasileiras e dos órgãos reguladores, principalmente, aqueles que envolveram desenvolvimento conjunto e transferência de tecnologia, como o Programa AMX descrito anteriormente. Para Malerba e Mani (2009), a formação de redes e sistemas de conhecimento em países em fase de desenvolvimento pode necessitar de uma complexa articulação de governança de níveis múltiplos, incluindo a interação entre redes globais de empresas estrangeiras e as redes nacionais. Pode ser o caso em que as empresas estrangeiras têm um papel importante no desenvolvimento da capacidade local para inovação em novas tecnologias, mas a integração

dessas empresas com a rede e a difusão de conhecimento na estrutura social existente podem não corresponder a um processo homogêneo. Para os autores, modelos institucionais específicos podem levar a processos de aprendizagem e interações descentralizadas entre os *stakeholders* com interesses muito diferentes. Este parece ser o caso do SIAB, cujos resultados do programa AMX podem ser reconhecidos para o desenvolvimento da Embraer, mas pouco contribuiu para o desenvolvimento da cadeia de fornecedores no Brasil.

A partir de Malerba e Mani (2009), considera-se que a separação entre a pesquisa realizada pelas instituições de C&T que apóiam o SIAB e o desenvolvimento de capacidade produtiva e inovadora pelas empresas pode ser prejudicial ao próprio sistema de inovação setorial. Isto ocorre porque, para os autores, pode originar empresas com baixa capacidade produtiva, de um lado, ou empresas que dependem demais da pesquisa realizada por essas instituições e não desenvolvem capacidade interna, por outro lado. Segundo Malerba e Mani (2009), o tipo de rede que emerge no sistema de inovação setorial pode estar fortemente associado à base de conhecimento específica do setor. No caso do SIAB, a base de conhecimento está concentrada no desenvolvimento de aeronaves e parece estar pouco difundida entre as PMEs o que poderia auxiliar na construção da capacidade necessária para inovação em partes e componentes de aeronaves. Por isso, conclui-se que o SIAB é centralizado na Embraer

4 MÉTODO DA PESQUISA

Conforme exposto na introdução do Capítulo 2, uma das lacunas existentes na literatura refere-se ao exame dos fatores que influenciam o desenvolvimento da capacidade para inovação pelas PMEs fornecedoras para aeronaves comerciais. Tendo em vista tal lacuna, os objetivos principais desta tese são:

- Identificar até que ponto as PMEs fornecedoras para a empresa integradora de aeronaves comerciais (CoPS) estão desenvolvendo capacidade para inovação; e
- Examinar os fatores que influenciaram o desenvolvimento da capacidade para inovação na trajetória identificada nas PMEs, nos períodos 1980-1994 e 1995-2002.

Para atingir os objetivos propostos, o modelo analítico, apresentado na Figura 5, é detalhado considerando as características do SIAB apresentadas no capítulo 3. O capítulo apresenta, ainda, o método utilizado para o desenho da amostra, coleta e análise dos dados. É importante destacar que a seleção e coleta de dados em profundidade junto às PMEs foram realizadas no período 2000-2002. Estes dados correspondem às informações sobre as atividades que essas empresas realizaram para gerar e gerenciar a implantação das principais inovações desde suas fundações, ou considerando os períodos 1981 – 1994 e 1995 – 2002. Tais informações ainda são relevantes porque os dois períodos foram marcados por importantes mudanças no SIAB, com a internacionalização e reestruturação industrial, incluindo a privatização da Embraer e mudança na relação com fornecedores. Além disso, o objetivo principal desta tese permite que a análise das informações seja realizada sobre o período histórico determinado.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO

Cabe lembrar que o conceito de capacidade para inovação utilizado nesta tese refere-se à habilidade das empresas para gerar e administrar a implantação de inovações tecnológicas e/ou organizacionais, incluindo a habilidade para se relacionar na cadeia de

valor. Para tanto, inovação é definida como a implantação de um novo, ou significativamente melhorado, produto (bem ou serviço), processo ou método organizacional para a prática do negócio, organização do trabalho ou relações externas (IBGE, 2009). A inovação pode ser tecnológica ou organizacional. A inovação tecnológica refere-se àquelas novidades ou aperfeiçoamentos que ocorrem no produto e na produção. Identifica-se a capacidade para inovação das PMEs fornecedoras para aeronaves comerciais, considerando inovação como a introdução de produto, processo produtivo, máquina, equipamento ou *software*, completamente novo ou substancialmente aprimorado para essas empresas.

Já a inovação organizacional relaciona-se à introdução de um novo, ou significativamente melhorado, procedimento nas funções organizacionais que são importantes para a competitividade das PMEs fornecedoras para aeronaves comerciais, ou seja, gestão de projetos e relação na cadeia de valor. Como uma empresa que fabrica aeronaves comerciais organiza-se por projetos e necessita, intensivamente, relacionar-se com outras empresas na cadeia de valor, a introdução de procedimentos para gestão de projetos completamente novos ou substancialmente aprimorados e o tipo de relacionamento na cadeia são as duas funções organizacionais de especial interesse para o entendimento dos fatores que influenciam o desenvolvimento de capacidade para inovação por estas PMEs.

Cabe destacar que as PMEs fornecedoras para CoPS poderão implantar mudanças técnicas sem necessariamente implicar em inovação. Segundo Bell e Pavitt (1993), essas mudanças referem-se à “qualquer forma de incorporação de uma nova tecnologia na capacidade produtiva das empresas” (BELL e PAVITT, 1993, p. 163). Portanto, considera-se a mudança técnica como a compra de materiais, ferramentas, máquinas, equipamentos e *software*, entre outros, necessários para o atendimento das especificações e requisitos da empresa integradora que não se relaciona com as atividades para inovação. A empresa integradora é aquela responsável pelo desenvolvimento, projeção, produção, manutenção, reparos e modernização de aeronaves comerciais, no caso, a Embraer. A mudança técnica poderá ocorrer, também, por influência dos fornecedores de materiais, máquinas, equipamentos e *software* para a modernização da capacidade produtiva e organizacional pelas PMEs.

Já a inovação empresarial implica em esforços que envolvem as atividades de melhoria contínua e engenharia, até chegar na P&D interna organizada. Cabe destacar que os esforços para inovação ou atividades inovativas

são todas aquelas etapas científicas, tecnológicas, organizacionais e comerciais, incluindo investimento em novas formas de conhecimento, que visam à inovação de produtos e/ou processos. Isto é, são todas as atividades necessárias para o desenvolvimento e implementação de produtos e processos novos ou aperfeiçoados. (IBGE, 2009, p. 16)

Considerando as definições metodológicas da PINTEC 2008 (IBGE, 2009), as máquinas, equipamentos e *software*, além de outras aquisições realizadas pela empresa, que não estão diretamente relacionadas à inovação tecnológica e/ou organizacional, não são consideradas como inovação nesta tese.

Sendo assim, os quatro níveis de capacidade para inovação apresentados no modelo analítico, ou seja, avançado, intermediário, pré-intermediário e básico são relacionados com as funções empresariais tecnológicas (produto e produção) e organizacionais (gestão de projetos e relações na cadeia de valor), como apresentado no Quadro 9. A capacidade para inovação em produto consiste nos esforços empreendidos para gerar e implantar inovações nos desenhos, nas especificações e/ou na qualidade do próprio produto ou serviço. A capacidade para inovação na produção é subdividida em duas funções: processos e equipamentos. Esta se refere às atividades realizadas para a geração e implantação de inovações nos processos produtivos e nos equipamentos relacionados, tais como máquinas, ferramentas e *software*. Já a capacidade para inovação nos procedimentos organizacionais envolve atividades para a geração ou modernização de ferramentas de gestão de projetos e a habilidade para se relacionar na cadeia de valor, entendida pelo tipo de governança estabelecido pela Embraer com a PMEs.

A relação entre o tipo de governança e a capacidade para inovação foi construída a partir do estudo de Quadros *et al.* (2009). O estudo nas fornecedoras brasileiras da cadeia da Embraer teve como foco as questões econômicas, de aprendizagem tecnológica e a interação comercial e tecnológica com a Embraer. Os resultados deste estudo mostram que existem quatro tipos de relacionamentos da Embraer com suas fornecedoras: cativo, mercado, modular e relacional

NÍVEL DE CAPACIDADE	TECNOLÓGICA			ORGANIZACIONAL	
	PRODUTO	PRODUÇÃO		GESTÃO DE PROJETOS	RELAÇÃO CADEIA DE VALOR
		PROCESSOS	EQUIPAMENTOS		
AVANÇADA (intensiva em P&D)	P&D interno; P&D em parceira com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa ou universidades.	P&D interno; P&D em parceira com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa ou universidades.	P&D de máquinas e equipamentos interno e em parceria; P&D para adequação e implantação de novos componentes interno e em parceria; desenho e manufatura de equipamentos interno e em parceria; desenvolvimento de <i>software</i> interno e em parceria.	Desenvolvimento de técnicas de gestão integrada de projetos interna e em parceria, envolvendo outras áreas da empresa.	Desenvolvimento conjunto; desenvolvimento de especificações, a partir da descrição geral do produto (relacional ou modular).
INTERMEDIÁRIA (intensiva em engenharia)	Engenharia de produto; desenho industrial e prototipagem.	Engenharia de produção para adaptação de processos; engenharia reversa sistemática.	Melhoria em máquinas e equipamentos; realização e monitoramento de testes; manutenção preventiva.	Melhoria na ferramenta e procedimentos de gestão dos projetos internos, por meio de trabalho em equipe; atividades para a gestão da integração de componentes no produto.	Desenvolvimento a partir da especificação do produto, fornecimento de módulos, subsistemas e serviços técnicos e de engenharia, entre outros produtos e serviços (modular e mercado).
PRÉ-INTERMEDIÁRIA (melhoria contínua)	Realização interna de testes para melhoria na qualidade de produto.	Realização interna de testes; atividades relacionadas à padronização ISO 9000; atividades para melhoria contínua.	Realização interna de testes para adaptações em máquinas, equipamentos e <i>software</i> ; ajustes para a utilização de novas matérias-primas ou melhoria no desempenho; manutenção geral.	Melhoria na coordenação interna de projetos.	Fornecimento de produtos e /ou serviços, a partir das especificações e requisitos; produção com o auxílio da empresa integradora (Mercado e Cativa).
BÁSICA (replicação de especificações e procedimentos)	Replicação de especificações; atividades para atendimento das exigências de clientes; procedimentos rotineiros para recebimento do desenho (CAD básico).	Coordenação rotineira da produção; controle básico da qualidade.	Reposição rotineira de componentes em máquinas e equipamentos; atualização em <i>software</i> ; participação na instalação de equipamentos; apoio na realização dos testes de desempenho.	Coordenação básica dos projetos para atender aos prazos e especificações de clientes; procedimentos administrativos rotineiros.	Fornecimento de produtos e /ou serviços a partir das especificações e requisitos; produção com o auxílio da empresa integradora (Mercado e Cativa).

Quadro 9 – Tipos de Funções e Atividades para a Classificação da Capacidade para Inovação

Fonte: construída a partir de Lall (1992), Bell e Pavitt (1993), Ariffin (2000), Figueiredo (2003), Quadros *et al.* (2009) e pesquisa própria.

O Quadro 9 descreve as atividades que caracterizam o nível de capacidade para inovação, diferenciadas por área funcional da empresa ou tipo de inovação. Os primeiros dois níveis são o avançado e o intermediário. A capacidade para inovação avançada está relacionada aos esforços empreendidos pela empresa para gerenciar o desenvolvimento de novos produtos, novos processos, novos equipamentos e novos procedimentos organizacionais, essencialmente, por meio de atividades de P&D interno e em parceria com outras empresas, universidades e centros tecnológicos. A articulação externa é utilizada para complementar as atividades internas na busca por conhecimento relacionado ao projeto em andamento. Como informado anteriormente, a empresa integradora de CoPS, no caso a Embraer, organiza-se por projeto ou programa. Essa organização deve ser utilizada por suas fornecedoras, que necessitam complementar os esforços de P&D e engenharia da Embraer, no que se refere aos produtos fornecidos. Nesse sentido, a empresa fornecedora com capacidade avançada possui habilidade para o tipo “relacional” e “modular” de articulação na cadeia de valor.

A capacidade intermediária está relacionada aos esforços para o gerenciamento de modificações substanciais nas áreas tecnológicas e organizacionais, por meio de atividades de desenho industrial, prototipagem, engenharia reversa sistemática, manutenção preventiva e trabalho em equipe, ou seja, por atividades intensivas em engenharia. Sendo assim, as atividades têm habilidade para o tipo "modular" e “mercado” de relação na cadeia de valor.

Já as empresas com capacidade pré-intermediária realizam esforços para melhorar a qualidade, por meio de adaptações, do produto, produção e organização, realizando, por exemplo, testes, controle básico de processos e rastreamento da produção, manutenção rotineira e atualizações em *software*. Assim, podem, também, incorporar melhorias nos produtos e implantar novas máquinas, equipamentos e procedimentos organizacionais para a gestão de projetos e relacionamento na cadeia de valor, a partir dos requisitos e especificações disponibilizados pela Embraer e realização das atividades de melhoria contínua. Além disso, tais empresas possuem padronização de processos ISO 9000, que apóia a melhoria da produção sem, necessariamente, envolver atividades internas de engenharia. Neste caso, a habilidade da empresa para atender às especificações é baixa, sendo necessário grande controle e intervenção pela empresa integradora, a Embraer, caracterizando um tipo "cativo" de relação na cadeia de valor. Poderão ocorrer, também, relações do tipo “mercado” entre a empresa integradora e a fornecedora com essa capacidade, conforme o tipo de produto e/ou serviço fornecido.

Por fim, a capacidade básica refere-se à habilidade da empresa para a execução de atividades rotineiras de replicação de especificações e requisitos, que são fornecidos pela empresa integradora, para a fabricação de produtos e/ou serviços. As empresas com tal capacidade poderão participar de treinamento realizado pela empresa integradora em, por exemplo, gestão, qualidade e técnicas de organização da produção. Neste caso, a empresa integradora de CoPS deverá estabelecer um relacionamento do tipo “cativo” ou “mercado” de governança com a fornecedora, que poderá variar conforme o produto e/ou serviço fornecidos.

Cabe salientar que as capacidades básica e pré-intermediária estão relacionadas, essencialmente, com a habilidade para execução de atividades rotineiras para replicação de especificações e melhoria contínua das áreas tecnológicas (produto e produção) e organizacionais (gestão de projetos e relação na cadeia de valor). Nesse sentido tais capacidades estarão, necessariamente, relacionadas com a implantação de mudanças técnicas que, como explicado anteriormente, poderá não implicar em inovações. Por isso, trata-se da capacidade inicial ou rotineira que a empresa deverá ter para, no mínimo, conseguir produzir conforme as especificações e os padrões de qualidade e segurança exigidos pela empresa integradora (ARIFFIN, 2000; FIGUEIREDO, 2003).

Considerando as atividades realizadas pelas empresas para a geração e gerenciamento das inovações em um período T1 (1981 – 1994), comparada com as atividades realizadas em um período T2 (1995 – 2002), é possível identificar se houve uma mudança no nível da capacidade para inovação ou se a empresa apenas modernizou-se e manteve o nível existente (Figura 8). Em qualquer um dos casos, a empresa deverá empreender esforços em atividades relacionadas ao nível de capacidade existente ou que a empresa busca atingir. Essas atividades são aqui resumidas naquelas que contemplam a replicação, a melhoria contínua, a engenharia e a P&D, a partir do Quadro 9, apresentado anteriormente.

A diferença entre a manutenção no mesmo nível e a mudança deste está nos esforços e investimentos realizados pela empresa: se focados na implantação de atividades que não eram realizadas pela empresa anteriormente, ou modernização mantendo as mesmas atividades. Por exemplo, se a empresa investir na implantação de melhoria contínua, ela passará do nível básico para o pré-intermediário; caso incorpore atividades de engenharia para a realização de testes, protótipos e/ou engenharia reversa, ela passará para o nível intermediário. Quando a empresa investir na implantação da atividade de P&D, internamente, para o desenvolvimento de inovações tecnológicas e/ou organizacionais, ela conquistará o nível avançado.

A distinção feita aqui é importante para contextualizar as formas de identificar o desenvolvimento da capacidade para inovação, como mostra a Figura 8.

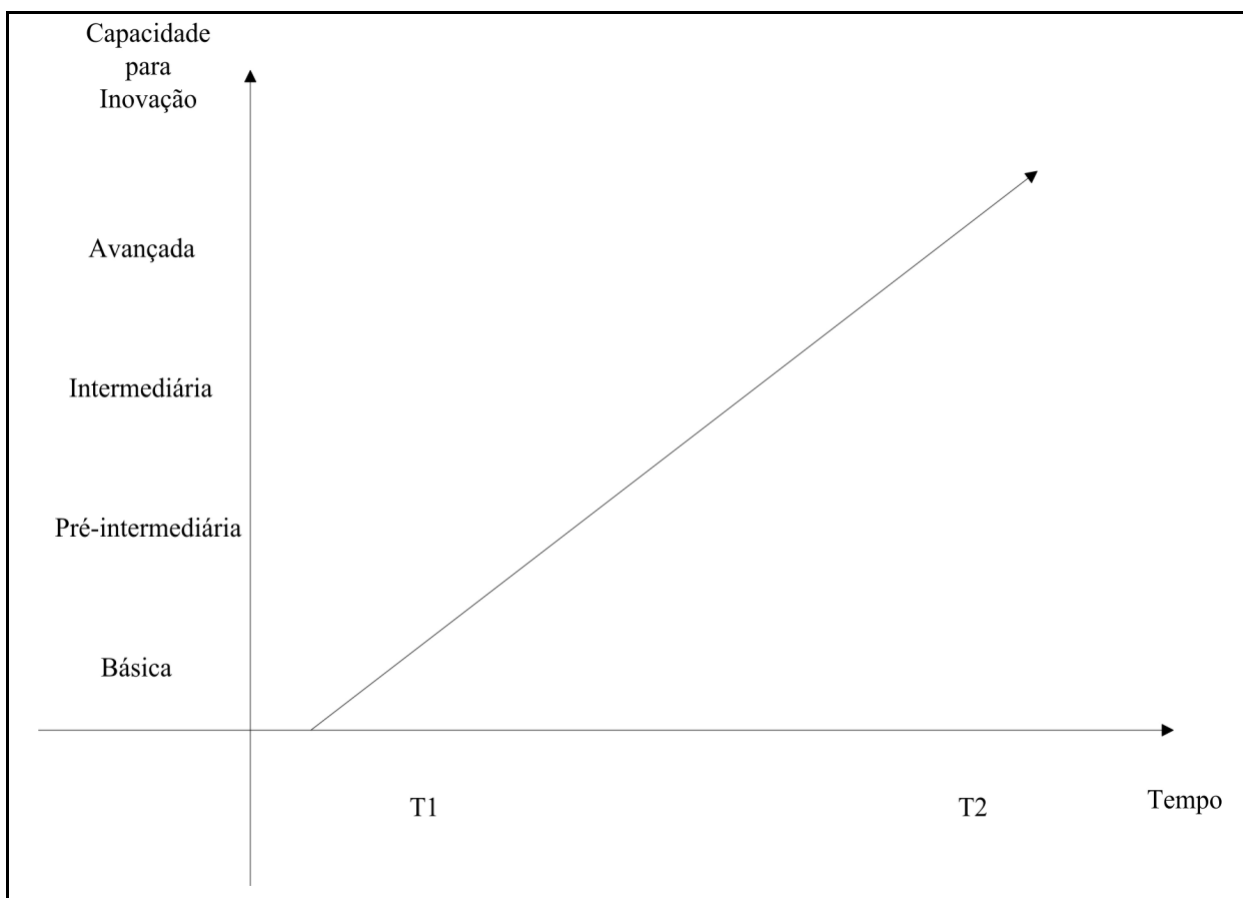


Figura 8 - Desenvolvimento da Capacidade para Inovação

Fonte: construída a partir de Lall (1992), Ariffin (2000) e Figueiredo (2003).

4.2 EXAME DOS FATORES ESTRATÉGICOS

Conforme descrito na conclusão do Capítulo 2, os fatores estratégicos que influenciam o desempenho do desenvolvimento da capacidade para inovação das PMEs são os fatores internos e os externos. Esta seção irá examinar o método utilizado para a identificação da influência de tais fatores neste desenvolvimento.

Cabe destacar que existem vários fatores internos e externos que podem influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação nas empresas. Entretanto, alguns deles são considerados por Lefebvre e Lefebvre (1998), Caniels e Romijn (2001), Romijn e Albaladejo (2002), Lastres *et al.* (2003) e Oliveira (2005) como extremamente relevantes para

o caso das PMEs, tais como os mecanismos internos para aprendizagem, a qualidade das relações de governança na cadeia de valor e a participação em programas governamentais.

4.2.1 Fatores internos: mecanismos para aprendizagem

A Figura 9 mostra a relação entre os tipos de atividades, os mecanismos de aprendizagem e o desenvolvimento da capacidade para inovação. Os mecanismos passivos (aprendizagem P) estão relacionados às atividades de replicação e melhoria contínua, que correspondem às capacidades básica e pré-intermediária. Já os mecanismos ativos (aprendizagem A) relacionam-se às atividades de engenharia e P&D, que correspondem às capacidades intermediária e avançada para inovação.

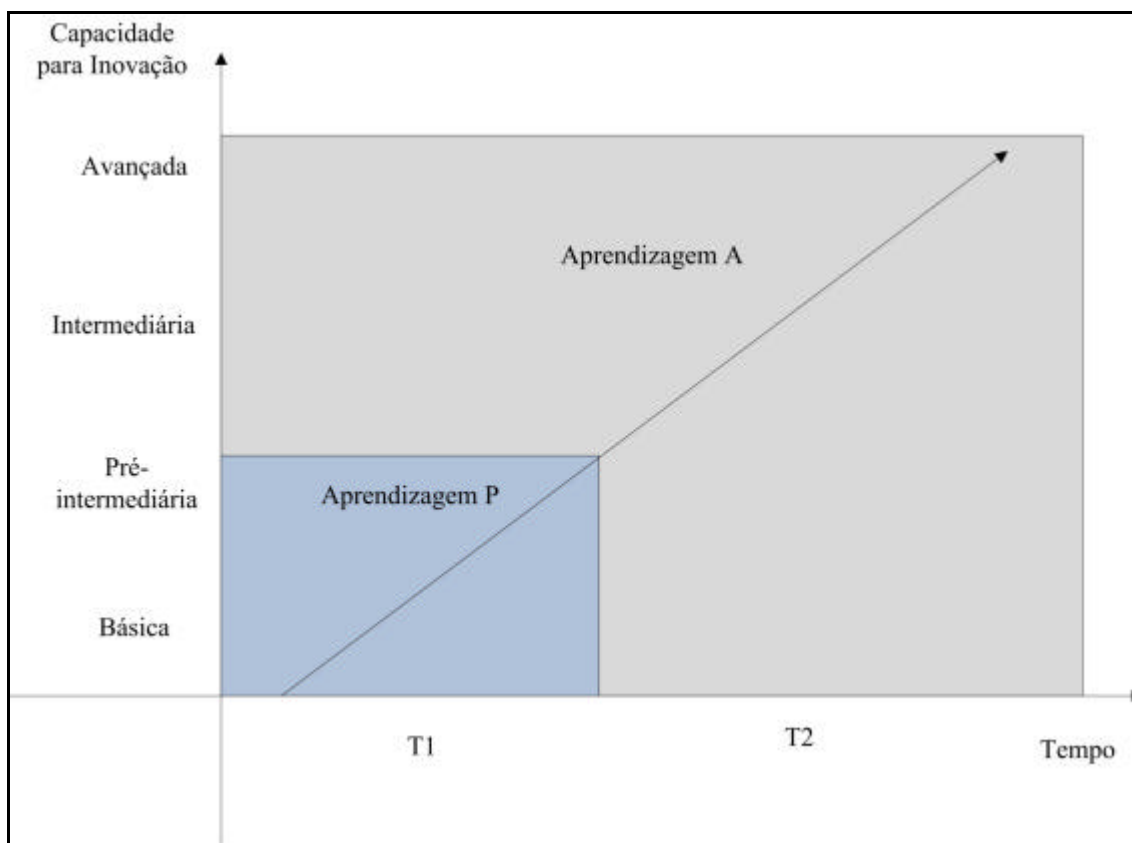


Figura 9 - Mecanismos para aprendizagem e o desenvolvimento da capacidade para inovação

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

Especificamente, a aprendizagem passiva (P) está associada, em sua maior parte ou totalidade, à aprendizagem pelo fazer, que é baseada na experiência dos indivíduos em atividades produtivas. No limite, as empresas aprendem ao mudarem suas tecnologias e procedimentos organizacionais, utilizando a capacidade para inovação existente. A aprendizagem que ocorre pela prática e pelo fazer contribui para a melhoria dos recursos da empresa porque *“the execution of production tasks in one period generates a flow of information and understanding which allows execution to be improved in a subsequent period”* (BELL, 1984, p. 188).

A aprendizagem ativa (A) ocorre quando a empresa realiza esforços próprios para inovar por meio de investimentos na aquisição e geração de competências e conhecimento, implantação de novas atividades tecnológicas e organizacionais e em colaborações externas, as quais possibilitam o alcance de níveis superiores de capacidade para inovação. Esse tipo de aprendizagem relaciona-se aos esforços das PMEs na execução de atividades como: P&D, engenharia reversa, desenvolvimento de produto e processo em parceria com outras empresas, universidades, centros tecnológicos e empresas de consultoria, pesquisa por novas tecnologias e procedimentos organizacionais, treinamento, desenho industrial, entre outras formas de busca por conhecimento (BELL, 1984; MALERBA, 2002)

Para a mudança de nível na capacidade para inovação, a PME deverá investir na aprendizagem pela busca de conhecimentos novos, a partir das atividades para solução de problemas e renovação da base de conhecimento, as quais aumentarão de complexidade gradativamente, até o alcance da capacidade avançada. Como observa Hobday (1995), a evolução ocorre, especificamente, pela mudança da simples produção, para a realização de melhorias incrementais e, depois, melhorias no desenho, conceito e especificações que podem não originar um novo produto.

A distinção entre esses dois tipos de aprendizagem é particularmente importante na medida em que estes influenciam o desenvolvimento da capacidade para inovação de modo diverso. As empresas podem construir capacidade pela utilização de diferentes mecanismos de aprendizagem ou podem mantê-la pela aprendizagem passiva, ou seja, pela prática ou pelo fazer (BELL, 1984; KIM, 1997; FIGUEIREDO, 2003)

O modelo considera que uma empresa com mecanismos de aprendizagem A possui, também, mecanismos considerados como passivos, ou seja, incorpora a aprendizagem P, porque continua aprendendo pelo fazer e investe em outras formas de aprendizagem.

Portanto, a aprendizagem relaciona-se diretamente ao próprio processo de desenvolvimento da capacidade para inovação, ou seja, aos esforços realizados pelas PMEs para mudar de nível.

4.2.2 Fatores externos: relações na cadeia de valor e participação em programas governamentais

Tendo em vista a variedade de fatores externos que influenciam o desenvolvimento de capacidade para inovação por PMEs, particularmente relevantes para aquelas fornecedoras para aeronaves comerciais são as relações de governança que se estabelecem na cadeia de valor e a participação em programas governamentais (BERNARDES, 2000b; MONTORO e MIGON, 2009)

Para analisar esses dois fatores, consideram-se:

- a qualidade das relações estabelecidas entre a empresa integradora e a PMEs na cadeia de valor; e
- os impactos da participação em programas governamentais nos esforços internos para aprendizagem.

4.2.2.1 Qualidade das relações na cadeia de valor

A Figura 10 mostra a relação entre tipo de governança, mecanismo de aprendizagem e atividades realizadas pelas empresas. Supõe-se que as relações dos tipos cativa e mercado estejam relacionadas a mecanismos passivos de aprendizagem, estimulando as atividades de replicação e melhoria contínua na PMEs fornecedora. Se este for o caso, os tipos de relacionamento poderão incentivar a modernização industrial, ou seja, as melhorias tecnológicas e organizacionais e não estimular esforços para a mudança de nível da capacidade para inovação. No caso das relações do tipo modular e relacional, estas podem estimular as PMEs a investirem em mecanismos de aprendizagem ativos e, por consequência, na mudança de nível de capacidade para inovação para intermediária e avançada.

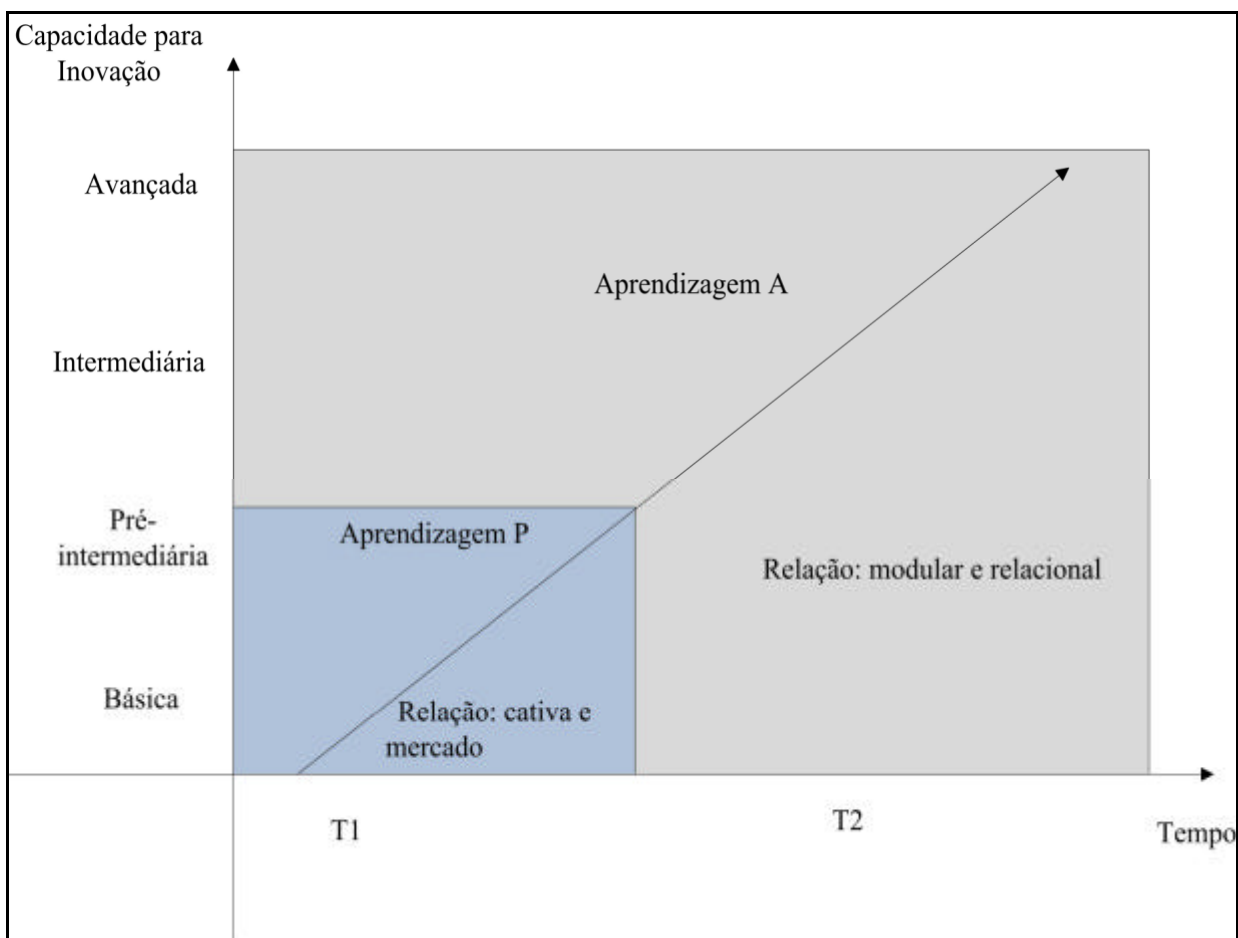


Figura 10 – Relação entre os Tipos de Governança e o Desenvolvimento de Capacidade para Inovação

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura.

Considera-se, no entanto, que estas formas de influência não são exclusivas de cada tipo de relacionamento e podem existir várias formas possíveis. Uma delas é que o tipo “cativo” pode envolver uma forte interação entre a empresa integradora e as PMEs de tal forma que estimula o desenvolvimento de capacidade para inovação por meio de mecanismos de aprendizagem ativos, tais como a colaboração com ICT e o incentivo à implantação de atividades de engenharia e P&D interno. A outra possibilidade é que a governança do tipo “relacional” poderá influenciar a modernização e fortalecimento da capacidade para inovação existente nas PMEs e não estimular a mudança para outro nível.

4.2.2.2 Participação em programas governamentais

A partir da identificação dos programas governamentais utilizados para apoiar a construção e o desenvolvimento do SIAB apresentados no capítulo 3, considerou-se para o exame da influência no desenvolvimento da capacidade para inovação da PMEs (Figura 11):

- fomento ao desenvolvimento tecnológico, tais como instrumentos de incentivo à P&D na empresa;
- acordos de cooperação e transferência de tecnologia estrangeira, por meio dos programas de compras governamentais; e
- promoção das exportações.

Como observa Texier (2000), é extremamente difícil diferenciar os fatores internos e externos quanto à sua influência no desenvolvimento da capacidade para inovação. Por isto, a pesquisa procura identificar quais atividades empresariais para inovação realizadas pelas PMEs foram influenciadas e /ou resultaram da sua participação em programas governamentais.

Considerando-se os três tipos de programas acima, pressupõe-se que a participação em programas governamentais poderá influenciar o desenvolvimento da capacidade para inovação pelas PMEs de três formas (Figura 11):

- realização de esforços ativos para aprendizagem com conseqüente mudança no nível de capacidade para inovação;
- realização de esforços passivos com impacto no fortalecimento da capacidade para inovação existente, por meio de modernização nas tecnologias e procedimentos organizacionais; e
- realização de esforços passivos, com base na experiência existente sem, necessariamente, impactar na capacidade para inovação existente.

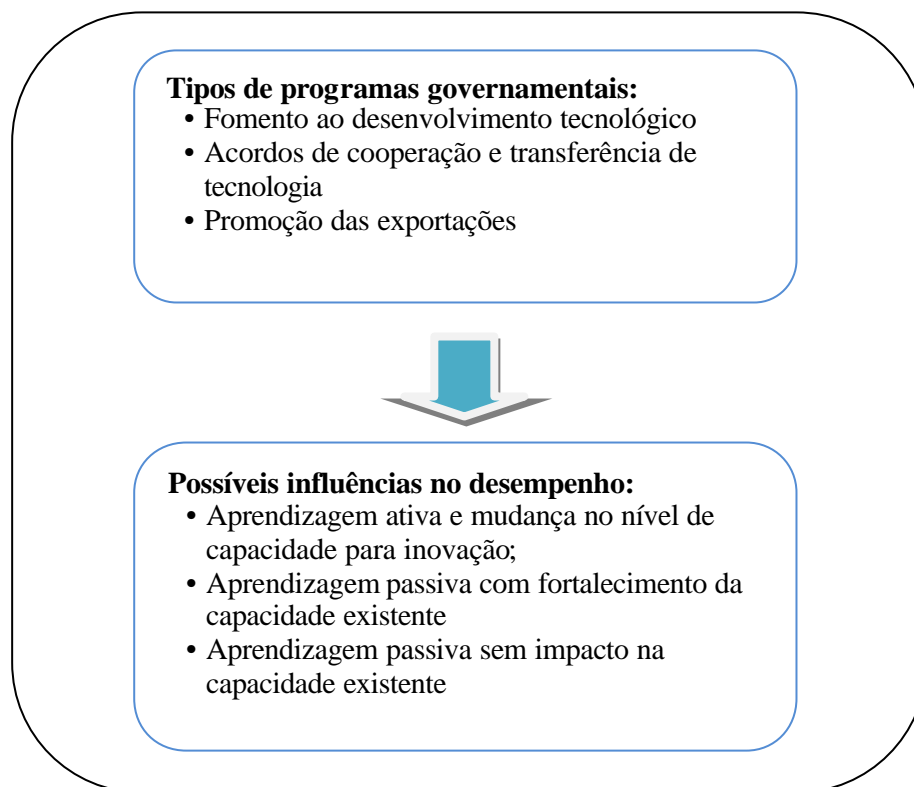


Figura 11 – Tipos de Programas Governamentais e Possíveis Influências

Fonte: elaboração própria a partir da revisão da literatura e entrevistas.

4.3 DESENHO DA AMOSTRA

As empresas foram selecionadas pelo método de painel. Em oposição à amostragem probabilística, a lógica e o poder do painel de empresas está na seleção de casos ricos em informação dos quais é possível aprender sobre questões centrais para o objetivo da pesquisa (PATTON, 1990; YIN, 1994). A principal questão desta pesquisa refere-se aos fatores que influenciam o desenvolvimento de capacidade para inovação por PMEs fornecedoras para aeronaves comerciais. O conceito de PMEs utilizado é o mesmo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e refere-se às empresas com menos de 500 funcionários.

Para tanto, a seleção das PMEs fornecedoras contou com uma fase piloto para identificação das empresas e a confirmação das mesmas com especialistas da associação industrial, de empresas e de universidades, que ocorreu em 2000 e 2001. Na fase piloto, buscou-se, também, identificar as PMEs no catálogo de empresas do Instituto de Fomento e

Coordenação Industrial (IFI), chamado CESAER. O catálogo é uma das principais fontes de informação sobre o setor aeronáutico brasileiro porque inclui todas as empresas certificadas pelo IFI. O IFI – organização brasileira de regulação, certificação e homologação do setor aeronáutico –, juntamente com a ANAC, são reconhecidas por organismos internacionais similares, como a *Federal Aviation Administration* (FAA), instituição norte-americana de regulamentação, certificação e homologação de aeronaves. O credenciamento no IFI e na ANAC é mandatório para qualquer empresa fabricante e operadora de transporte aéreo no Brasil.

Como o CESAER inclui empresas de outros segmentos do setor aeronáutico, além do segmento fabricante de aeronaves comerciais, buscou-se o contato telefônico com aquelas que se apresentaram como fornecedoras de partes, peças, componentes, sistemas e serviços de engenharia e técnicos para aeronaves. Nessa primeira seleção, excluíram-se as empresas do setor de transporte aéreo e outros setores, restando 98 empresas. Para estas foram realizados telefonemas a fim de confirmarem o porte e os seus dados para contato. Após os telefonemas, restaram 31 empresas, para as quais foi enviado questionário por fax e e-mail para confirmar os dados. O questionário continha duas perguntas:

1. De que setor sua empresa se considera parte: (a) automotivo; (b) aeronáutico; (c) telecomunicações; (d) aeroespacial; (e) outro, qual?
2. Sua empresa pode ser considerada fornecedora de: (a) montadoras automotivas; (b) fabricantes de auto-peças; (c) fabricantes de aviões; (d) fabricantes de peças para aviões; (e) fabricantes de aparelhos de telefone; (f) fabricantes de satélites; (g) outro, qual?

Tais perguntas foram realizadas com a intenção de identificar se a empresa estava catalogada no IFI por ter fornecido, eventualmente, algum produto ou serviço para o setor aeronáutico, e, assim, não pertencer ao mesmo. Após entrevistas com especialistas do IFI, conclui-se que várias empresas forneciam eventualmente, sendo, por isso, desconsideradas para esta pesquisa, pois se buscavam as PMEs que forneciam para aeronaves comerciais com frequência.

A seleção do painel anal considerou a localização da PMEs na cadeia de fornecimento, assegurando a participação desse tipo de empresa em diferentes níveis da cadeia. Os resultados foram comparados com a pesquisa sobre o sistema aeronáutico de inovação, coordenada por Roberto Bernardes, José E. Cassiolato e Helena Lastres. Os nomes

das empresas foram validados, também, pelos gerentes entrevistados do departamento de tecnologia, compras e logística da Embraer.

Considerando os resultados da fase piloto, incluindo a documentação e debate com os especialistas no setor, foi possível desenhar a cadeia de fornecedores para aeronaves comerciais da Embraer como mostra a Figura 12.

Após a localização das PMEs do painel no desenho da cadeia de fornecedores, novas entrevistas foram realizadas com representantes das 20 empresas que aceitaram participar da pesquisa. Além da Embraer e de cinco subsidiárias de seus fornecedores estrangeiros localizadas no Brasil, foram entrevistadas em profundidade, incluindo visitas técnicas, quatorze PMEs brasileiras fornecedoras da Embraer e de alguma destas cinco subsidiárias. Das quatorze PMEs, doze delas completaram as entrevistas, sendo nove localizadas no estado de São Paulo, duas em Porto Alegre (RS) e uma em Petrópolis (RJ). Ao final das entrevistas, decidiu-se excluir do painel três empresas, pois estas estavam mudando as atividades para fornecer para o setor automotivo ou outro setor, e encerrando a produção para aeronaves comerciais. As três empresas informaram que estavam buscando outros mercados em virtude do alto custo de produção e baixa demanda do setor aeronáutico. Sendo assim, nove PMEs, que forneciam bens e serviços para aeronaves comerciais, foram definidas para compor o painel final.

As entrevistas com a Embraer e suas fornecedoras estrangeiras localizadas no Brasil tiveram como objetivo validar o painel, buscar informações para o entendimento da estrutura da cadeia de fornecedores, para a descrição do sistema de inovação aeronáutico no Brasil e informações sobre as relações da Embraer com as PMEs fornecedoras. Durante as entrevistas, a estrutura da cadeia de fornecimento foi validada, assim como a localização das nove PMEs entrevistadas.

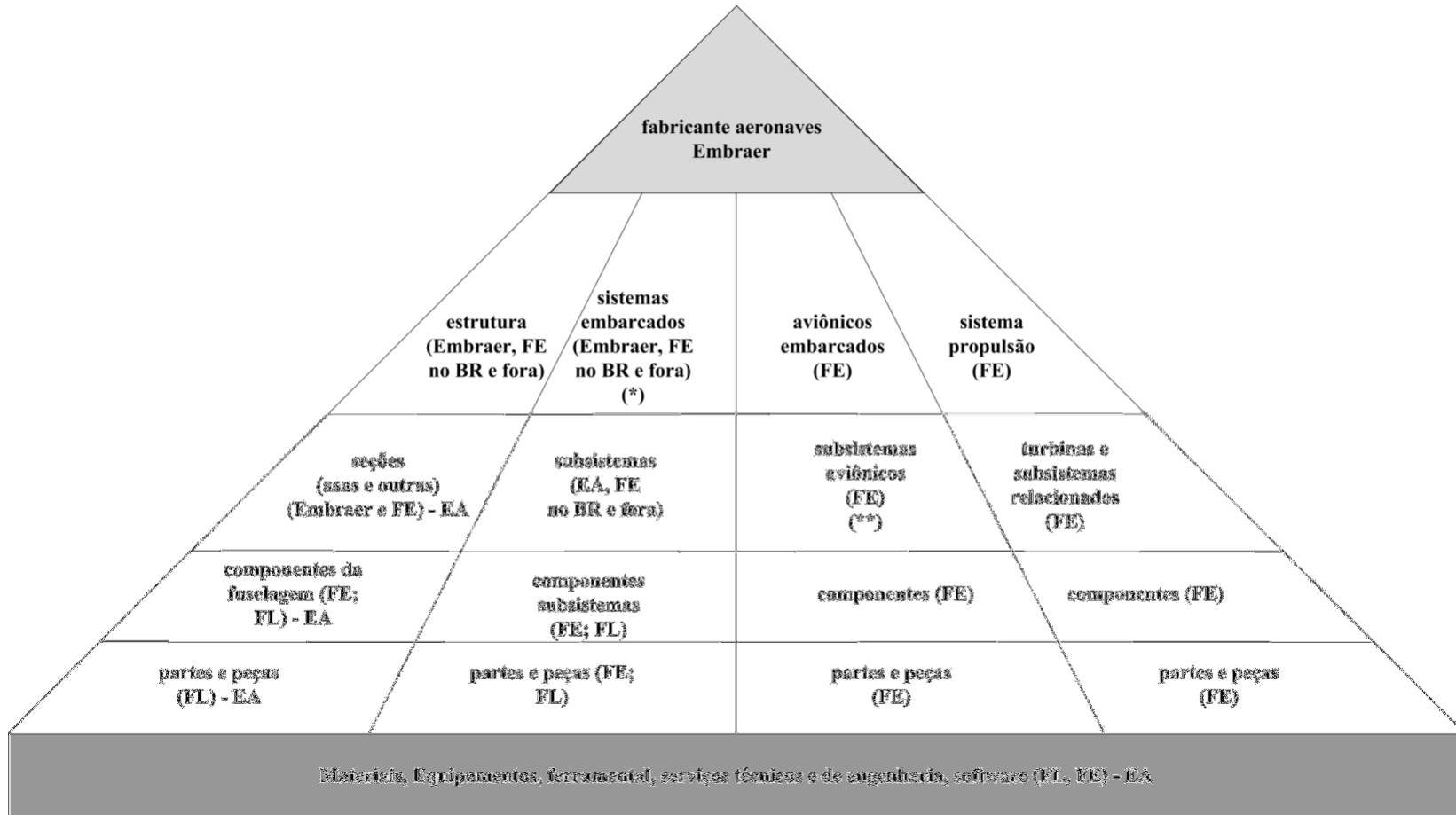


Figura 12 - Desenho da Cadeia de Fornecedores para Aeronaves Comerciais

Fonte: elaboração própria a partir das entrevistas. **Nota:** (*) Sistemas de energia, trem de pouso, sistema hidráulico, sistema ambiental e sistema elétrico. (**): Navegação, comunicação, vigilância e controle de voo. FE - fornecedor estrangeiro. FL - PME fornecedora brasileira. BR – Brasil. EA – empresa da amostra.

A forma piramidal foi apresentada pela Embraer em entrevistas. Ainda que tal formato seja de uso comum quando se desenha essa estrutura, a Figura 12 contém informações que se referem à cadeia produtiva da Embraer, principalmente, para os modelos de aeronaves ERJ. Como mostra a Figura, o topo da pirâmide é ocupado pela única empresa integradora de sistemas complexos, fabricante de aeronaves comerciais no Brasil, a Embraer. Esta define requisitos, projeta, fabrica e realiza manutenção, revisão e modernização de aeronaves; é a principal cliente das PMEs entrevistadas.

Já no primeiro nível de fornecimento, pode-se encontrar um número maior de empresas. Entretanto, diante da complexidade dos sistemas fornecidos e dos altos investimentos necessários para a participação no mercado, poucas empresas compõem o primeiro nível e a maioria delas é estrangeira, com exceção da própria Embraer que fabrica as estruturas para a fuselagem e cablagem (instalação elétrica, incluindo a fiação). As empresas fornecedoras no primeiro nível são, em alguns casos, integradoras de CoPS, assim como a Embraer. Exemplos dessas empresas são a General Electric Aviation (GEAE), a Honeywell, a Raytheon e a Liebherr. Por isso, a maioria das empresas fornecedoras do segundo nível, também, é estrangeira. A única exceção é a Eleb, empresa brasileira que fabrica subsistemas para engrenagem e trem de pouso, que é uma das empresas do grupo Embraer.

As PMEs brasileiras entrevistadas são fornecedoras, principalmente, do segundo, terceiro e quarto níveis. Entretanto, algumas delas fornecem ferramental e serviços técnicos e de engenharia diretamente para a Embraer. Tais empresas localizam-se na base da pirâmide apresentada na Figura 12, pois podem fornecer para as outras localizadas em qualquer um dos níveis.

4.3.1 Descrição geral das PMEs entrevistadas

Esta seção descreve as características gerais das nove PMEs fornecedoras entrevistadas no período de 2001-2002, no que se refere à formação do capital social, ano da fundação, número de empregados, características do mercado e características dos produtos, além de informações sobre as principais mudanças e inovações que ocorreram desde a fundação. Todas as nove PMEs fornecedoras têm capital social nacional, com exceção da Eleb

que era uma *joint venture* entre a Embraer e a sua fornecedora alemã, a Liebherr Aerospace. Destas, três empresas foram fundadas no período 1970-1980, quatro, no período 1981-1994 e duas, no período 1995-2002. A maior parte do painel corresponde a empresas que foram fundadas antes da privatização da Embraer em 1994.

O Quadro 10 mostra o número de empresas por produto e modelos de aeronaves para as quais elas forneciam, principais clientes e número de empregados por ano de fundação. Cinco empresas são pequenas (1-99 empregados) e as outras quatro são médias (100-499 empregados). Todas as PMEs entrevistadas forneciam para a Embraer e / ou para fornecedores estrangeiros da Embraer, localizados no Brasil ou no exterior, para os modelos de aeronaves comerciais ERJ 145 e ERJ 170, com exceção de uma empresa, que só fornecia para o modelo Brasília da Embraer. Oito PMEs do painel forneciam 80%, aproximadamente, do faturamento para empresas e instituições nacionais, especialmente para Embraer e Força Aérea Brasileira. Duas empresas que forneciam, exclusivamente, para a Embraer até o final dos anos 90, iniciaram as exportações em 2000-2001 de componentes para trem de pouso, peças de reposição para aeronaves Brasília, que operam em outros países, e serviços de engenharia e técnicos para desenho, produção e montagem de componentes da fuselagem.

Produto	Aeronave	Clientes	Número de empresas por ano de fundação e número de empregados						Total
			1970-1980		1981-1994		1995-2002		
			1-99	100-499	1-99	100-499	1-99	100-499	
Sub-sistema (trem de pouso) (fornecedor 2º nível)	ERJ 145 e 170	Embraer e fornecedores estrangeiros	0	0	0	1	0	0	1
Peças, partes e componentes para a fuselagem (fornecedor 3º e 4º níveis)	Brasília, ERJ 145 e 170	Embraer e fornecedores estrangeiros	3	0	1	0	0	1	5
Ferramental (fornecedor para todos os níveis)	Brasília, ERJ 145 ERJ 170	Embraer e fornecedores estrangeiros	0	0	0	1	0	0	1
Serviços engenharia & técnicos (fornecedor para todos os níveis)	ERJ 145 e 170	Embraer e fornecedores estrangeiros	0	0	1	0	0	1	2
Total de empresas			3	0	2	2	0	2	9

Quadro 10 - Características Gerais dos Fornecedores Brasileiros Entrevistados

Fonte: elaboração própria a partir das entrevistas.

Características do produto e serviço

Cinco PMEs entrevistadas fabricavam peças, partes e componentes para a fuselagem e para o interior da aeronave, localizando-se no 3º, 4º e 5º níveis da cadeia (Figura 12). As principais matérias-primas utilizadas eram: aço, alumínio aeronáutico e materiais compostos. Além destas, uma empresa produzia componentes para o trem de pouso (3º nível), uma empresa fabricava ferramental e duas outras forneciam serviços de engenharia e técnicos (5º nível).

O ferramental refere-se ao equipamento utilizado como suporte à montagem das seções da fuselagem e, também, da sua integração na estrutura completa da aeronave. O produto, fabricado sob encomenda, e utilizado, também, para a realização de testes em protótipos, é feito em aço e possui componentes eletrônicos para apoiar no ajuste ao tamanho da seção da fuselagem que será montada ou integrada.

Os serviços de engenharia e técnicos têm os conhecimentos da engenharia mecânica e aeronáutica como base para o seu desenvolvimento. As PMEs fornecedoras desses serviços desenvolvem os projetos das seções da fuselagem, partes e componentes, bem como de?nem suas especi?cações para a produção, juntamente com os engenheiros da Embraer. Já o serviço técnico refere-se ao apoio na especi?cação do desenho, do processo de produção e, também, na integração das seções da fuselagem à estrutura da aeronave.

4.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada em duas fases entre 2000 e 2002: fase exploratória e pesquisa de campo. Em cada uma destas fases, entrevistas em profundidade e encontros casuais com diretores, gerentes, técnicos e outros especialistas, bem como observações diretas em visitas técnicas foram utilizadas como estratégias para a coleta de dados. Publicações na forma de relatórios, brochuras, livros e outras fontes (como endereços eletrônicos ou *websites* das empresas e relatórios de imprensa) foram, também, consideradas como fontes de informação.

A pesquisa exploratória, preparatória para a fase da pesquisa de campo, foi realizada durante agosto e outubro de 2001 com o objetivo de identi?car as PMEs que seriam entrevistadas em profundidade, bem como:

- examinar e identificar as características do Sistema de Inovação Aeronáutico Brasileiro, incluindo as empresas e instituições de C&T;
- identificar as políticas governamentais para o desenvolvimento do setor; e
- definir a estrutura da cadeia de fornecimento e posicionar as PMEs brasileiras fornecedoras.

Durante essa fase, especialistas e profissionais da Embraer, do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) (SP), da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade de Campinas (Unicamp), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de PMEs selecionadas foram entrevistados. Foi nessa fase que o levantamento sobre as empresas constantes no catálogo de empresas CESAER foi realizado, como detalhado na subseção anterior. O detalhamento da primeira fase encontra-se no Anexo B.

Cabe destacar que a fase exploratória da pesquisa apoiou-se no entendimento da estrutura e das principais características do setor aeronáutico brasileiro, o qual foi fundamental para a definição do escopo da pesquisa e seleção do painel de empresas para a pesquisa de campo.

A pesquisa de campo final foi realizada no período 2001 – 2002. Nesse período, foram entrevistadas em profundidade as nove PMEs fornecedoras brasileiras definidas para o painel final, além de continuarem as conversas informais com os contatos da Embraer. As entrevistas em profundidade foram realizadas com diretores, gerentes, técnicos e pessoas envolvidas com as inovações implantadas pela empresa, tais como gerentes e engenheiros ou técnicos em P&D, desenho, engenharia, qualidade, produção, manutenção e relações com fornecedores e clientes. Segue o roteiro principal para essas entrevistas:

- Propriedade e fundação;
- Quali?cação de recursos humanos: formação acadêmica, pessoal interno dedicado a desenvolvimento, mecanismos de treinamento, experiência anterior dos proprietários ou gerentes;
- Principais inovações ou mudanças no produto, na produção e/ou na organização da empresa implantadas desde a fundação da mesma, principalmente no período 1981 – 1994 e 1995 – 2002, que tiveram impacto nos negócios da empresa;
- Atividades realizadas para gerar e gerenciar as inovações;

- Principais fontes de informação técnica para a inovação e tipo de relacionamento com a instituição fonte;
- Identificação do papel da Embraer e de seus fornecedores estrangeiros na inovação, além de universidades, centros tecnológicos e consultorias; e
- Identificação da participação em programa governamental, bem como o papel deste na inovação.

As entrevistas em profundidade foram, também, realizadas com funcionários da Embraer nos seguintes cargos:

- quatro gerentes e assistentes da gerência alocados na vice-presidência de compras da Embraer - gerente de fornecimento, gerente de desenvolvimento de fornecedores e sub-contratações, gerente de contratos com fornecedores estrangeiros, gerente de compra de sistemas e assistente de logística;
- dois gerentes do programa de desenvolvimento tecnológico; e
- gerente geral de desenvolvimento tecnológico.

Essas entrevistas levantaram informações sobre:

- mudanças nas estratégias de compras e relacionamento com fornecedores da Embraer;
- mudanças no relacionamento com PMEs brasileiras fornecedoras: tipos de contratos e assistência técnica realizados pela Embraer nas PMEs fornecedoras; e
- estrutura da cadeia de fornecimento: composição dos diferentes níveis.

Finalmente, outras informações foram coletadas, bem como entrevistas foram realizadas, em outros momentos desde o ano 2003, como, por exemplo:

- durante o Seminário sobre o Adensamento da Cadeia Produtiva do Setor Aeronáutico, organizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico - BNDES, no Rio de Janeiro, entre 15 e 16 de abril de 2004;
- durante as reuniões e oficinas para a construção do Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico, realizado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), entre 2006 e 2008 (ABDI, 2008); e
- durante as reuniões para a construção das medidas, acompanhamento e implantação da Política de Desenvolvimento Produtivo para o Setor

Aeronáutico²¹, realizadas entre 2008 e 2010, com representantes das empresas fornecedoras, Embraer, associação empresarial (AIAB e CECOMPI) e ICT.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise de dados começou durante a primeira fase de coleta de dados e foi qualitativa. Os resultados das entrevistas com cada empresa e especialistas foram consolidados em relatórios, os quais guiaram as entrevistas seguintes até a obtenção das informações necessárias para completar as respostas para os grupos de perguntas citados na seção anterior. As informações dos relatórios foram comparadas.

De fato, a análise dos dados pode ser dividida em quatro fases:

Fase 1. Construção de tabelas para organizar as informações levantadas sobre as PMEs entrevistadas, a Embraer e as fornecedoras estrangeiras localizadas no Brasil. As tabelas foram divididas conforme as categorias de informações disponibilizadas. No caso das entrevistas nas PMEs, elas foram divididas por item a ser analisado, tais como, as atividades para inovação, capacidade para inovação, mecanismos para aprendizagem, relações com a Embraer e participação em programa governamental. Os estudos de caso são examinados pelos resultados de cada fator, comparando-se os períodos 1981 – 1994 e 1995 – 2002.

Fase 2. Baseando-se em relatórios e nas tabelas geradas na fase 1, o quadro teórico e os conceitos foram aprofundados e aperfeiçoados.

Fase 3. Novas tabelas foram elaboradas, levando-se em consideração os resultados da fase 2.

Fase 4. Elaboração da redação da tese, que envolveu a busca por atualizações na bibliografia, indicadores e informações sobre o setor aeronáutico.

²¹ A Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) refere-se à política industrial do Brasil que foi lançada em maio de 2008, pelo presidente Luis Inácio Lula da Silva. O objetivo da PDP é promover a competitividade de longo prazo da economia brasileira, consolidando a confiança na capacidade de crescer, com uma maior integração dos instrumentos de política existentes, fortalecimento da coordenação entre instituições de governo e aprofundamento da articulação com o setor privado. O setor aeronáutico é um dos 33 setores contemplados na PDP (<http://www.pdp.gov.br>).

As informações analisadas nas fases de 1 a 3 originaram os Capítulos 3 e 5, apoiaram na revisão do Capítulo 2, detalhamento do método no capítulo 4 e nas conclusões apresentadas no Capítulo 6.

5 O CASO DAS NOVE PMES FORNECEDORAS DA CADEIA AERONÁUTICA: 1981-2002

Este capítulo examina o caso das nove PMEs fornecedoras da Embraer entrevistadas no que se refere:

- à identificação de até que ponto elas desenvolveram capacidade para inovação; e
- ao exame dos fatores que influenciaram o desenvolvimento da capacidade para inovação nestas PMEs nos períodos 1981-1994 e 1995-2002.

Cabe informar que o Anexo C apresenta o detalhamento das informações sobre as nove empresas entrevistadas.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO

A Figura 13 apresenta o desempenho de cada uma das nove empresas entrevistadas, as quais, por questões de confidencialidade, foram nomeadas como:

1. “Poltrona”
2. “Parte A”
3. “Parte B”
4. “Trem de Pouso”
5. “Parte C”
6. “Parte D”
7. “Parte E”
8. “Engenharia”
9. “Parte F”

A maior parte das empresas (Parte A, Parte B, Parte C, Parte D e Parte F) implantou inovações por meio das atividades de melhoria contínua e mudaram de capacidade básica para pré-intermediária. Apenas as empresas Poltrona e Trem de Pouso construíram capacidade para inovação intermediária e avançada, respectivamente. A empresa Engenharia fortaleceu a capacidade intermediária no período 1995-2002. Ela foi fundada em 1996 para a elaboração e apoio na implantação de projetos de engenharia, sua principal atividade. Esta empresa implantou a área de engenharia internamente em 1998.

A empresa Poltrona mudou das atividades de melhoria contínua para engenharia, progressivamente, com a solução de problemas nas poltronas para o modelo Brasília da Embraer, bem como realizou desenvolvimentos e adaptações nos modelos de planador, durante o período 1981-1994. No período seguinte, ela fortaleceu a capacidade de engenharia e realizou algumas atividades de P&D eventualmente. Já a empresa Trem de Pouso implantou a área de engenharia no período 1981-1994 e passou a realizar atividades de P&D internamente e em parceria com universidades, no período 1995-2002.

Apenas a empresa Parte E manteve a capacidade básica e continuou fabricando peças a partir das especificações da Embraer. Ela não tinha implantado os procedimentos de melhoria contínua, mas seguia as orientações da Embraer quanto à qualidade e rastreamento da produção.

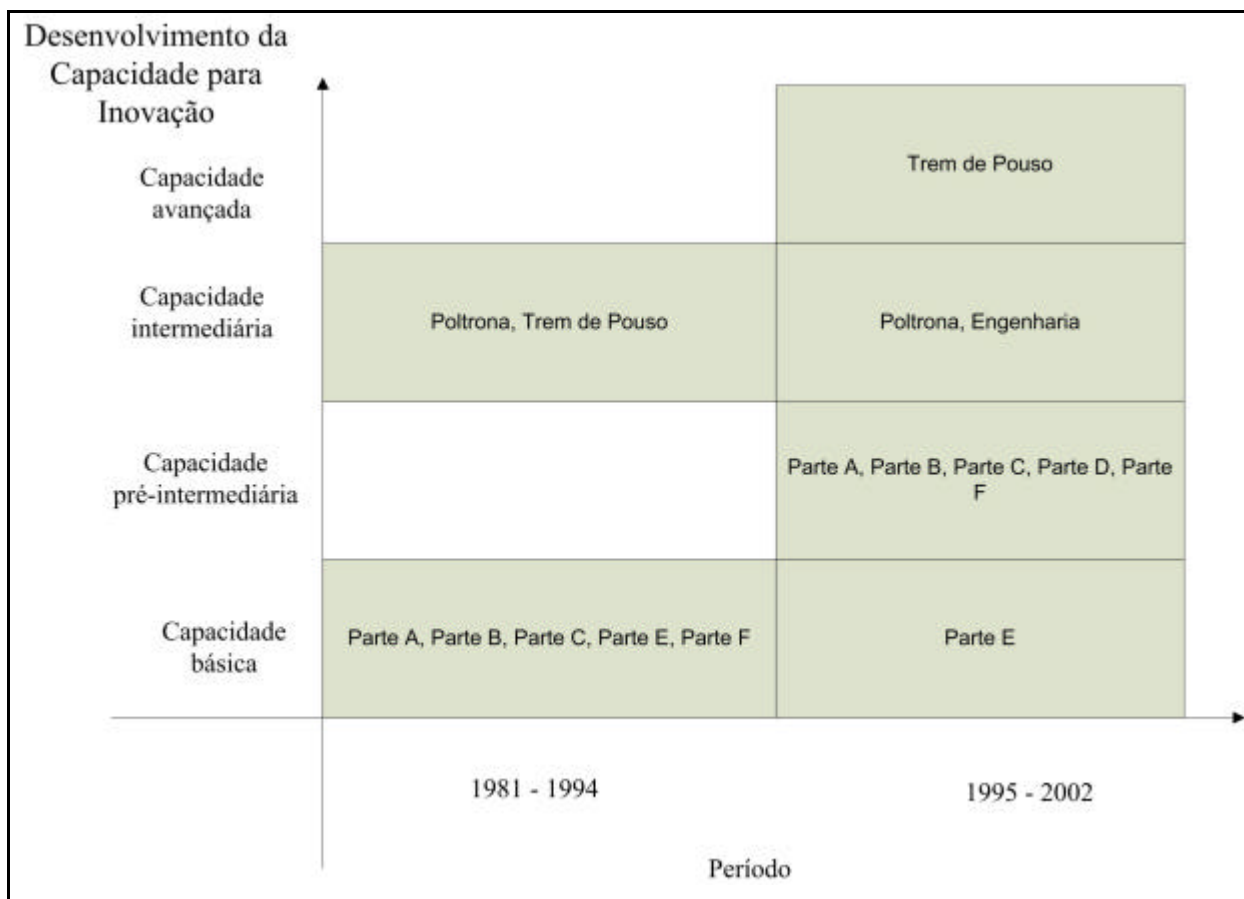


Figura 13 – Desenvolvimento da Capacidade para Inovação pelas Nove PMEs Entrevistadas

Fonte: elaboração a partir de pesquisa própria.

Durante o período 1981-1994, cabe destacar a empresa Poltrona, por ter ampliado suas atividades da melhoria contínua para engenharia, passou da capacidade para inovação pré-intermediária à intermediária. Ela ampliou o portfólio de produtos, agregando valor; de poltronas para as aeronaves do modelo Brasília, a Poltrona passou a fabricar aviões pequenos do tipo planador. O desenvolvimento e fabricação de planadores são considerados como diversificação da capacidade para inovação intermediária. Pode-se dizer que a empresa Poltrona precisou ampliar e renovar sua base de conhecimento em engenharia a fim de implantar a fabricação de planadores. Entretanto, a área de engenharia fazia a interface informal com universidades e fornecedores, para a realização de testes e as atividades de P&D necessárias às adaptações e inovações que implantou em produto e processo. Os novos modelos de produtos (planadores) desenvolvidos foram certificados pelos órgãos reguladores do Brasil, dos EUA e da Europa, respectivamente IFI, FAA e JAR. Neste caso, a diversificação refere-se à busca por novos mercados que, como explica Boter e Holmquist (1996), é uma das estratégias das pequenas empresas.

Para a Embraer, a Poltrona continuou fornecendo as poltronas para a aeronave Brasília, mas não conseguiu manter-se como fornecedora para os modelos ERJ. Segundo entrevistas na empresa, não havia condições para atender todas as exigências da Embraer, além de capacidade financeira, e, assim, alcançar a relação com a Embraer do tipo “modular” ou “relacional”. Os principais produtos da Poltrona eram os modelos planadores exportados para os EUA, Europa e outros países.

As empresas Parte A, Parte E e Parte F implantaram inovações, no período 1981 – 1994, a partir da replicação das especificações recebidas das clientes, principalmente da Embraer. Dentre elas, a Parte A e a Parte F realizaram inovações, no período 1995 – 2002, a partir da melhoria contínua, ampliando a capacidade para inovação de básica para pré-intermediária. A empresa Parte E manteve a capacidade para inovação básica e continuou as atividades de replicação como maneira de gerar as inovações.

As empresas Parte B e Parte C informaram que as inovações mais relevantes foram realizadas no período 1995 – 2002, quando implantaram o programa de qualidade que incluía atividades para melhoria contínua. As duas empresas que foram fundadas durante este período, empresas Parte D e Engenharia implantaram, também, inovações que consideraram muito importantes. No caso da Parte D, ela implantou a atividade de melhoria contínua no produto e na produção, alcançando o nível de capacidade para inovação pré-intermediária. Já a empresa Engenharia constituiu o departamento de engenharia e fortaleceu a sua capacidade para inovação intermediária.

Cabe destacar que a empresa Trem de Pouso foi a única que implantou atividade interna de P&D no período 1995 - 2002, a partir das atividades do departamento de engenharia que possuía no período 1981-1995. Essa empresa tem sua origem na própria Embraer, a qual fundou a empresa a partir do departamento interno de partes e peças. A Embraer transferiu para a nova empresa todas as atividades de produção e desenvolvimento, inclusive o pessoal empregado neste departamento. A Trem de Pouso foi transformada em uma *joint venture* com a fornecedora de trem de pouso da Embraer. Com a competência adquirida e a ampliação no capital, esta empresa transformou-se em parceira de risco e de desenvolvimento de novos modelos da Embraer, ou seja, com participação na cadeia de valor do tipo “relacional”.

Considerando a relação entre as quantidades de inovações por tipo e as atividades realizadas para a sua geração, confirma-se o resultado apresentado acima. Esta relação por período segue no Gráfico 4. Comparando-se os dois períodos, a maior parte das inovações foi realizada por meio da replicação, com exceção das inovações em processos produtivos para o

qual foram utilizadas as atividades de melhoria contínua. Para a produção, houve um aumento significativo no número de inovações consideradas mais importantes com vistas a continuar fornecendo na cadeia de valor, entre os períodos 1981 – 1994 e 1995 – 2002. As inovações em processos produtivos aumentaram de 2 para 9 e as inovações em equipamentos para produção aumentaram de 2 para 4.

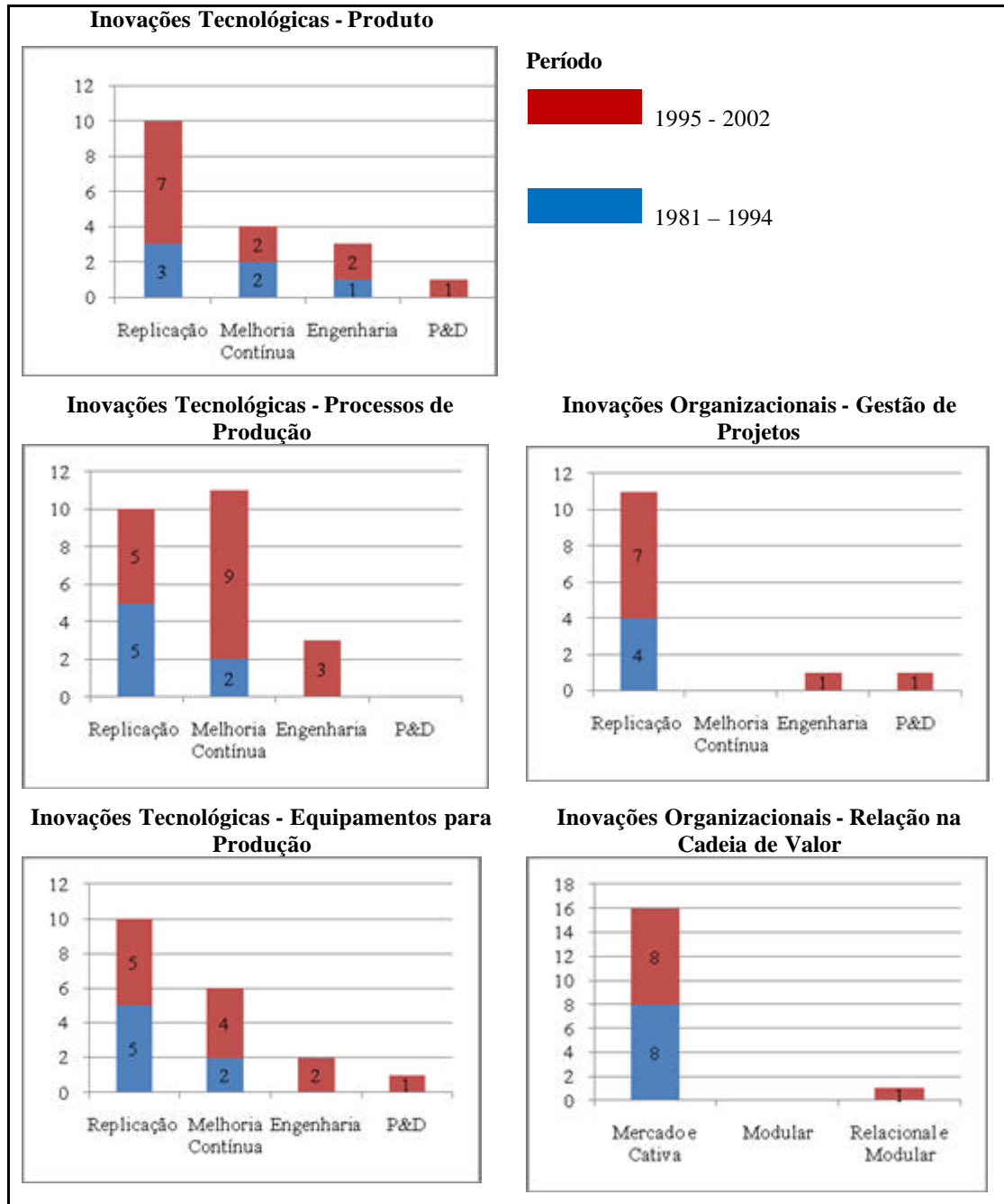


Gráfico 4 - Inovações Tecnológicas e Organizacionais: quantidade por período e atividade

Fonte: elaboração própria a partir da pesquisa.

Considerando as atividades de P&D, observa-se no Gráfico 4 que poucas inovações foram resultado dessas atividades e as que ocorreram foram em produto, equipamentos para produção e gestão de projetos. Tais atividades foram realizadas pela empresa Trem de Pouso, a única que internalizou atividades de P&D, como descrito anteriormente.

Diante do desempenho apresentado das nove empresas quanto ao desenvolvimento da capacidade para inovação, conclui-se que os esforços e os investimentos realizados pela maioria dessas empresas são, basicamente, para adaptar e/ou utilizar as tecnologias (produto e processo) e os métodos organizacionais às condições e requisitos do mercado brasileiro, principalmente, da Embraer. Entretanto, três empresas (Poltrona, Trem de Pouso e Engenharia) estão realizando esforços para ampliar o domínio das tecnologias e dos procedimentos organizacionais, sendo que apenas uma (Trem de Pouso) possui atividades internas de P&D de forma contínua. Esses resultados apontam para uma possível fragilidade das PMEs entrevistadas. Como a capacidade para inovação de seis destas empresas é, ainda, relacionada às atividades rotineiras, elas precisam do apoio da Embraer para continuar no mercado.

Considerando a distinção feita por Boter e Holmquist (1996) de PMEs inovadoras e convencionais, seis empresas entrevistadas são convencionais (Parte A, Parte B, Parte C, Parte D, Parte E e Parte F) e três inovadoras (Poltrona, Trem de Pouso e Engenharia). As inovações implantadas pelas PMEs convencionais foram, de fato, mudanças técnicas, conforme consideram Bell e Pavitt (1993), quando analisam tais mudanças, e não aquelas inovações como conceituadas pela PINTEC 2008 (IBGE, 2009). No entanto, segundo os autores, essas mudanças têm impacto no desempenho das rotinas da empresa.

5.2 EXAME DOS FATORES ESTRATÉGICOS

A seguir, são examinados os mecanismos para aprendizagem observados, a qualidade das relações na cadeia de valor e a influência da participação em programas governamentais (*offset* e promoção das exportações) no desenvolvimento da capacidade para inovação das PMEs.

5.2.1 Mecanismos para aprendizagem observados nas PMEs

O exame dos mecanismos para aprendizagem observados nas nove PMEs e a sua relação com o desenvolvimento da capacidade para inovação é, principalmente, baseada na experiência anterior dos executivos, pessoal ocupado em engenharia e em atividades de P&D desenvolvidas na empresa. A experiência anterior dos executivos é uma das fontes de conhecimento para a atividade de inovação, tanto quanto a formação dos funcionários. Tais experiências influenciam a aprendizagem que ocorre pelo fazer ou prática nas atividades de produção, ou seja, a aprendizagem passiva (BELL, 1984; MALERBA, 1992), que é base de conhecimento para a aprendizagem ativa.

Todas as empresas entrevistadas possuem engenheiros, e as empresas Poltrona e Trem de Pouso possuem pessoal ocupado em atividades de P&D (Quadro 11). Seis empresas foram constituídas por ex-funcionários da Embraer. Os executivos das empresas Poltrona, Parte D e Parte E são exceções porque têm sua experiência profissional anterior alicerçada nas atividades que executaram em outras empresas e na educação formal. Os executivos da empresa Poltrona adquiriram a experiência prática na atuação como engenheiros do ITA, da Varig Manutenção e como pesquisador da UFRGS. No caso da empresa Parte D, a experiência anterior do executivo para a fabricação de peças originou-se da graduação em engenharia pela USP. O executivo da empresa Parte E foi um dos funcionários da empresa “Companhia Aeronáutica Paulista” (CAP) que fabricava pequenos aviões agrícolas e para treinamento (aeroclubes), os “Paulistinhas”. Conforme informado no capítulo 3, a CAP desenvolvia seus aviões com o apoio do IPT e foi a primeira empresa brasileira a exportar para outros países.

Empresa	Total Funcionários	Total Engenheiros	Total Pessoal P&D	Experiência Anterior dos executivos
Poltrona	74	3	9	ITA, VARIG Manutenção e UFRGS
Parte A	120	2	0	Embraer
Parte B	45	1	0	Embraer
Trem de Pouso	417	50	75	Embraer
Parte C	33	3	0	Embraer
Parte D	35	4	0	USP
Parte E	35	4	0	CAP
Engenharia	350	10	0	Embraer
Parte F	25	1	0	Embraer

Quadro 11 – Características das Empresas: pessoal ocupado e experiência anterior dos executivos

Fonte: elaboração própria a partir da pesquisa.

Cabe destacar que a empresa Trem de Pouso originou-se do antigo departamento de manufatura de partes e componentes da Embraer, tendo seus executivos e alguns funcionários transferidos para a nova empresa. Em grande medida, a fonte de conhecimento base desta empresa foi construída junto com a própria Embraer, conforme explicado no Capítulo 3.

Neste contexto, todas as empresas utilizam a aprendizagem pelo fazer, com base na experiência anterior, como uma das formas de gerar inovações (Gráfico 5²²). Além da aprendizagem pelo fazer, os mecanismos mais utilizados foram pelo apoio técnico da Embraer, pelo apoio técnico informal de instituição de C&T (DCTA, USP e UFRGS) e pela contratação de recursos humanos, principalmente de nível técnico e engenheiros (empresas Poltrona, Trem de Pouso e Engenharia).

²² O detalhamento do Gráfico 5, por empresa, segue no Anexo C, quadro 19.



Gráfico 5 – Mecanismos de Aprendizagem nas Nove PMEs

Fonte: elaboração própria a partir da pesquisa. **Legenda:** Pelo desenv. Conj. EMB = pelo desenvolvimento conjunto com a Embraer; EMB = Embraer; Pelo apoio tecn. De ICT inf. = pelo apoio técnico informal de instituição de ciência e tecnologia; Pelo desenv. Conj. Cliente estr. = pelo desenvolvimento conjunto com cliente estrangeiro; Pelo desenv. Conj. Fornec. = pelo desenvolvimento conjunto com fornecedor; ICT = instituição de ciência e tecnologia.

Como explicam Bell e Pavitt (1995), o sucesso na geração e implantação de inovações depende do conhecimento existente na empresa que, muitas vezes, precisa ser ampliado e renovado. No caso de PMEs, a renovação ocorre pela relação com clientes, fornecedores e/ou instituições de C&T, o qual pode ser informal, assim como pela contratação de recursos humanos (ROMIJN e ALBALADEJO, 2002; LASTRES *et al*, 2003).

Entretanto, a concentração na aprendizagem pelo fazer caracteriza uma atitude passiva e poderá dificultar o desenvolvimento de capacidade para inovação avançada pelas PMEs (BELL e PAVITT, 1995). Este é o caso das cinco empresas entrevistadas que avançaram, timidamente, da capacidade básica para a pré-intermediária, como mostra a seção anterior. De fato, apenas três empresas entrevistadas investiram ativamente em aprendizagem. A empresa Poltrona contratou engenheiro francês para apoiar no desenvolvimento dos planadores (pequenas aeronaves), que não eram produzidas pela empresa e cujos direitos de propriedade industrial, projeto e ferramental foram adquiridos de uma empresa francesa. A

Poltrona investiu em testes, experimentos e pesquisa com universidades locais para apoiar o desenvolvimento interno do produto, um planador. Além disso, esta empresa utilizou os laboratórios e as competências dessas universidades para gerar e incorporar melhorias no planador, que resultaram em novos modelos. Tais formas de aprendizagem são consideradas, por Hobday (1995), Romijn e Albaladejo (2002), Lastres *et al.* (2003) e Arnold *et al.* (2004), uma parte importante do desenvolvimento de capacidade para inovação por parte das PMEs por se tratarem de importantes mecanismos de aprendizagem ativa, que complementam os escassos recursos dessas empresas.

Diante do que foi exposto anteriormente, examinou-se a relação entre os mecanismos para aprendizagem (passivo e ativo) e o desenvolvimento da capacidade para inovação em cada período (Figura 14). A maior parte das nove PMEs entrevistadas (seis) utiliza, basicamente, a aprendizagem pelo fazer e pelo apoio técnico da Embraer como meio para gerar inovações. Estas empresas são: Parte A, Parte B, Parte C, Parte D, Parte E e Parte F. Mesmo que somente a Parte E manteve a capacidade básica, todas elas continuaram investindo, principalmente, em aprendizagem passiva com base na experiência dos executivos e funcionários.

Somente as empresas Poltrona, Trem de Pouso e Engenharia investem em mecanismos de aprendizagem ativo. Destas a Poltrona e a Trem de Pouso realizaram P&D interno para a geração de inovações, sendo que a Trem de Pouso realiza esta atividade de forma contínua em área específica interna e a Poltrona realiza eventualmente e não possui área específica interna. Além de P&D interno, o apoio técnico da Embraer e de ICT foram as outras formas de aprendizagem incorporadas pelas PMEs no período 1995-2002. As outras novidades foram a incorporação da aprendizagem pelo desenvolvimento conjunto com cliente estrangeiro da empresa e pelo desenvolvimento conjunto com fornecedor estrangeiro da Embraer pela empresa Trem de Pouso. Esta empresa possui, também, treinamento interno e externo formal.

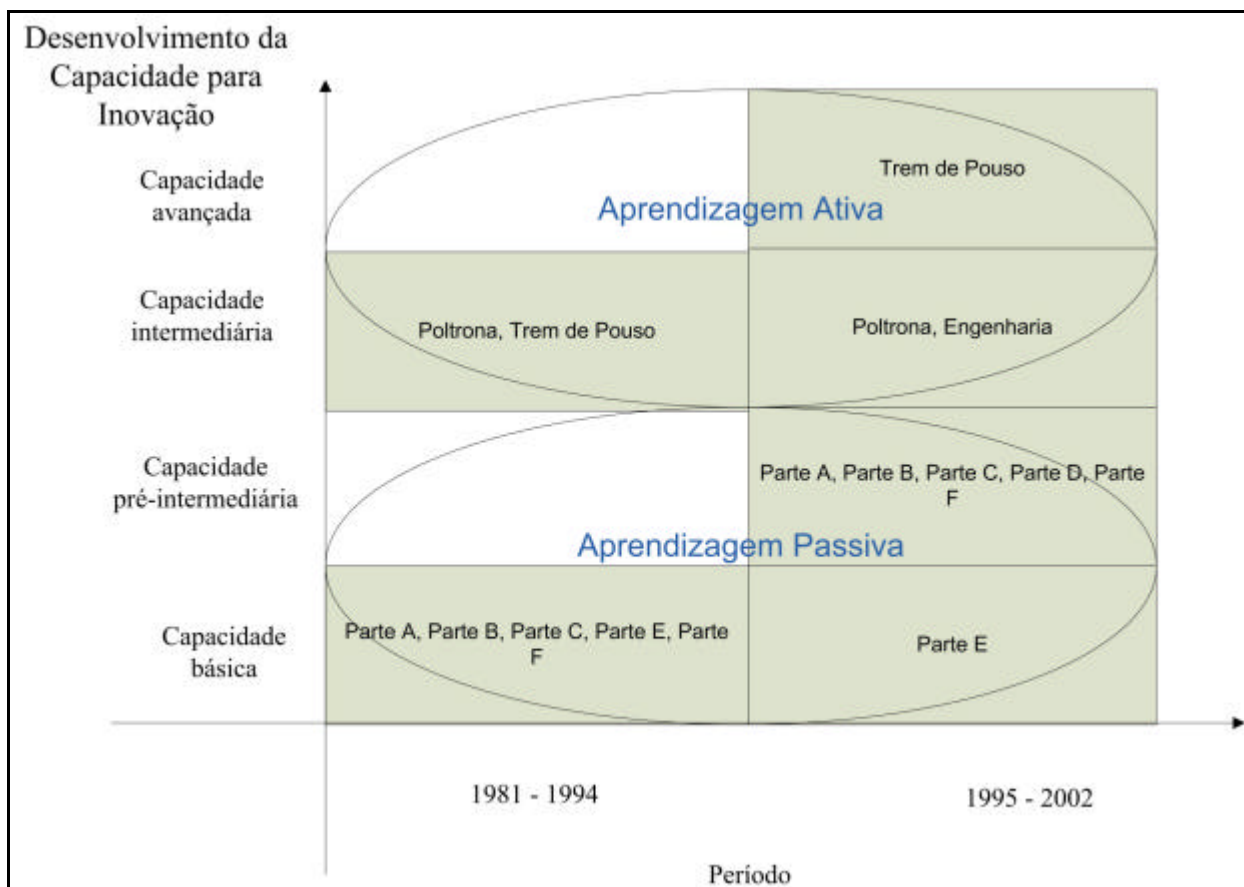


Figura 14 – Mecanismos de Aprendizagem e Desenvolvimento da Capacidade para inovação

Fonte: elaboração própria a partir da pesquisa

Destaca-se o caso da empresa Engenharia que tem por base a competência interna e as redes de contatos dos funcionários como fonte de conhecimento para a geração das inovações que foram implantadas, consideradas como importantes para a competitividade da empresa. Esta empresa possui, também, um grupo de engenheiros e especialistas que são “associados” e consultados quando necessário, os quais são consultores externos de várias áreas e universidades. Esse ambiente permitiu que a Engenharia exportasse serviços de engenharia para quatro empresas fornecedoras estrangeiras da Embraer, localizadas na Espanha, França, Bélgica e Chile. Segundo os entrevistados da empresa, as exportações foram resultado da competência interna em engenharia para produção, desenvolvimento de projetos e desenho industrial de componentes para fuselagem de aeronaves. Eles informaram que as clientes estrangeiras são co-financiadoras do ERJ 145 e ERJ 170/190 e não tinham as competências necessárias para fornecer os componentes sob sua responsabilidade no contrato, conforme os requisitos e especificações da Embraer. Segundo entrevistas na Embraer, a Engenharia transferiu tecnologia e conhecimento, por meio de treinamento e atividades

conjuntas, para que as quatro fornecedoras estrangeiras cumprissem com as metas estabelecidas no contrato com a Embraer.

5.2.2 Qualidade das relações entre as nove PMEs e a Embraer

Esta seção examina a qualidade das relações entre as nove PMEs pesquisadas e a Embraer, a partir de Quadros *et al.* (2009), relacionado-as com o desenvolvimento da capacidade para inovação observada nessas empresas. O Quadro 12 apresenta o tipo de relacionamento e as características por empresa entrevistada. O tipo de relacionamento “cativo” é observado em cinco empresas pesquisadas que fornecem serviços técnicos, serviços de engenharia, peças, componentes e equipamentos para a produção à Embraer. As empresas Poltrona, Parte D e Parte E estabeleceram o tipo de relação “mercado” na cadeia de valor e fornecem poltronas, peças de precisão e roda, disco e freio para aeronaves pequenas. A Trem de Pouso é a única que possui o tipo “relacional” e fornece partes e componentes para trem de pouso, sendo parceira da Embraer no desenvolvimento de projetos de novos modelos.

Empresa	Relação com a Embraer	Características
Poltrona	Mercado	Fornecimento de peças sob encomenda e poltronas para reposição ao modelo Brasília
Parte A	Cativa	Fornecimento de serviços técnicos, fabricação de ferramental, usinagem de peças para fuselagem, fabricação de cablagens, a partir do envio de especificações e material aeronáutico pela Embraer. Funcionários da Embraer fazem auditoria na empresa frequentemente.
Parte B	Cativa	Fabricação de peças em material composto, a partir do envio de material e especificações pela Embraer. Funcionários da Embraer fazem auditoria na empresa frequentemente.
Trem de Pouso	Relacional	Fornecimento de partes e componentes para trem de pouso. Contrato como parceira no desenvolvimento – modelo ERJ 170/190
Parte C	Cativa	Fornecimento de serviços de engenharia para elaboração de projeto e desenho de máquinas, equipamentos e ferramental para produção e seções da fuselagem, componentes e partes das aeronaves. Os engenheiros da

Empresa	Relação com a Embraer	Características
		empresa são treinados e trabalham dentro da Embraer.
Parte D	Mercado	Fornecimento de peças de precisão em metal, com processo de usinagem química, eletroformação e corte e solda a laser, a partir das especificações fornecidas pela Embraer.
Parte E	Mercado	Fornecimento de roda, disco e freio para aviões pequenos da Embraer, a partir das especificações da Embraer. Funcionários da Embraer fazem auditoria na empresa frequentemente.
Engenharia	Cativa	Fornecimento de serviços de engenharia de produção e produto e de componentes para interior de aeronaves, a partir do desenho, especificações e materiais enviados pela Embraer. Funcionários da Embraer fazem auditoria na empresa frequentemente.
Parte F	Cativa	Fornecimento de peças usinadas e subconjuntos mecânicos, a partir do envio do desenho, especificações e matéria-prima da Embraer. Funcionários da Embraer fazem auditoria na empresa frequentemente.

Quadro 12 – Relação com a Embraer e Características por Empresa

Fonte: elaboração própria a partir da pesquisa

O resultado apresentado acima é confirmado pelas conclusões do estudo de Quadros *et al.* (2009). Para os autores, a relação do tipo cativa é observada entre a Embraer e a maior parte das PMEs brasileiras fornecedoras. Essas empresas fornecem bens industriais, tais como peças e componentes, ferramental, processos industriais e serviços técnicos. Segundo Quadros *et al.* (2009, p. 85) “A Embraer teve participação significativa na qualificação dos fornecedores nacionais de bens, processos e ferramental, parte [...] dos quais apresenta alto grau de dependência comercial [...]” Neste caso, a Embraer estabelece os procedimentos, treina, audita e transfere o material necessário para a fabricação e/ou serviço. Como a capacidade dos fornecedores para atender às especificações é baixa, torna-se necessário grande controle e intervenção por parte da Embraer. Para Gereffi *et al.* (2005) e Quadros *et al.* (2009), esse tipo de dependência da Embraer poderá dificultar o desenvolvimento de capacidade para inovação e a ampliação do mercado por tais empresas.

Para Quadros *et al.* (2009), na relação do tipo “mercado”, os fornecedores respondem às solicitações de compras da Embraer, que contêm as especificações e requisitos para a apresentação de propostas. A partir do recebimento das propostas pela Embraer, as

empresas fornecedoras são selecionadas. Nestes casos, a Embraer não envia material para a fabricação, mas realiza a auditoria na empresa e apóia tecnicamente a implantação de melhorias na empresa. As PMEs precisam, por isso, investir em formas de aprendizagem ativa e em inovações que as tornem competitivas. Este não é o caso de todas as PMEs entrevistadas com esse tipo de relação com a Embraer, pois a empresa Parte E manteve sua capacidade para inovação básica, a Parte D avançou para a capacidade pré-intermediária e a Poltrona avançou para a capacidade intermediária. De fato, um padrão comum não foi observado no caso das PMEs entrevistadas com o tipo “mercado” de relacionamento com a Embraer.

Segundo os autores, o tipo “relacional” é observado somente entre a Embraer e as fornecedoras com contrato que inclui desenvolvimento conjunto da aeronave. Este é o caso, apenas, da Trem de Pouso que conseguiu recursos para participar desse tipo de contrato por meio da *joint venture* com a fornecedora estrangeira da Embraer e pelo foco no mercado internacional, como explicado anteriormente. As demais PMEs entrevistadas não avançaram em tal direção.

As empresas que possuem o tipo “relacional” na cadeia possuem capacidade para inovação, no mínimo, avançada pois terão que participar das atividades de P&D em conjunto. Nesses casos, a Embraer realiza reuniões frequentes e presenciais e a fornecedora possui engenheiros trabalhando dentro da área de P&D da Embraer. Existe, então, uma dependência mútua entre a Embraer e a fornecedora, que é regulada formalmente por contrato. Neste caso, a Embraer terá um alto custo para trocar de fornecedor, se for possível fazê-lo em virtude da dificuldade em encontrar outro com o mesmo conhecimento desenvolvido durante o período que as equipes atuaram juntas (QUADROS *et al.*, 2009).

A partir do exame dos tipos de relações e suas características por empresa, foi possível relacionar o desenvolvimento da capacidade para inovação com os tipos de relações ou governança encontrados (Figura 15). De fato, as empresas entrevistadas não mudaram o tipo de relação com a Embraer quando se compara os períodos 1981 – 1994 e 1995 – 2002. As empresas com capacidade básica e pré-intermediária possuem relacionamento do tipo “cativo” ou “mercado” com a Embraer. A empresa com capacidade avançada, a Trem de Pouso, já possuía um relacionamento que incluía o desenvolvimento conjunto, mesmo quando tinha capacidade intermediária, no período 1981 – 1994.

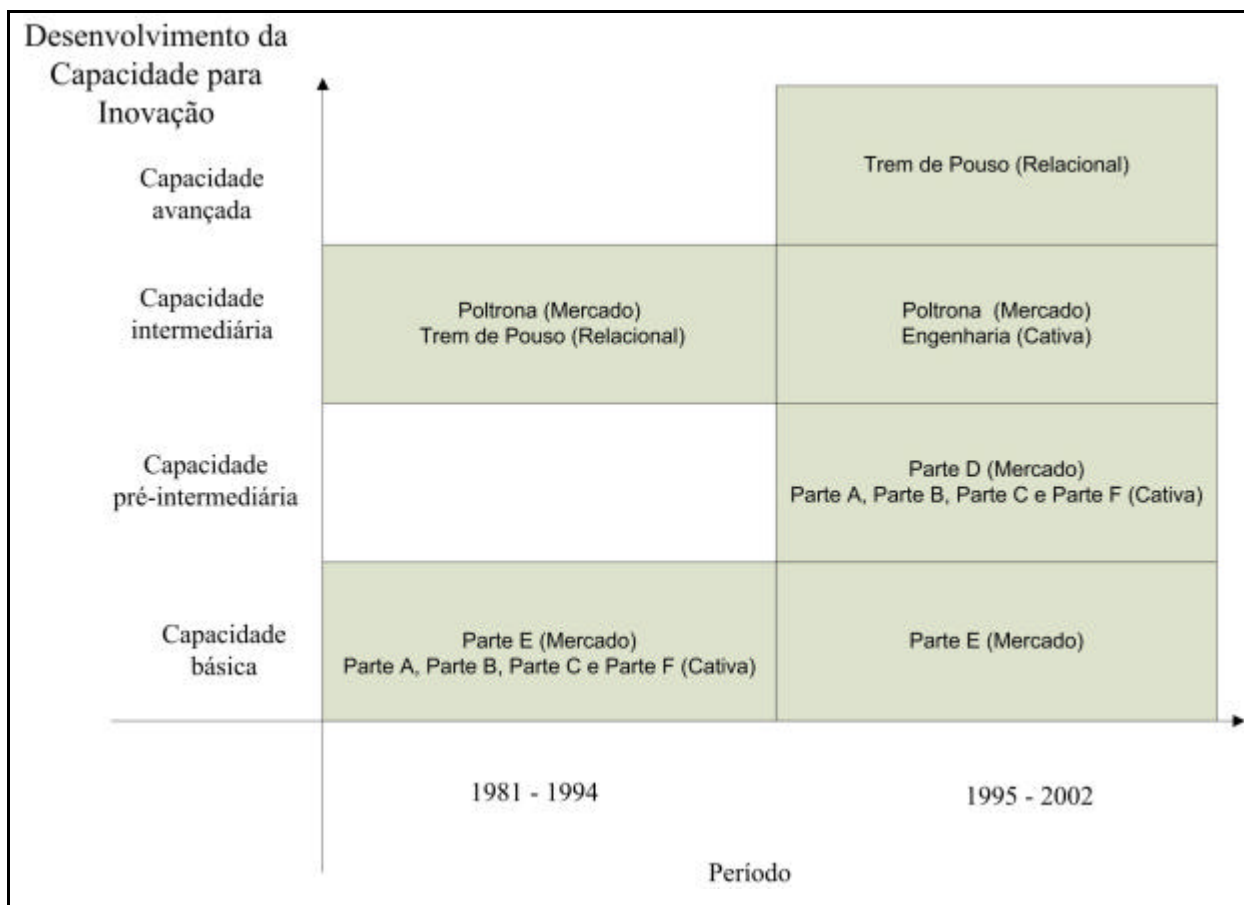


Figura 15 – Relação entre os Tipos de Governança e o Desenvolvimento de Capacidade para Inovação

Fonte: elaboração própria a partir das entrevistas e da revisão da literatura.

Sendo assim, torna-se difícil identificar a existência de influência do tipo de relacionamento ou governança da Embraer no desenvolvimento da capacidade para inovação das PMEs entrevistadas. De fato, as empresas Poltrona e Engenharia, que investiram internamente em engenharia e possuem capacidade para inovação intermediária, não mudaram o tipo de contrato com a Embraer para “relacional”. Nesses casos, outros fatores podem ter influenciado esse processo, como, por exemplo, a falta de capacidade financeira que o tipo “relacional” exige.

Os resultados mostram que as empresas que possuem o tipo “cativo”, em sua maioria, não estão investindo ativamente em aprendizagem, com exceção da empresa Engenharia. De fato, o tipo de relacionamento “cativo” parece estimular as atividades de melhoria contínua. As cinco empresas que mudaram da capacidade básica para a pré-intermediária e possuem um relacionamento com a Embraer do tipo “cativo” estão adquirindo competências para dominar as tecnologias com o objetivo de atender às especificações e

requisitos da Embraer. Cabe destacar que as exigências de conformidade e qualidade do processo e do produto, avaliados pelos auditores da Embraer, não são iguais aos demais setores. Como explicado nos Capítulos 2 e 3, as empresas fabricantes de CoPS, como a Embraer, trabalham com tecnologias complexas e seus fornecedores necessitam, pelo menos, acompanhar os níveis de qualidade exigidos. Sendo assim e considerando que os executivos e muitos colaboradores destas empresas são ex-funcionários da Embraer, o fato de estarem desenvolvendo adaptações e melhorias baseadas na experiência dos executivos e colaboradores as torna, em geral, mais capacitadas tecnicamente que empresas que não tiveram essa experiência no que diz respeito à atuação como fornecedoras para aeronaves comerciais.

A empresas Poltrona, Trem de Pouso e Engenharia, as quais desenvolveram capacidade intermediária (Poltrona e Engenharia) e avançada (Trem de Pouso), ao contrário das demais, têm o foco, também, no mercado externo. Para tanto, seus esforços para dominar as tecnologias e as formas de organização (gestão de projetos e relações na cadeia) têm por objetivo a exploração para a comercialização no mercado mundial. Essas empresas possuem relações do tipo “mercado” (Poltrona), “relacional” (Trem de Pouso) e “cativa” (Engenharia) com a Embraer.

Cabe destacar que, em qualquer um dos tipos de relacionamento, houve troca de conhecimento entre a Embraer e a PME. Entretanto, a resposta da maioria das PMEs foi passiva.

5.2.3 Participação em programas governamentais

As empresas pesquisadas participaram somente dos programas governamentais para a promoção das exportações (expo) e de compensação (*offset*) com transferência de tecnologia relacionada às compras da Força Aérea (FAB). O Quadro 13 mostra o tipo de atividade para inovação realizada pela empresa e a sua relação com o programa que participou, por período.

ATIVIDADES PARA INOVAÇÃO	PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS																	
	1981 – 1994									1995 – 2002								
	Poltrona	Parte A	Parte B	Trem de Pouso	Parte C	Parte D	Parte E	Engenharia	Parte F	Poltrona	Parte A	Parte B	Trem de Pouso	Parte C	Parte D	Parte E	Engenharia	Parte F
TECNOLÓGICA																		
PRODUTO																		
Replicação																		
Melhoria Contínua											Expo	Expo		Expo				Expo
Engenharia	<i>Offset</i>																	
P&D				<i>Offset</i>														
PRODUÇÃO																		
PROCESSOS																		
Replicação																		
Melhoria Contínua											Expo	Expo		Expo				Expo
Engenharia				<i>Offset</i>														
P&D																		
EQUIPAMENTOS																		
Replicação											Expo	Expo		Expo				Expo
Melhoria Contínua																		
Engenharia																		
P&D																		
ORGANIZACIONAL																		
GESTÃO DE PROJETOS																		
Replicação																		
Melhoria Contínua																		
Engenharia	<i>Offset</i>			<i>Offset</i>														
P&D																		

Quadro 13 - Participação em Programas Governamentais: empresas por período e atividade para inovação

Fonte: elaboração própria a partir da pesquisa.

No período 1981 -1994, as empresas Poltrona e Trem de Pouso participaram de programas de *offset* da FAB, coordenado pelo departamento de aviação civil (DAC) e pela própria FAB. A legislação do DAC e da FAB obrigava as empresas aéreas brasileiras e a própria FAB a negociarem *offset* quando adquirissem aeronaves, o que deveria incluir cooperação e transferência de tecnologia. A Poltrona recebeu transferência de tecnologia da Boeing e capacitou-se para a fabricação de poltronas para os aviões da Varig, necessitando investir em engenharia de produto, devido a um problema na inclinação das poltronas, cuja solução resultou na incorporação de um novo mecanismo na poltrona que foi certificado. Esse problema foi solucionado em cooperação com a universidade próxima. Especificamente, a equipe de pesquisadores da universidade mudou o material utilizado e o sistema de inclinação da poltrona. A empresa aperfeiçoou, ainda, o gerenciamento de projetos e o processo produtivo, para que as melhorias realizadas no produto e no processo fossem incorporadas aos manuais. Segundo entrevistas, a Poltrona capacitou-se, com a finalidade de fornecer as poltronas para as aeronaves Brasília da Embraer, devido às mudanças e aos conhecimentos adquiridos no programa de *offset*.

A Trem de Pouso era uma das divisões da Embraer criadas no âmbito do acordo de transferência de tecnologia do programa AMX. Para o desenvolvimento de componentes à fabricação dos modelos de aeronaves AMX em série pela Embraer, uma divisão específica foi criada na Embraer para realizar a engenharia e a manufatura. Os funcionários da divisão de manufatura de componentes trabalharam em conjunto com a equipe da Aermacchi no programa. Com o desenvolvimento do AMX, a Embraer implantou o grupo de P&D na divisão e aperfeiçoou a gestão de projetos. Essa divisão originou a Trem de Pouso.

Cabe observar que o modelo AT-26 Xavante, denominação dada pela Força Aérea ao modelo AerMacchis 326-G, foi resultado de desenvolvimento conjunto entre a Embraer e a Aermacchi para a adequação do modelo existente aos requisitos da Força Aérea, que resumiam-se em maior autonomia de vôo e capacidade para aterrizagem em pistas de aeroportos pequenos com condições variadas. Como explica Silva (2008, p. 106), a venda de aeronaves envolve negociações para o atendimento aos requisitos dos clientes, e “[...] o cliente sempre estaria interessado em colocar seus requisitos particulares, que em alguns casos poderiam afetar profundamente os aviões que se encontrassem nas linhas de produção”. Sendo assim, os desenvolvimentos necessários para a adaptação do modelo AMX aos requisitos da Força Aérea Brasileira (FAB) influenciaram o desenvolvimento de capacidade em engenharia e, posteriormente, a implantação das atividades de P&D internamente.

No período 1995 – 2002, as empresas entrevistadas não participaram de programa que envolvia *offset*, mas algumas participaram dos programas para a promoção das exportações. Tal programa incentivou a modernização industrial e participação em feiras fora do país, objetivando a melhoria na competitividade internacional. As empresas Parte A, Parte B, Parte C e Parte F participaram do programa de promoção às exportações e faziam parte do Consórcio HTA. Para participar do programa, as empresas tiveram que implantar inovações na melhoria dos produtos e processos de produção, além da instalação de novos equipamentos. Essas inovações foram realizadas, basicamente, a partir de atividades de replicação de especificações e melhoria contínua em produto e processo.

Como observado por Texier (2000) e Malerba e Mani (2009), os programas governamentais ou políticas públicas podem incentivar ou restringir o desenvolvimento da capacidade para inovação em sistemas setoriais, considerando as características específicas das relações e interdependências intersetoriais. No caso específico das nove empresas entrevistadas, os programas que incentivaram o desenvolvimento de capacidade para inovação foram aqueles que envolveram investimentos para o recebimento de tecnologias estrangeiras, como contrapartida nas compras governamentais, e que foram acompanhados por esforços ativos para aprendizagem por parte da empresa brasileira. Este foi o caso das empresas Poltrona e Trem de Pouso, as quais desenvolveram capacidade intermediária e avançada para inovação, respectivamente. No processo para assimilação da tecnologia transferida, ocorreu a renovação na base de conhecimento que incentivou investimentos em atividades internas de engenharia e P&D, formas de aprendizagem ativas, influenciando o desenvolvimento de capacidade para inovação (SERCOVITCH, 1988).

Entretanto, os programas para promoção das exportações foram acompanhados por investimentos, visando a modernização da capacidade produtiva, bem como por esforços, na sua maioria, passivos para aprendizagem. No caso das empresas Parte A, Parte B, Parte C e Parte F, a aprendizagem ocorreu, basicamente, pela prática ou pelo fazer, com o apoio técnico de consultoria externa e / ou da Embraer, desenvolvendo, assim, capacidade pré-intermediária para inovar.

5.3 COMENTÁRIOS FINAIS

As empresas Poltrona, Trem de Pouso e Engenharia investiram em mecanismos ativos para aprendizagem e desenvolveram capacidade intermediária e avançada para inovação. Além disso, as empresas 1 e 4 participaram de programa de *offset* no período 1981 – 1994, o que as incentivou a investir em atividades de engenharia e P&D. As formas de relacionamento com a Embraer foram mercado, relacional e cativa.

No caso das empresas Parte A, Parte B, Parte C, Parte D e Parte F, a capacidade para inovação mudou de básica para pré-intermediária, e a aprendizagem concentrou-se em esforços passivos, ou seja, baseados na experiência e prática (pelo fazer). Dentre elas, as empresas Parte A, Parte B, Parte C e Parte F participaram de programa governamental para promoção das exportações no período 1995 – 2002. Todas elas tinham um relacionamento do tipo “cativo” com a Embraer. Cabe destacar que nenhuma empresa entrevistada possuía o tipo de relacionamento “modular” com a Embraer.

A conclusão principal, quando se faz uma comparação entre os fatores internos e externos, é que os investimentos nos mecanismos ativos de aprendizagem são fundamentais para o desenvolvimento de capacidade para inovação. Eles podem ser estimulados por programas governamentais que incentivem o desenvolvimento tecnológico e organizacional em áreas nas quais a empresa ainda não tem competências, renovando a base de conhecimento existente, como foi o caso dos programas de *offset*. Entretanto, aquelas iniciativas que estimularam o fortalecimento da base de conhecimento existente e não incentivaram o desenvolvimento da empresa para áreas nas quais ela ainda não atuava, apoiaram a evolução para a capacidade pré-intermediária. Este foi o caso do programa para a promoção das exportações.

Seguindo a mesma lógica, o relacionamento com a Embraer do tipo “cativo”, também, apoiou os investimentos em atividades de melhoria contínua em áreas nas quais as empresas já tinham competência, incentivando a capacidade pré-intermediária para inovação. Entretanto, a dependência da Embraer e o foco no atendimento das condições estabelecidas por ela, não foram suficientes para estimular as PMEs a investirem ativamente em atividades de engenharia e P&D.

Segundo Quadros *et al.* (2009), o pequeno porte das empresas as deixa mais frágeis e vulneráveis às condições da Embraer e, disso, decorrem as fragilidades gerenciais e

tecnológicas. A maior parte das empresas entrevistadas tem, aproximadamente, 80% do faturamento originado das vendas para a Embraer. Além disso, oito empresas entrevistadas apresentam os mesmos gargalos identificados pelos autores, ou seja, defasagem de equipamentos, pouca ou nenhuma competência para montar subconjuntos e produtos mais acabados, falta de infraestrutura para realizar tratamento térmico nas partes e componentes que produzem, limitações de capital e competência na importação de matéria prima, insuficiência de capital de giro e limitações nas competências para a gestão organizacional.

Considerando esses resultados, uma possível solução para o desenvolvimento da capacidade para inovação por parte das PMEs é o fortalecimento de mecanismos que incentivem a aprendizagem ativa, como, por exemplo, os programas de *offset*. Entretanto, o objetivo principal para participação em tais programas pelas PMEs deve ser a conquista do mercado externo e não somente o atendimento às condições determinadas pela Embraer ou por empresa responsável pela transferência de tecnologia. Salienta-se que o apoio da Embraer poderá ser importante se conjugado, também, com o foco na conquista do mercado externo, como foi o caso da Trem de Pouso

6 CONCLUSÕES

Ao serem examinados a evolução do sistema de inovação do setor aeronáutico no Brasil (SIAB) e o desenvolvimento da capacidade para inovação por parte de suas PMEs, discutiu-se, ainda restrito aos casos e períodos pesquisados, os fatores que influenciam o desenvolvimento da capacidade para inovação por parte destas empresas, as quais são fornecedoras de produtos, que não são CoPS, para uma empresa integradora de CoPS, a Embraer. No caso específico, observou-se que o sistema de inovação setorial é centrado na Embraer, a qual é o ator principal na dinâmica inovadora deste sistema. Esta empresa é *spin-off* do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), do Comando da Aeronáutica, que se estabeleceu movida por esforços ativos governamentais e da própria empresa, a partir de uma articulação entre fatores estratégicos, como os investimentos ativos e contínuos em aprendizagem para inovação, associado à participação em programas governamentais, além daqueles incentivos governamentais para o desenvolvimento do SIAB (investimentos em C&T associados aos incentivos fiscais e controle das importações de produtos similares, entre outros).

Para Quadros *et al.* (2009), a concentração na Embraer mostra o limitado impacto que as PMEs fornecedoras exercem na dinâmica inovadora do setor aeronáutico. Os resultados da pesquisa com as nove PMEs fornecedoras contribuem para reforçar a afirmação de Quadros *et al.* (2009). Comparando-se os períodos 1981 – 1994 e 1995 – 2002, as nove PMEs fornecedoras pesquisadas são empresas convencionais na sua maioria (seis), porque as atividades para inovação concentraram-se naquelas básicas (replicação de especificações) ou pré-intermediárias (melhoria contínua). Os esforços internos para aprendizagem foram, principalmente, os passivos, os quais estão baseados no fazer ou prática e na experiência dos colaboradores e executivos. Estas empresas não realizaram investimentos contínuos em atividades de engenharia ou P&D.

Três empresas podem ser consideradas inovadoras, sendo que duas empresas passaram a investir continuamente em engenharia e uma empresa, continuamente, também, em P&D. De certa forma, o resultado confirma o argumento de Costa e Queiroz (2002) e De Negri e Salerno (2005) sobre a concentração das atividades de P&D nas grandes empresas do sistema de inovação brasileiro, ou seja, as empresas mais inovadoras e dinâmicas do SIAB são a Embraer e a Trem de Pouso, que é da própria Embraer.

Os resultados estão de acordo, também, com Boter e Holmquist (1996), segundo os quais as empresas convencionais operam com tecnologias que podem ser facilmente compradas no mercado e são orientadas para a produção. Nesse caso, o desenvolvimento da empresa concentra-se nos esforços em engenharia de produção, para que ela se mantenha no mercado. Segundo os autores, as empresas inovadoras são aquelas que desenvolvem novos produtos ou servem de intermediárias entre organizações de pesquisa e os usuários finais da inovação. Os colaboradores das pequenas empresas possuem um contato muito próximo com pesquisadores e empresas que estão próximas de tecnologias que se encontram no estado da arte da indústria. No caso das três empresas mais inovadoras do painel, essas desenvolveram novos produtos e possuem contato próximo com universidades e centros de pesquisa.

Considerando-se a influência dos fatores estratégicos externos, tais como “relacionamento na cadeia de valor” e “participação em programas governamentais”, quanto ao desenvolvimento da capacidade para inovação pelas nove PMEs pesquisadas, observa-se que é difícil isolar esses elementos dos esforços internos para aprendizagem. Um resultado interessante é que o tipo “cativo” de relacionamento entre a Embraer e as seis PMEs estimulou a aprendizagem passiva e incentivou o fortalecimento do domínio das tecnologias de produção utilizadas pela própria Embraer, por meio das atividades de melhoria contínua. Destaca-se que essas PMEs são constituídas, principalmente, por ex-funcionários da própria Embraer, o que influencia os seus esforços internos, baseados, principalmente, na experiência e na prática. Apenas duas empresas entrevistadas investiram, continuamente, em atividades de engenharia e construíram capacidade para inovação intermediária. Trata-se da empresa Poltrona e da Engenharia. A empresa Engenharia, a qual fornece serviços intensivos em engenharia, já é, por natureza, caracterizado por maior intensidade tecnológica e de conhecimento como afirma Quadros *et al.* (2009). Entretanto, o relacionamento entre estas duas empresas e a Embraer continuou “cativo” e “mercado”, não evoluindo para o tipo “relacional”.

Segundo Quadros *et al.* (2009), as empresas com o tipo “relacional” de relacionamento com a Embraer são aquelas que possuem atividades internas de engenharia e P&D, sendo, principalmente, grandes empresas fornecedoras estrangeiras. Apenas uma empresa do painel possui este tipo de relacionamento com a Embraer. Entretanto, essa empresa é uma subsidiária da própria Embraer. Neste caso específico, a empresa é o *spin-off* da divisão de manufatura de componentes da Embraer e carrega consigo o patrimônio de competências acumuladas por meio dos programas AMX e ERJ 145. Cabe lembrar que a empresa Trem de Pouso adquiriu capacitação na integração do sistema de trem de pouso pela

participação nesses programas. Sendo assim, o fato de possuir um relacionamento com a Embraer que envolve desenvolvimento conjunto, ou “relacional”, não influenciou o desenvolvimento da capacidade para inovação tanto quanto os esforços internos de engenharia e P&D e a participação no programa AMX e na *joint venture* com a empresa alemã Liebherr. De fato, essa empresa buscava a ampliação da participação no mercado externo por meio da participação em programas internacionais, tal como o programa de desenvolvimento do novo helicóptero da empresa norte-americana Sikorsky, a partir da experiência adquirida com a Embraer e com a Liebherr.

A outra empresa (Poltrona), que alcançou a capacidade intermediária para inovação, possuía, também, o foco estratégico na ampliação do mercado externo, mesmo considerando a Embraer e a Força Aérea Brasileira como as principais clientes. De fato, essa empresa investiu ativamente em engenharia e realizou parcerias com universidades para o desenvolvimento da capacidade de produção de peças para aeronaves e de aviões pequenos, do tipo planadores. O fornecimento para a Embraer foi de poltronas para os aviões Brasília, que estão no final de sua vida útil e não são mais comercializados, mas mantidos e modernizados. A Poltrona possuía o tipo “mercado” de relacionamento com a Embraer e, mesmo tendo capacidade de engenharia, não conseguiu continuar fornecendo para os novos modelos de aeronaves da Embraer por falta de capacidade financeira.

A participação em programas governamentais que exigem investimentos internos em atividades de engenharia e P&D, como o *offset*, parece influenciar mais o desenvolvimento da capacidade para inovação que o relacionamento com a Embraer. Segundo o resultado da pesquisa, as empresas Poltrona e Trem de Pouso construíram capacidade de engenharia e P&D nas suas áreas de atuação a partir da participação em programas governamentais que envolveram transferência de tecnologia. Este foi o caso, também, da própria Embraer que desenvolveu sua capacidade produtiva e de engenharia a partir de um conjunto de esforços, sendo que a participação em programa de *offset* destaca-se, como explica Frischtack (1992 e 1994).

Entretanto, a participação em programas de estímulo às exportações pelas empresas pesquisadas não incentivou o desenvolvimento de capacidade para inovação tanto quanto a participação em programas com *offset*. As quatro empresas que participaram neste tipo de programa mantiveram a capacidade pré-intermediária para inovação. A busca pelo mercado externo incentivou investimentos na implantação de programas de qualidade e modernização de máquinas e equipamentos, sendo que tais empresas já possuíam

competências em rastreamento, documentação e gestão da produção, adquiridos junto à Embraer. De fato, é difícil separar o que é influência do relacionamento com a Embraer e o que é influência do programa para exportação. Nesses casos específicos, o foco estratégico não se alterou para investimentos ativos em aprendizagem de maneira contínua, resultando no desenvolvimento da capacidade para inovação intermediária ou avançada. Outro aspecto interessante é que as quatro PMEs continuaram fornecendo, principalmente, para a Embraer e não mudaram o foco estratégico no mercado internacional. E, ao mesmo tempo, as quatro empresas concentraram os esforços na melhoria contínua dos processos produtivos, em detrimento dos esforços em engenharia.

O fato do SIAB estar centrado na Embraer e existir pouca interação entre a maioria das PMEs e as instituições de C&T podem estar contribuindo para o fraco desempenho dessas PMEs. Além disso, as PMEs têm um porte pequeno para se alavancar financeiramente e construir competências além da capacidade pré-intermediária, que está centrada na melhoria contínua. Segundo Quadros *et al.* (2009), a escala do mercado aeronáutico no Brasil e na América Latina não é suficiente para a ampliação do porte das empresas. Sendo assim, uma possibilidade para o desenvolvimento da capacidade para inovação, associado ao crescimento das empresas, é o modelo *joint venture* com a Embraer ou outra grande empresa fornecedora estrangeira da Embraer, além da participação em programa de *offset*, como foi o caso da Empresa 4.

Cabe destacar que os resultados apresentados das empresas que desenvolveram capacidade para inovação intermediária e avançada são os mesmos encontrados por Hobday (1995) e Kim (1997). Os autores afirmam, em seus estudos, que as empresas coreanas que desenvolveram capacidade para inovação foram aquelas que passaram das atividades de imitação, para a engenharia e, a seguir, para as atividades de desenvolvimento e fabricação de novos produtos para o mercado internacional, a partir da necessidade de desenvolver e implantar melhorias internamente no conceito e nas especificações de produtos.

Outra observação importante, para o entendimento do desenvolvimento da capacidade para inovação por parte das PMEs entrevistadas, é que os esforços ativos para aprendizagem originaram-se da necessidade de realizar mudanças, buscando tecnologias mais complexas se comparadas com as existentes. Como explicado por Ariffin (2000), a exigência de mudanças foi mandatória para que empresas da Malásia investissem formalmente em aprendizagem. Estes foram os casos das empresas Poltrona e Trem de Pousa, as quais tiveram que implantar melhorias em produtos em virtude das transferências de tecnologias dos acordos

de *offset* e da fabricação de produtos mais complexos para conquistarem o mercado internacional.

Tendo em vista os resultados apresentados, pode-se concluir que os fatores que estão influenciando o desenvolvimento da capacidade para inovação são, basicamente, os esforços ativos e contínuos em aprendizagem (tecnológica e organizacional) e a participação em programas de *offset*. O exame dos tipos de relacionamento na cadeia de valor mostra que eles dependem dos esforços internos por parte das PMEs para alavancarem capacidade para inovação que as qualifiquem a atingir vínculos de desenvolvimento conjunto com a Embraer ou outra empresa integradora de CoPS do setor aeronáutico. Além disso, a capitalização e a ampliação no porte mostraram-se fundamentais; já que o ciclo de vida das aeronaves é longo, podendo atingir mais de 30 anos. Como a escala da demanda da Embraer é pequena para a capitalização das PMEs (MIGON e MONTORO, 2009), o foco no fornecimento quase exclusivo não é suficiente para que estas empresas cresçam e realizem os investimentos necessários em aprendizagem ativa, com vistas a ampliarem a participação no mercado internacional. O fornecimento quase exclusivo para a Embraer auxilia, apenas, na sobrevivência das PMEs de maneira muito frágil, tendo em vista que qualquer crise econômica que afete o desempenho da Embraer, poderá causar a falência das mesmas (MIGON e MONTORO, 2009).

Considerando as conclusões apresentadas acima, a oportunidade para o desenvolvimento das PMEs fornecedoras para a Embraer está, principalmente, na construção da sua capacidade para inovação. Entretanto, alguns aspectos devem ser observados, tais como:

- a concentração do fornecimento de partes e componentes, bem como serviços de engenharia, diretamente para as aeronaves da Embraer, não geram, necessariamente, os efeitos esperados para o desenvolvimento de capacidade para inovação avançada por parte das PMEs. Regra geral, espera-se que a participação de PMEs em cadeias produtivas de bens e serviços de alto valor agregado tenha um impacto positivo no desenvolvimento dessas empresas. Entretanto, observou-se na pesquisa que este efeito não acontece se a PMEs não empreender esforços internos, para inovação, ativos e contínuos;
- os programas governamentais com foco na promoção das exportações e desenvolvimento tecnológico podem estimular o fortalecimento da capacidade para inovação existente em lugar de incentivar o desenvolvimento e a mudança

da capacidade para inovação para níveis mais elevados, tais como da capacidade pré-intermediária para a avançada. Isto ocorreu nos casos em que o foco do programa foi a promoção comercial de produtos nos quais a empresa já tinha competência, pela utilização da capacidade para inovação existente, sem objetivos claros que envolvessem a construção de capacidade para inovação nas áreas tecnológica e organizacional, para atender as necessidades de desenvolvimento conjunto de produtos com maior valor agregado daqueles já fabricados; e

- as empresas que desenvolveram capacidade para inovação intermediária e avançada tiveram como foco a competitividade no mercado internacional, além do fornecimento para a Embraer, e uma forte interação com ICTs, de maneira articulada e como parte da estratégia de negócios.

Diante disso, estratégias relevantes para o desenvolvimento das PMEs brasileiras, fornecedoras de bens e serviços, podem estar em incentivos à construção de capacidade para inovação tecnológica e organizacional para a participação em programas de desenvolvimento conjunto com a Embraer e com outras empresas integradoras do setor, visando o mercado internacional e não somente o fornecimento para a Embraer. Esse tipo de estratégia deve ser associado à construção de medidas governamentais adequadas ao estágio competitivo no qual o setor aeronáutico encontra-se: com total exportado de U\$ 4,1 bilhões em 2009, o Brasil foi o 4º exportador mundial do setor aeronáutico em seu conjunto (Trade Map, UNCTAD²³). Como se trata de setor de alta tecnologia, no qual os custos das atividades de inovação são tão elevados quanto é longo o prazo de retorno do investimento (MOWERY e ROSENBERG, 1981), as medidas e programas governamentais de apoio ao setor devem ter como base o longo prazo e não o curto prazo.

Finalmente, as conclusões desta tese, ainda que limitadas aos casos e ao modelo analítico utilizado, colocam algumas questões para pesquisas futuras, tais como: quais são os fatores que têm maior influência no desenvolvimento de capacidade para inovação por parte das PMEs, considerando as diferenças entre PME conservadora e PME inovadora (ROSENBUSCH *et al.*, 2010) e por quê; quais os fatores que limitam a influência dos fatores estratégicos internos e externos no desempenho inovador de PMEs; e se existe relação entre o desempenho inovador das PMEs e a natureza do setor onde ela atua – se CoPS ou não.

²³ Trade Map, <<http://www.trademap.org>> , acesso em 25 de novembro de 2010.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI. **Estudo Prospectivo Aeronáutico: relatório geral**. Brasília: ABDI, 2008. Série Cadernos da Indústria. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br>>. Acesso em: 17 de fev. de 2010.

ADAMO, L. **Estratégias, Gestão da Inovação e Sistema Setorial de Inovação: um estudo do setor de telecomunicações brasileiro**. Dissertação de Mestrado — Escola de Administração, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://biblioteca.universia.net>>. Acesso em: 17 de jan. de 2010.

ALBUQUERQUE, E. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, v. 16, n. 3, p. 56–72, 1996.

ARBIX, G. **Inovar: a indústria brasileira entre o passado e o futuro**. São Paulo: Editora Papagaio, 2007.

ARIFFIN, N. **Internationalization of innovative capabilities: counter-evidence from the electronics industry in Malaysia and Brazil**. Tese (Doutorado) — University of Sussex/SPRU, Brighton, 2000.

_____; FIGUEIREDO, P. **Internacionalização de Competências Tecnológicas: implicações para estratégias governamentais e empresariais de inovação e competitividade na indústria eletrônica no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

ARNOLD, E. *et al.* **Making the best use of technological knowledge: a study of the absorptive capacity of Irish SMEs**. Mimeo. Brighton, 2004.

AROCENA, R.; SUTZ, J. **Looking at national systems of innovation from the South**. Mimeo. Montevideo: 1999.

BALBINOT, Z.; MARQUES, R. “Alianças Estratégicas como Condicionantes do Desenvolvimento da Capacidade Tecnológica: o caso de cinco empresas do setor eletro-eletrônico brasileiro.” **Revista de Administração Contemporânea (RAC)**, v. 13, n. 4, p.: 604-625, out.-dez., 2009. Disponível em <<http://www.anpad.org.br/rac>>.

BAZAN, L.; NAVAS-ALEMÁN, L. The underground revolution in the Sinos Valley: upgrading in global and national value chains. In: SCHMITZ, H. (Ed.). **Local Enterprises in the Global Economy: issues of governance and upgrading**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd, 2004. cap. 5.

BELL, M. Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. In: FRANSMAN, M.; KING, K. **Technological Capability in the Third World**. Londres: McMillan Press, 1984, p. 187–209.

_____. Time and technological learning in industrializing countries: how long does it take? How fast is it moving (if at all)? **International Journal of Technology Management**, v. 36, n. 1-3, p. 25–39, 2006.

_____; ALBU, M. Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. **World Development**, v. 27, n. 9, p. 1715–1734, 1999.

_____; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, p. 157–210, 1993.

_____; _____. The development of technological capabilities. In: HAQUE, I. (Ed.). **Trade, Technology and International Competitiveness**. Washington, D.C.: The World Bank, 1995. p. 69–101.

BENKARD, C., **Learning and Forgetting: the dynamics of aircraft production**. Working Paper Series. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1999.

BERNARDES, R. **Embraer: elos entre Estado e mercado**. São Paulo: Editora Hucitec, 2000a.

_____. **Oportunidades de Mercado, Produção e Acesso ao Conhecimento: linhas de ação para o fortalecimento da performance tecnológica do setor aeronáutico**. Relatório. Mimeo. Rio de Janeiro, 2000b.

_____; OLIVEIRA, L. **O Arranjo Produtivo da Rede Embraer de Fornecedores**. Nota Técnica. Rio de Janeiro: FINEP, 2002. Disponível em: <<http://www.finep.org.br>>. Acesso em: 20 de Nov de 2002.

_____; PINHO, M. Inovação e aprendizado nas micro, pequenas e médias empresas do arranjo aeronáutico de São José dos Campos. In: LASTRES, M. H.; CASSIOLATO, J. E. e MACIEL, M. L. **Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento Local**. Relume Dumará, 2003. cap. 6.

BERRY, A.; RODRIGUEZ, E.; SANDEE, H. Firm and group dynamics in the small and medium enterprise sector in Indonesia. **Small Business Economics**, v. 18, n. 1/3, p. 141–161, 2002.

BOTER, H.; HOLMQUIST, C. Industry characteristics and internationalization processes in small firms. **Journal of Business Venturing**, v. 11, n. 6, p. 471–487, 1996.

BRAGA, C.; CABRAL, A. **O estado e o desenvolvimento tecnológico da indústria aeronáutica brasileira**. Discussion Paper 23/86. São Paulo: IPE, Universidade de São Paulo, 1986.

BRASIL. **Decreto-Lei No 37. 18 de novembro 1966**. Dispõe sobre o imposto de importação, reorganiza os serviços aduaneiros e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil%5F03/Decreto-Lei/Del0037.htm>>. Acesso em: 07 de fev. de 2010.

_____. **Decreto-Lei No 770. 19 de agosto 1969**. Autoriza a União a constituir a EMBRAER - Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/>>. Acesso em: 24 de jan. de 2010.

_____. **Lei No 7.714, 29 de dezembro 1988.** Altera a legislação dos incentivos fiscais relacionados com o imposto de renda. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Leis/L7714.htm>>. Acesso em: 07 de fev. de 2010.

_____. **Lei 10.973, de 2 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. 2004. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil%5F03/%5Fato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm>>. Acesso em: 01 de set. de 2009.

_____. **Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005.** Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica, entre outros. 2005. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil%5F03/%5Fato2004-2006/2005/LEI/L11196.htm>>. Acesso em: 14 de out. de 2009.

_____. **Política de Desenvolvimento Produtivo.** 12 de maio 2008. Disponível em: <<http://www.pdp.gov.br/Paginas/Default.aspx>>. Acesso em: 14 de mar. de 2010.

BRUSONI, S.; PRENCIPE, A. **Unpacking the black box of modularity: technologies, products, and organisations.** Brighton: Mimeo, 1999.

CAMPOS, R. R.; CARIO, S. A. F.; NICOLAU, J. A.; VARGAS, G. “Aprendizagem por Interação: pequenas empresas em sistemas produtivos e inovativos locais.”. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L. (Orgs.) **Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Relume-Dumará, UFRJ, Instituto de Economia, 2003, cap. 3.

CANIËLS, M.; ROMIJN, H. **Small-industry clusters, accumulation of technological capabilities, and development: A conceptual framework.** Working paper. Holanda: Eindhoven Centre for Innovation Studies/Eindhoven University of Technology, Eindhoven, n. 01, 05 de Junho 2001.

CARLSSON, B.; JACOBSSON, S. Technological systems and economic policy: the diffusion of factory automation in Sweden. **Research Policy**, v. 23, n. 3, p. 235–248, 1994.

CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. **Local, National and Regional Systems of Innovation in the Mercosur.** Artigo apresentado no Summer Conference on National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Policies. Dinamarca: DRUID, 1999. p. 9–12.

_____; _____. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. **Revista Parcerias Estratégicas**, CGEE, n. 8, p. 237–255, 2000. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/arquivos/pe%5F08.pdf>>. Acesso em: 01 de set. de 2009.

CASTRO, E. C.; FIGUEIREDO, P. N. Aprendizagem tecnológica compensa? Implicações da acumulação de competências tecnológicas para o aprimoramento de performance técnico-econômica em uma unidade de aciaria no Brasil (1997-2001). **Revista de Administração Contemporânea (RAC)**, I Edição Especial, p. 109–133, 2005.

CGEE; ANPEI. **Os Novos Instrumentos de Apoio à Inovação: uma avaliação inicial.**

Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009. Disponível em: <<http://www.anpei.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 18 de jan. de 2010.

COHEN, W.; LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, 1990.

COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: institutional and organisational dimensions. **Research policy**, v. 26, n. 4/5, p. 475–491, 1997.

COSTA, I.; QUEIROZ, S. Foreign direct investment and technological capabilities in Brazilian industry. **Research Policy**, v. 31, n. 8/9, p. 1431–1443, 2002.

DAGNINO, R.; PROENÇA, D. **Competitividade da Indústria Aeronáutica**. Nota Técnica do Complexo Meta-Mecânico. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira. 1993. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 15 de jan. de 2001.

_____; _____. **The Brazilian aeronautics industry**. Mimeo. Genebra: OIT 1989.
DAHLMAN, C.; FRISCHTAK, C. **National systems supporting technical advance in industry: the Brazilian experience**. Mimeo. Brighton, 1990.

DAMIANI, J. A nova face da gerência de projetos: o projeto do avião ERJ 170 na Embraer. **Revista ESPM**, São Paulo, n. 3/4, 2001.

DAVIES, A. The life cycle of a complex product system. **International Journal of Innovation Management**, v. 1, n. 3, 1998.

DE NEGRI, J.; SALERNO, M. **Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

DODGSON, M.; ROTHWELL, R. **The Handbook of Industrial Innovation**. Cheltenham: Edward Elgar Ltd, 1994.

FERREIRA, S. S.; CUNHA, J. C. A capacitação tecnológica das indústrias de louças de mesa de campo largo. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 9, n. 2, p. 31–57, 2008.

FIGUEIREDO, P. **Aprendizagem Tecnológica e Performance**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2003.

_____. Learning, capability accumulation and firms' differences: evidence from latecomer steel. **Industrial and Corporate Change**, v. 12, n. 3, p. 607–643, 2003 b.

_____; VEDOVELLO, C.; MARTELOTTE, M. C. Firms and innovation system supporting organisations: A brief empirical scrutiny of their knowledge-centred links in a developing area in Brazil. **Science Technology & Society**, v. 12, n. 1, p. 73–112, 2007.

FREEMAN, C. **Technology, Policy, and Economic Performance: lessons from Japan**. Londres: Pinter Publishers, 1987.

_____. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5–24, 1995. Disponível em:

<<http://cje.oxfordjournals.org/cgi/reprint%20-19/1/5.pdf>>. Acesso em: 25 de abr. de 2010.

_____; SOETE, L. **The Economics of Industrial Innovation**. Londres: Pinter Publishers, 1997.

FRISCHTAK, C. **Learning, technical progress and competitiveness in the commuter aircraft industry: an analysis of Embraer**. World Bank Industry and Energy Dept., OSP, Washington, D.C., 1992.

FRISCHTAK, C. Learning and technical progress in the commuter aircraft industry: an analysis of Embraer's experience. **Research Policy**, v. 23, n. 5, p. 301–312, 1994.

GARTENKRAUT, M. Recommendations for the CTA Law (Plano Smith). **Revista Brasileira de Inovação**, v. 7, n. 1, p. 209–241, jan.-jun., 2008.

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.

GIULIANI, E.; BELL, M. The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster. **Research Policy**, v. 34, n. 1, p. 47–68, 2005.

GREEN, R. **Brazilian Government Support for the Aerospace Industry**. Mimeo. Relatório. Washington, 1987.

HOBDAV, M. East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics. **World development**, v. 23, n. 7, p. 1171–1193, 1995.

_____. **Product complexity, innovation and industrial organisation**. Working Paper, CoPS - Complex Product Systems, Brighton, n. 52, 1998. Disponível em: <<http://www.cops.ac.uk/pdf/cpn52.pdf>>. Acesso em: 05 de jul. de 2009.

_____. Innovation in Southeast Asia: lessons for Europe? In: Usha, C. e Haley, V. (Ed.) **Strategic Management in the Asia Pacific: harnessing regional and organizational change for competitive advantage**, 2000, cap. 5, p. 87-107.

IANSTITI, M.; CLARK, K. Integration and dynamic capability: evidence from product development in automobiles and mainframe computers. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 3, p. 557–605, 1994.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica**. Rio de Janeiro, 2004. v. 30, 107 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01 de set. de 2009.

_____. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2008: instruções para o preenchimento do questionário**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 45 p. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 de out. de 2010.

KATZ, J. **Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente**. México: Fondo de Cultura Económica 1976.

_____. **Passado y presente del comportamiento tecnologico de America Latina.** Desarrollo Productivo. Santiago, Chile: Red de Reestructuracion y Competitividad, Division de Desarrollo Productivo y Empresarial, ECLAC/UN, 1998. v. 75.

_____; KOSACOFF, B. Aprendizaje tecnologico, desarrollo institucional y La microeconomia de la sustitucion de importaciones. *Desarrollo Económico* **Revista de Ciencias Sociales**, v. 37, n. 148, p. 483–502, 1998.

KIM, L. **Imitation to innovation: the dynamics of Korea's technological learning.** Harvard Business School Press, 1997.

_____. **The Dynamics of Technological Learning in Industrialization** Maastricht, 2000. Disponível em: <<http://www.intech.unu.edu>>. Acesso em: 10 de nov. de 2003.

KNIGHT, P.; MARQUES, R. “Closing the Technology Gap”. In: HAAR, J.; PRICE, J. (Orgs.) **Can Latin America Compet? confronting the challenges of globalization** Nova Iorque: Palgrave MacMillan, 2008, cap. 5, p. 99-120.

KNORRINGA, P. Agra: an old cluster facing the new competition. *World Development*, v. 27, n. 9, p. 1587–1604, 1999.

LALL, S. Technical Capabilities and Industrialisation. *World Development*, v. 20, n. 2, p. 165–186, 1992.

LASTRES, H. M. M., CASSIOLATO, J. E. e MACIEL, M. L.(Orgs.) **Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Relume-Dumará, UFRJ, Instituto de Economia, 2003.

LEFEBVRE, E.; LEFEBVRE, L. Global strategic benchmarking, critical capabilities and performance of aerospace subcontractors. *Technovation*, v. 18, n. 4, p. 223–234, 1998.

LEONARD, D. **Wellsprings of Knowledge: building and sustaining the sources of innovation.** Boston, EUA: Harvard Business School Press, 1995.

LIMA, J. *et al.* A cadeia aeronáutica brasileira e o desa?o da inovação. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, 2005, v. 21, p. 31–35.

LIST, F. **The National System of Political Economy.** 1885. Traduzido por Sampson S. Lloyd em 1885. The American Almanac. Disponível em: <<http://socserv2.socsci.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/list/national.html>>. Acesso em: 21 de mar. de 2009.

LUNDEVALL, B. **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning.** New York: Cassell Imprint, 1992.

MACULAN, A. M. “Ambiente Empreendedor e Aprendizado das Pequenas Empresas de Base Tecnológica”. In: LASTRES, H. M. M., CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L.(Orgs.) **Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento.** Rio de Janeiro: Relume-Dumará, UFRJ, Instituto de Economia, 2003, cap. 18.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, 1992, v. 102, n. 413, p. 845–859.

_____. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 247–264, 2002.

_____; MANI, S. **Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries: actors, structures and evolution**. Cheltenham: Edward Elgar, 2009.

MARENGO, L. Coordination and organizational learning in the firm. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 2, n. 4, p. 313–326, 1992.

MARQUES, R. A.; OLIVEIRA, L. G. Sectoral system of innovation in Brazil: reflections about the accumulation of technological capabilities in the aeronautical sector (1990-2000). In: MALERBA, F.; MANI, S. (Eds.). **Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries: actors, structures and evolution**. Cheltenham: Edward Elgar, 2009.

_____; TEIXEIRA, F. **Quais são os fatores que estimulam o desenvolvimento da capacidade tecnológica? um estudo do caso de pequenas e médias empresas fornecedoras no setor aeronáutico brasileiro**. In: BERTERO, C. O. *et al.* (Eds.). XXXI Encontro da ANPAD, 2007. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/>>. Acesso em: 21 de abr. de 2010.

MENTZER, J. et al. Defining the supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2001.

MONTORO, G. C. F.; MIGON, M. N. (Org.). **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: BNDES, 2009.

MOWERY, D.; ROSENBERG, N. **Government Policy and Innovation in the Commercial Aircraft Industry, 1925-1975**. Mimeo. Brighton: SPRU, 1981.

NADVI, K. Collective efficiency and collective failure: the response of the sialkot surgical instrument cluster to global quality pressures. **World Development**, v. 27, n. 9, p. 1605–1626, 1999.

NEGRI, F. D. Determinantes da inovação e da capacidade de absorção nas firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra? In: **XXXIV Encontro Nacional de Economia**. Salvador: ANPEC, 2006. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A100.pdf>>. Acesso em: 01 de set. de 2009.

NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R.; ROSENBERG, N. (Eds.). **National Innovation systems: A comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 3–21.

NELSON, R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Londres: Harvard University Press, 1982.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company: how Japanese**

companies create the dynamics of innovation. Nova Iorque: Oxford University Press, 1995. Disponível em: <<http://books.google.com/>>. Acesso em: 10 de jan. de 2010.

OCDE; EUROSTAT. **Oslo Manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data**. 3a edição. Paris: OCDE Publishing, 2005.

OLIVEIRA, L. G. A Cadeia de Produção Aeronáutica no Brasil: uma análise sobre os fornecedores da Embraer. 2005. **Tese Doutorado** — Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Campinas, 2005.

PADGETT, T. Dog?ght: amid a down market in regional jets Brazil’s Embraer and Canada’s Bombardier show their teeth. **Time Europe Magazine**, v. 161, n. 21, maio, 2003. Disponível em: <<http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,4527851,00.html>>. Acesso em: 17 de fev. de 2010.

PATTON, M. **Qualitative evaluation and research methods**. Newbury Park, CA: Sage publications, 1990.

PAVITT, K. Sectoral Patterns of Technical Change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, n. 13, p. 343-373, 1984

QUADROS, R.; FLEURY, A.; AMATO, J.; NAKANO, D.; CONSONI, F.; INÁCIO, E.; SILVA, C. “Mapeamento da Cadeia Produtiva Aeronáutica Brasileira (CAB) In: MONTORO, G. C. F.; MIGON, M. N. (Orgs.). **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desa?os**. Rio de Janeiro: BNDES, 2009, cap. 2, p. 71 – 196.

RABELLOTTI, R. Is there an “industrial district model”? footwear district in Italy and Mexico compared. **World Development**, 1995, v. 23, n. 1, p. 29–41.

RAMAMURTI, R. Embraer: combining public power and private initiative. In: RAMAMURTI, R. (Ed.). **State-Owned Enterprises in High Technology Industries: studies in India and Brazil**. Londres: Praeger Publishers, 1987. cap. 5, p. 175–211.

RÉVILLION, J. P. P. Análise dos Sistemas Setoriais de Inovação das Cadeias Produtivas de Leite Fluído na França e no Brasil. 2004. **Tese de Doutorado**. Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/>>. Acesso em: 17 de jan. de 2010.

ROMIJN, H.; ALBALADEJO, M. Determinants of innovation capability in small electronics and software ?rms in southeast england. **Research Policy**, v. 31, n. 7, p. 1053–1067, 2002.

ROSENBUSCH, N.; BRINCKMANN, J.; BAUSCH “Is innovation always beneficial? A meta-analysis of the relationship between innovation and performance in SMEs” **Journal of Business Venturing**, 2010, doi:10.1016/j.jbusvent.2009.12.002. Disponível em <<http://202.116.0.134:82/gate/big5/portal.jnu.edu.cn/publish/uploadFile/2970/eWebEditor/20100702054218702.pdf>>. Acesso em 13 de fev. de 2011.

SANTOS, F.; CROCCO, M.; LEMOS, M. B. “As Micro, Pequenas e Médias Empresas em

Espaços Industriais Periféricos: estudo comparativo entre arranjos produtivos locais de subsistência e centro-radial.” In: LASTRES, H. M. M., CASSIOLATO, J. E. e MACIEL, M. L.(Orgs.) **Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, UFRJ, Instituto de Economia, 2003, cap. 7.

SCHMITZ, H. Small shoemakers and fordist giants: tale of a supercluster. **World Development**, v. 23, n. 1, p. 9–28, 1995.

_____. **Local enterprises in the global economy: Issues of governance and upgrading**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd, 2004.

SCHUMPETER, J. **Capitalism, Socialism and Democracy**. Nova Iorque: Harper and Row Publishers, 1976.

SERCOVITCH, F. **Domestic learning, international technology flows and the world market: new perspectives for the developing countries**. Working Paper. Genebra, 1988. WEP 2-22/WP 189.

SILVA, O. **Nas Asas da Educação: a trajetória da Embraer**. São Paulo: Editora Elsevier, 2008.

TEECE, D.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. **Strategic Management Journal**, v. 18, n. 3, p. 509–533, 1997.

TEIXEIRA, F.; GUERRA, O. Redes de aprendizado em sistemas complexos de produção. **Revista de Administração de Empresas**, v. 42, n. 4, p. 93–105, out.-nov.-dez., 2002. Disponível em: <<http://www16.fgv.br/rae/artigos/1218.pdf>>. Acesso em: 25 de abr. de 2010.

TEIXEIRA, R.; LACERDA, D. P. Gestão da cadeia de suprimentos: análise dos artigos publicados nos principais periódicos acadêmicos internacionais entre os anos 2004 e 2006. In: SILVA, C. L. M. *et al.* (Eds.). **XXXIII Encontro da ANPAD**, 2009. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/>>. Acesso em: 21 de abr. de 2010.

TEXIER, F. **Industrial diversification and innovation: an international study of the aerospace industry**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Ltd, 2000.

VELHO, L.; SAENZ, T. **R&D in the public and Private Sector in Brazil: complements or substitutes?** Working Paper, Maastricht: UNU/INTECH, 2002. Disponível em: <<http://www.intech.unu.edu>>. Acesso em: 24 de jan. de 2003.

VINCENTI, W. G. **What engineers know and how they know it: analytical studies from aeronautical history**. Londres: The Johns Hopkins University Press, 1993.

VIOTTI, E. National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 69, p. 653–680, 2002.

WESTPHAL, L.; KIM, L.; DAHLMAN, C. Re ?exions on the Republic of Korea’s acquisition

of technological capability. In: FRISCHTAK, C.; ROSENBERG, N. (Eds.). **International Technology Transfer: Concepts, Measures and Comparisons**. Nova Iorque: Praeger Publishers, 1985. cap. 4, p. 167–221.

YIN, R. **Case Study Research: design and methods**. California: Sage Publications, 1994.
ZAWISLAK, P.; BÖHE, D.; LACERDA, J.; ESTEVES, P.; ROCHA, G. Condicionantes de Sucesso em Cadeias Integradas na Indústria Automotiva. In: BERTERO, C. O. et al. (Eds.). **XXX Encontro da ANPAD**, 2006. Disponível em: <<http://www.anpad.org.br/>>. Acesso em: 21 de abril de 2010.

ANEXO A - Resumo das Fases de Evolução do Sistema de Inovação do Setor Aeronáutico Brasileiro

	Fase Inicial(1930-1949)	Segunda Fase (1950-1969)	Fase Moderna (1970-1980)	Internacionalização (1981-1994)	Reestruturação Industrial (1995-2002)	Fortalecimento da Competitividade Internacional (2003-2008)
Políticas Governamentais	Programa governamental para treinamento de pilotos e qualificação de engenheiros aeronáuticos nos EUA; fundação do Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA) e compra de aeronaves.	Fundação do Instituto de pesquisa DCTA ²⁴ ; fomento à pesquisa aeronáutica; contratação de pesquisadores estrangeiros; proteção do mercado nacional; e política para compra de aeronaves.	Fomento à pesquisa e ao treinamento de engenheiros aeronáuticos; definição de políticas para transferência de tecnologia estrangeira; propriedade conjunta governo-privado; incentivos e subsídios fiscais; proteção ao mercado nacional; desenvolvimento de políticas de exportação; política para nacionalização de componentes aéreos; e compra de aeronaves.	Políticas de <i>offset</i> (compras militares) envolvendo transferência de tecnologia estrangeira; fomento à P&D; redução dos incentivos e subsídios fiscais; redução do protecionismo ao mercado nacional; redução das compras governamentais; e privatização.	Políticas de P&D; apoio para estimular as exportações; e retomada da política de nacionalização de componentes aéreos.	Política de Desenvolvimento Produtivo: Indústria Aeronáutica; Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação 2007-2010: áreas estratégicas para o fomento de P&D na empresa;
Infra-Estrutura de C&T	Força Aérea Brasileira; IPT ²⁵ , ITA	DCTA, IPT, Projeto Neiva Centro de Desenvolvimento	DCTA, IPT, USP	DCTA, IPT, USP	DCTA, IPT, USP, Universidade de São Carlos, UNICAMP, UFSC, UFSCar, outras universidades brasileiras	DCTA, IPT, USP, Universidade de São Carlos, UNICAMP, UFSC, UFSCar, outras universidades brasileiras

Quadro 14 - Fases do Desenvolvimento do Setor Aeronáutico Brasileiro: políticas governamentais e infra-estrutura de C&T

Fonte: elaborado a partir de Braga e Cabral (1986); Green (1987); Dagnino e Proença (1989); Bernardes (2000a) e entrevistas.

²⁴ O Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) é composto por quatro institutos: Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA), Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), Instituto de Estudos Avançados (IEAv), e Instituto para o Desenvolvimento e Coordenação da Indústria Aeroespacial (IFI). A instituição brasileira mais importante para o treinamento de engenheiros aeronáuticos é o ITA (<http://www.cta.br>; setembro, 2006).

²⁵ O IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – está localizado no estado de São Paulo e teve origem no Laboratório de Ensaios de Materiais da USP, fundado em 1937.

	Fase Inicial (1930-1949)	Segunda Fase (1950-1969)	Fase Moderna (1970-1980)	Internacionalização (1981-1994)	Reestruturação Industrial (1995-2002)	Fortalecimento da Competitividade Internacional (2003-2008)
Características do Mercado						
Produtores Finais	5 empresas nacionais 1 <i>joint venture</i> entre o governo brasileiro e a empresa alemã Focke Wulf	2 empresas nacionais	1 empresa de capital misto privado-estatal (Embraer) 1 empresa nacional (Neiva)	1 empresa estatal (Embraer) 1 empresa nacional (Aeromot)	1 empresa de capital misto nacional-estrangeiro (Embraer) 1 empresa nacional (Aeromot)	1 empresa capital aberto - Embraer (ações pulverizadas em Bolsas de Valores; e governo brasileiro com <i>Golden Share</i>); 1 empresa nacional (Aeromot)
Fornecedores (sistemas - I nível da cadeia de fornecedores)	–	–	Aproximadamente 500, entre os quais 70% são empresas estrangeiras	Aproximadamente 500, entre os quais 70% são empresas estrangeiras	Aproximadamente 50, entre os quais 95% são empresas estrangeiras	Aproximadamente 50, entre os quais 95% são empresas estrangeiras
Principais Competidores	Piper e Fairchild, entre outros	De Havilland, Cessna, Fairchild, Piper, Saab, BAe, Dornier, Fokker, e Canadair, entre outros	De Havilland, Cessna, Fairchild, Piper, Saab, BAe, Dornier, Fokker, Canadair, entre outros	Fairchild-Dornier, Bombardier-Canadair	Bombardier	Bombardier, Airbus, Boeing
Características das Aeronaves						
Número de Passageiros	De 01 a 02 passageiros; aviões de caça	De 01 a 02 passageiros	19 passageiros	30 passageiros	De 45 a 108 passageiros	Aviação comercial: até 122 passageiros; Aviação executiva: Lineage, Phenom e Legacy
Motor	Mono e duplo turbo-propulsores	Mono e duplo turbo-propulsores	Turbo-propulsores duplos	Turbo-propulsores duplos	Turbo-propulsores duplos a jato	Turbo-propulsores duplos a jato com FADEC (Full Authority Digital Engine Control)

Quadro 15: Fases do Desenvolvimento do Setor Aeronáutico Brasileiro: características do mercado e das aeronaves

Fonte: elaborado a partir de Braga e Cabral (1986); Green (1987); Dagnino e Proença (1989); Bernardes (2000a) e entrevistas.

1. Entrevistas com especialistas sobre o setor aeronáutico:

- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) - é a instituição responsável pela coleta de dados sobre as atividades econômicas e tecnológicas no estado de São Paulo. Entrevistado: Roberto Bernardes, coordenador de pesquisa. A pesquisa sobre o arranjo produtivo aeronáutico da região de São José dos Campos (São Paulo), sob a coordenação do entrevistado, estava em andamento no período das entrevistas. O roteiro principal para a entrevista foi: (a) obtenção de informações sobre a pesquisa de inovação realizada pela Fundação SEADE; (b) informações sobre o painel de empresas utilizado para as entrevistas, a respeito do arranjo produtivo aeronáutico, bem como sobre as atividades de inovação, relações e estrutura na cadeia produtiva identificados. Essa entrevista foi fundamental para o delineamento do painel da pesquisa, bem como para a elaboração do Capítulo 4.
- Associação Brasileira de Aviação Geral (ABAG). Entrevistado: Adalberto Febeliano, diretor executivo. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações gerais sobre a indústria aérea no Brasil; (2) mudanças tecnológicas observadas; (3) mudanças nas relações internas e com institutos tecnológicos; e (4) políticas governamentais e situação do mercado.
- Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (AIAB). Entrevistado: Walter Bartels, presidente. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações gerais sobre as empresas associadas; (2) dados sobre as importações e as exportações do setor; (3) dados sobre o emprego; (4) informações sobre a existência de arranjos cooperativos, parcerias, alianças estratégicas na indústria e relações na cadeia produtiva do segmento do setor aeronáutico responsável pela produção de aeronaves comerciais; (5) relações entre as empresas e as organizações de ensino e pesquisa.

2. Entrevistas com institutos tecnológicos e universidades:

- Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Entrevistado: Darly Montenegro, chefe executivo de relações institucionais. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações sobre projetos cooperativos com empresas; (2) informações gerais sobre as áreas nas quais eram observadas as parcerias com empresas; (3) informações gerais sobre as atividades tecnológicas realizadas pelo DCTA; (4) motivação para a interação com as empresas; (5) mudanças no papel do DCTA e na interação com empresas do setor aeronáutico brasileiro.
- Instituto Nacional de Pesquisa Aeroespacial (INPE). Entrevistada: Miriam Vicente, coordenadora de relações institucionais. O roteiro principal da entrevista foi: (1) interação com empresas do setor aeronáutico; (2) informações gerais sobre as parcerias tecnológicas; (3) motivação para a interação com as empresas; (4) mudanças nas interações observadas e possíveis causas.
- Instituto de Tecnologia Aeronáutica (ITA). Entrevistado: Prof. Sakane, chefe do departamento de eletrônica. O roteiro principal da entrevista foi: (1) interação com empresas do setor aeronáutico; (2) informações gerais sobre as parcerias tecnológicas observadas; (3) motivação para a interação com as empresas; (4) mudanças nas interações observadas e possíveis causas.
- Instituto de Fomento e Coordenação da Indústria Aeroespacial (IFI). Entrevistado: Cel. Modesti, chefe da divisão de desenvolvimento industrial. O roteiro principal da entrevista foi: (1) regulamentações e certificações; (2) catálogo das empresas do IFI, denominado CESAER; (3) desenvolvimento tecnológico observado no setor; (4) acordos cooperativos entre empresas observados pelo IFI; (5) informações sobre as políticas governamentais para estimular o desenvolvimento tecnológico no setor aeronáutico brasileiro; (6) informações sobre a política de compras da Força Aérea, que contempla transferência de tecnologia, a qual é chamada de *offset*.

- Universidade de São Paulo, Núcleo de Pesquisa em Gestão de Tecnologia (NPGT). Entrevistado: Roberto Sbragia, diretor. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações sobre as empresas do setor aeronáutico e estudos realizados pelo NPGT; (2) desenvolvimento tecnológico observado no setor e a gestão da inovação nas empresas; (3) os motivos para interação entre o NPGT com empresas do setor, entre outras; (4) possíveis mudanças no tipo de interações observadas e causas.
- Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Produção. Entrevistados: João Amato, coordenador do grupo de cooperação, e Afonso Fleury, pesquisador. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações sobre as pesquisas realizadas pelo departamento em parceria com empresas; (2) resultados de pesquisa desenvolvida sobre o setor aeronáutico; (3) informações sobre os projetos em andamento do departamento.
- Universidade de Campinas, Instituto de Geociências (IGE). Entrevistado: Sérgio Queiroz, diretor. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações sobre o sistema setorial de inovação aeronáutico e sobre a capacidade para inovação das empresas (fornecedoras e Embraer); (2) tipos de interações observadas entre o Instituto e as empresas do setor; (3) se ocorreram mudanças nos motivos e tipos de interações observadas entre o Instituto, Unicamp em geral, outras ICT e as empresas do setor. Essa entrevista foi fundamental para a realização das entrevistas nas empresas e levantamento de informações sobre o setor aeronáutico. O IGE estava realizando uma pesquisa para a FINEP sobre diversos setores, entre eles o aeronáutico. O prof. Sérgio autorizou a minha participação nos debates e seminários técnicos internos sobre os resultados dos levantamentos, bem como na realização das entrevistas com empresas fornecedoras e a Embraer em colaboração com o responsável pelo setor aeronáutico no projeto, Guilherme Oliveira.

3. Entrevistas com Empresas:

- Embraer: principal fabricante de aeronaves comerciais no Brasil. Entrevistas realizadas com: (1) Sr. Antonio Campello, Gerente de Desenvolvimento de Produto e Processo para o Programa ERJ 170/190; (2) Sr. EneDir Soares, Gerente de Parcerias para o Programa ERJ 170/190; (3) Sr. Hugo Resende, Gerente de Desenvolvimento Tecnológico Corporativo; (4) Sr. Nilton Santin, Assistente de Desenvolvimento de Logística na Planta Eugênio de Mello (operação nova da Embraer onde são fabricadas as peças elétricas e as tubulações. A universidade corporativa da empresa está, também, localizada nesta planta). Os detalhes das entrevistas seguem abaixo.
 - Duas entrevistas foram feitas com o Sr. Antonio Campello. O roteiro principal das entrevistas foi: (1) informações gerais sobre o desenvolvimento de produto e projetos da Embraer, bem como as formas de relacionamento com fornecedores; (2) informações gerais e detalhadas sobre o processo de desenvolvimento de produto no Programa ERJ 170/190 e algumas diferenças em relação aos programas anteriores (ERJ 145 e CBA 123); (3) informações gerais sobre o desenvolvimento de parcerias entre Embraer e fornecedores para o desenvolvimento dos programas CBA 123, ERJ 145 e ERJ 170/190; (4) nomes dos gerentes a serem entrevistados na Embraer, posteriormente, sobre os fornecedores e relações entre a Embraer e os mesmos. O Sr. Campello apresentou seu assistente, Sr. Marcelo Santiago, que auxiliou na definição das próximas entrevistas e outras informações necessárias.
 - Entrevista com o Sr. EneDir Soares. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informação sobre a duração e as diferenças nos contratos com fornecedores, classificados como parceiros, fornecedores e sub-contratados pela Embraer; (2) número de fornecedores do programa ERJ 170/190; (3) exigências técnicas, qualidade (certificação) para processo produtivo e produto; (4) relações entre o programa da Embraer ERJ 170/190 e as organizações de ensino e pesquisa; (5) principais fontes de informação tecnológica; (6) diferenças entre os programas ERJ 145 e ERJ 170/190.
 - Entrevista com o Sr. Hugo Resende. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações gerais sobre o departamento de desenvolvimento

tecnológico (DTE) da Embraer; (2) principais tecnologias adotadas pela Embraer desde 1990; (3) principais impactos das novas tecnologias na empresa; (4) principais fontes de informação tecnológica; (5) informação sobre as principais atividades tecnológicas realizadas pela empresa; (6) principais fatores que motivaram a adoção de novas tecnologias; (7) informações gerais sobre a participação de empresas fornecedoras e ICT nas atividades para desenvolvimento tecnológico e organizacional da Embraer; (8) informações gerais sobre políticas corporativas de fomento ao desenvolvimento tecnológico de fornecedores (parceiros de risco e sub-contratados); (9) diferenças entre os programas ERJ 145 e ERJ 170/190. O Sr. Resende apresentou seu assistente, Sr. Luciano Pedrote, que forneceu a maior parte das informações. O Sr. Pedrote apresentou o Sr. Paulo Lourenção, responsável pelas relações acadêmicas da Embraer, que informou sobre as relações com organizações de ensino e pesquisa no Brasil e no Exterior, bem como com outras empresas do setor aeronáutico. O outro colaborador do DTE entrevistado foi o Sr. José Luis da Cruz, engenheiro de desenvolvimento tecnológico, que contribuiu com informações sobre a estratégia de desenvolvimento tecnológico da Embraer e sua relação com fornecedores, bem como com dados sobre os fornecedores que participam do desenvolvimento dos projetos ERJ 170 e ERJ 190.

- Fundação de Aplicação de Tecnologias Críticas (ATECH). A ATECH é fornecedora de *software* para o projeto Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAN). A fundação tinha aproximadamente 120 funcionários, distribuídos entre a matriz, localizada em São Paulo, e três subsidiárias, localizadas nos EUA. A empresa desenvolve *software* para integração do SIVAN e para controle de tráfego aéreo. Duas entrevistas foram realizadas: (1) Sr. Wilson França Prado, Diretor de Implementação; e (2) Sr. Eno Siewerdt, Consultor Interno Sênior. Os detalhes das entrevistas seguem abaixo.
 - Entrevista com o Sr. Wilson França Prado. O roteiro principal da entrevista foi: (1) principais fontes de informação tecnológica; (2) mudanças possíveis nas fontes de informação tecnológica; (3) principais atividades de inovação da ATECH; (4) colaboração com clientes, fornecedores, outras empresas e ICT para o desenvolvimento tecnológico e organizacional; (5) informações

sobre políticas de desenvolvimento tecnológico entre clientes e a ATECH;

(6) mudanças observadas desde 1990.

- o Entrevista com o Sr. Eno Siewerdt. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações gerais sobre a ATECH; (2) tipos de relacionamento observados entre empresas no setor aeronáutico; (3) mudanças observadas no tipo de relacionamento; (4) tipos de tecnologias adotadas pela ATECH; (5) impactos das tecnologias adotadas na ATECH; (6) principais fontes de informação tecnológica; (7) processo de desenvolvimento de produto e colaboração com clientes e fornecedores; (8) colaboração com organizações de ensino e pesquisa.
- Jacinto Zimbardi & Cia Ltda, Sr. Luiz Paulo Granjeta da Silva, Gerente. A Zimbardi fornece forjados e realiza o processamento de metal para asas e janelas de aeronaves. Ela empregava 65 funcionários em 2001. A entrevista foi realizada por meio de fax e telefone. O roteiro principal da entrevista foi: (1) informações sobre os tipos de serviços e/ou produtos fornecidos para o setor aeronáutico; (2) tipo de matéria-prima utilizada; (3) tipos de contratos com fornecedores; (4) tipos de contratos com clientes; (5) tipos de relações com organizações de ensino e pesquisa; (6) principais motivos e mudanças nas relações com fornecedores, clientes e organizações de ensino e pesquisa; (7) principais tecnologias adotadas pela empresa; (8) principais impactos das tecnologias adotadas pela empresa na própria empresa; (9) principais fontes de informação tecnológica; (10) principais atividades realizadas para a geração e implantação de novas tecnologias pela empresa; (11) principais fatores que motivam a adoção de novas tecnologias; (12) colaboração com fornecedores e/ou clientes em atividades para a geração e/ou implantação da nova tecnologia; (13) políticas de treinamento e qualificação de funcionários; (14) informações gerais sobre a história da empresa, bem como número de funcionários.
- Combustol Indústria e Comércio Ltda., Divisão de Tratamento Térmico, Sr. Eli Aleixo Costa, Técnico. A Combustol fornece tratamento para metal, em aço. A empresa empregava, aproximadamente, 60 funcionários. O roteiro principal da entrevista foi: (1) tipos de tratamento térmico, redução da tensão, ou seja, produtos e/ou serviços ofertados para o setor aeronáutico; (2) relação com

clientes, fornecedores e ICT; (3) principais motivos e mudanças nas relações com fornecedores, clientes e organizações de ensino e pesquisa; (4) principais tecnologias adotadas pela divisão; (5) principais impactos das novas tecnologias adotadas; (6) principais fontes de informação tecnológica; (7) principais atividades realizadas para a geração e implantação de novas tecnologias pela empresa; (8) fatores que motivam a adoção de novas tecnologias; (9) colaboração com clientes e fornecedores em atividades para geração e implantação da nova tecnologia; (10) informações gerais sobre a história da empresa, bem como número de funcionários; (11) políticas de treinamento e qualificação de funcionários.

ANEXO C - Desenvolvimento da Capacidade para Inovação e Fatores: detalhamento das informações sobre as nove PMEs

Observação: para fins de organização dos quadros abaixo, as empresas foram codificadas como segue:

	Código
Empresa “Poltrona”	P
Empresa “Parte A”	A
Empresa “Parte B”	B
Empresa “Trem de Pouso”	T
Empresa “Parte C”	C
Empresa “Parte D”	D
Empresa “Parte E”	E
Empresa “Engenharia”	Eng
Empresa “Parte F”	F

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE DE INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1981 - 1994																											
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica									
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	
AVANÇADA																												
TECNOLÓGICA																												
PRODUTO																												
P&D interno; P&D em parceira com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa ou universidades																												
PRODUÇÃO																												
PROCESSOS																												
P&D interno; P&D em parceira com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa ou universidades																												
EQUIPAMENTOS																												
P&D de máquinas e equipamentos interno e em parceria; P&D para adequação e implantação de novos componentes interno e em parceria; desenho e manufatura de equipamentos interno e em parceria; desenvolvimento de software interno e em parceria																												
ORGANIZACIONAL																												
GESTÃO DE PROJETOS																												
Desenvolvimento de técnicas de gestão integrada de projetos interno e em parceria, envolvendo outras áreas da empresa																												
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																												
Desenvolvimento conjunto; desenvolvimento de especificações, a partir da descrição geral do produto (relacional ou modular)																												

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE DE INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1981 - 1994																											
	Completamente Nova										Substancialmente Aprimorada										Mudança Técnica							
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	
INTERMEDIÁRIA																												
TECNOLÓGICA																												
PRODUTO																												
Engenharia de produto; desenho industrial e prototipagem.	x									x																		
PRODUÇÃO																												
PROCESSOS																												
Engenharia de produção para adaptação de processos; engenharia reversa sistemática																												
EQUIPAMENTOS																												
Melhoria em máquinas e equipamentos; realização e monitoramento de testes; manutenção preventiva																												
ORGANIZACIONAL																												
GESTÃO DE PROJETOS																												
Melhoria na ferramenta e procedimentos de gestão dos projetos inter?rmas, por meio de trabalho em equipe; atividades para a gestão da integração de componentes no produto																												
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																												
Desenvolvimento a partir da especificação do produto, fornecimento de módulos (modular)																												

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE DE INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1981 - 1994																												
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica										
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F		
PRÉ-INTERMEDIÁRIA																													
TECNOLÓGICA																													
PRODUTO																													
Realização interna de testes para melhoria na qualidade de produto.						x																							
PRODUÇÃO																													
PROCESSOS																													
Realização interna de testes; atividades relacionadas à padronização ISO 9000; melhoria contínua	x					x				x																			
EQUIPAMENTOS																													
Realização interna de testes para adaptações em máquinas, equipamentos e <i>software</i> ; ajustes para a utilização de novas matérias-primas ou melhoria no desempenho; manutenção geral						x																							
ORGANIZACIONAL																													
GESTÃO DE PROJETOS																													
Melhoria na coordenação interna de projetos																													
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																													

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE DE INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1981 - 1994																											
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica									
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	
Fornecimento de produtos e /ou serviços a partir das especificações e requisitos; produção com o auxílio da empresa integradora (Mercado e Cativa)																												
BÁSICA																												
TECNOLÓGICA																												
PRODUTO																												
Replicação de especificações; atividades para atendimento das exigências de clientes; procedimentos rotineiros para recebimento do desenho (CAD básico)					x															x								X
PRODUÇÃO																												
PROCESSOS																												
Coordenação rotineira da produção; controle básico da qualidade					x															x	x						x	X
EQUIPAMENTOS																												
Reposição rotineira de componentes em máquinas e equipamentos; atualização em <i>software</i> ; participação na instalação de equipamentos; apoio na realização dos testes de desempenho					x															x	x						x	X

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE DE INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1981 - 1994																												
	Completamente Nova										Substancialmente Aprimorada										Mudança Técnica								
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F		
ORGANIZACIONAL																													
GESTÃO DE PROJETOS																													
Coordenação básica dos projetos para atender aos prazos e especificações de clientes; procedimentos administrativos rotineiros																				x	x							x	X
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																													
Fornecimento de produtos e /ou serviços a partir das especificações e requisitos; produção com o auxílio da empresa integradora (Mercado e Cativa)	x				x	x				x										x	x							x	X

Quadro 16 - Detalhamento da Capacidade para inovação por Categoria de Inovação e Empresa – 1981 – 1994

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE PARA INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1995 - 2002																											
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica									
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	
AVANÇADA																												
TECNOLÓGICA																												
PRODUTO																												
P&D interno; P&D em parceira com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa ou universidades																												
PRODUÇÃO																												
PROCESSOS																												
P&D interno; P&D em parceira com clientes, fornecedores, institutos de pesquisa ou universidades																												
EQUIPAMENTOS																												
P&D de máquinas e equipamentos interno e em parceria; P&D para adequação e implantação de novos componentes interno e em parceria; desenho e manufatura de equipamentos interno e em parceria; desenvolvimento de <i>software</i> interno e em parceria				X																								
ORGANIZACIONAL																												
GESTÃO DE PROJETOS																												
Desenvolvimento de técnicas de gestão integrada de projetos interno e em parceria, envolvendo outras áreas da empresa				X																								
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																												

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE PARA INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1995 - 2002																											
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica									
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	
Desenvolvimento conjunto; desenvolvimento de especificações, a partir da descrição geral do produto (relacional ou modular)				X																								
INTERMEDIÁRIA																												
TECNOLÓGICA																												
PRODUTO																												
Engenharia de produto; desenho industrial e prototipagem										X			X															
PRODUÇÃO																												
PROCESSOS																												
Engenharia de produção para adaptação de processos; engenharia reversa sistemática								X		X			X															
EQUIPAMENTOS																												
Melhoria em máquinas e equipamentos; realização e monitoramento de testes; manutenção preventiva								X					X															
ORGANIZACIONAL																												
GESTÃO DE PROJETOS																												
Melhoria na ferramenta e procedimentos de gestão dos projetos inter?rmas, por meio de trabalho em equipe; atividades para a gestão da integração de componentes no produto; melhoria nos procedimentos de desenho industrial																												
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																												
Desenvolvimento a partir da especificação do produto, fornecimento de módulos (modular)																												
PRÉ-INTERMEDIÁRIA																												

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE PARA INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1995 - 2002																										
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica								
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F
TECNOLÓGICA																											
PRODUTO																											
Realização interna de testes para melhoria na qualidade de produto										X	X																
PRODUÇÃO																											
PROCESSOS																											
Realização interna de testes; atividades relacionadas à padronização ISO 9000; melhoria contínua								X		X	X		X							X	X		X	X			X
EQUIPAMENTOS																											
Realização interna de testes para adaptações em máquinas, equipamentos e <i>software</i> ; ajustes para a utilização de novas matérias-primas ou melhoria no desempenho; manutenção geral.					X					X										X	X						
ORGANIZACIONAL																											
GESTÃO DE PROJETOS																											
Melhoria na coordenação interna de projetos																											
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																											
Fornecimento de produtos e /ou serviços a partir das especificações e requisitos; produção com o auxílio da empresa integradora (Mercado e Cativa)											X																
BÁSICA																											
TECNOLÓGICA																											
PRODUTO																											

NÍVEL DE CAPACIDADE E ATIVIDADE PARA INOVAÇÃO	Empresas e Categoria de Inovação - 1995 - 2002																										
	Completamente Nova									Substancialmente Aprimorada									Mudança Técnica								
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F
Replicação de especi?cações; atividades para atendimento das exigências de clientes; procedimentos rotineiros para recebimento do desenho (CAD básico)						X	X		X	X	X								X								X
PRODUÇÃO																											
PROCESSOS																											
Coordenação rotineira da produção; controle básico da qualidade							X		X		X								X								X
EQUIPAMENTOS																											
Reposição rotineira de componentes em máquinas e equipamentos; atualização em <i>software</i> ; participação na instalação de equipamentos; apoio na realização dos testes de desempenho				X			X		X										X								X
ORGANIZACIONAL																											
GESTÃO DE PROJETOS																											
Coordenação básica dos projetos para atender aos prazos e especi?cações de clientes; procedimentos administrativos rotineiros				X		X	X		X		X								X								X
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR																											
Fornecimento de produtos e /ou serviços a partir das especificações e requisitos; produção com o auxílio da empresa integradora (Mercado e Cativa)				X		X	X		X	X	X								X					X			X

Quadro 17 - Detalhamento da Capacidade para inovação por Categoria de Inovação e Empresa – 1995 – 2002

INOVAÇÃO E ATIVIDADE	NÍVEL DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO (número de inovações por período)							
	Básica		Pré-Intermediária		Intermediária		Avançada	
	1981-1994	1995-2002	1981-1994	1995-2002	1981-1994	1995-2002	1981-1994	1995-2002
TECNOLÓGICA								
PRODUTO								
Replicação	3	7						
Melhoria Contínua			2	2				
Engenharia					1	2		
P&D								1
PRODUÇÃO								
PROCESSOS								
Replicação	5	5						
Melhoria Contínua			2	9				
Engenharia						3		
P&D								
EQUIPAMENTOS								
Replicação	5	5						
Melhoria Contínua			2	4				
Engenharia						2		
P&D								1
ORGANIZACIONAL								
GESTÃO DE PROJETOS								
Replicação	4	7						
Melhoria Contínua								
Engenharia						1		

INOVAÇÃO E ATIVIDADE	NÍVEL DA CAPACIDADE PARA INOVAÇÃO (número de inovações por período)							
	Básica		Pré-Intermediária		Intermediária		Avançada	
	1981-1994	1995-2002	1981-1994	1995-2002	1981-1994	1995-2002	1981-1994	1995-2002
P&D								1
RELAÇÃO NA CADEIA DE VALOR (tipo relação x número de empresas)								
Mercado e Cativa	6	8						
Modular								
Relacional e Modular								1

Quadro 18 - Desenvolvimento da Capacidade para inovação por parte das Nove PMEs: número de inovações por tipo, atividade e período

Mecanismos para Aprendizagem	Empresas																	
	1981-1994									1995-2002								
	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F	P	A	B	T	C	D	E	Eng	F
Passivo																		
Pelo fazer ou prática																		
Ativo																		
Pelo treinamento interno																		
Pelo treinamento externo																		
Pela contratação de especialistas																		
Pela contratação de instituição de C&T (ICT)																		
Pela adaptação de tecnologias estrangeiras																		
Pela engenharia reversa																		
Pela P&D interna																		
Pelo treinamento na Embraer																		
Pelo apoio técnico da Embraer																		
Pelo desenvolvimento conjunto com a Embraer																		
Pelo desenvolvimento conjunto com fornecedores																		
Pelo desenvolvimento conjunto com clientes estrangeiros																		
Pelo apoio técnico de ICT (informal)																		

Quadro 19 – Mecanismos para Aprendizagem por Período e por Empresa