UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA:
UMA ANÁLISE SETORIAL

Graziela Ferrero Zucoloto

Orientador: Prof. Dr. Rudinei Toneto Jr.

SÃO PAULO

2004

Prof. Dr. Adolpho José Melfi
Reitor da Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Maria Tereza Leme Fleury
Diretora da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. Elizabeth Maria Mercier Querido Farina
Chefe do Departamento de Economia

Prof. Dr. Basília Maria Baptista Aguirre
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Economia

GRAZIELA FERRERO ZUCOLOTO

**INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA:
UMA ANÁLISE SETORIAL**

Dissertação apresentada ao Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Rudinei Toneto Jr.

SÃO PAULO

2004

Dissertação defendida e aprovada no Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo – Programa de Pós-Graduação em Economia, pela seguinte Banca Examinadora:

Zucoloto, Graziela Ferrero
Inovação tecnológica na indústria brasileira: uma análise setorial
/ Graziela Ferrero Zucoloto. -- São Paulo : FEA/USP, 2004.
xxx f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2004
Bibliografia.

1. Inovações tecnológicas 2. Tecnologia 3. Pesquisa e desenvolvimento 4. Brasil – Indústrias I. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP II. Título.

CDD – 338.064

Agradeço especialmente ao Marcelo, que me acompanhou durante este longo ano de trabalho, dúvidas, dificuldades e muito aprendizado. Com quem troquei idéias, dividi conflitos; quem me acalmou, me estimulou, esteve do meu lado das diversas formas que se pode apoiar uma pessoa.

Agradeço aos meus pais, Lúcia e Fernando, e à minha avó Nair, pelo constante apoio durante todo o mestrado, inclusive financeiro, que viabilizou a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Rudinei, mestre de longa data, a quem admiro muito como profissional, professor e como pessoa, a quem agradeço por jamais ter perdido a confiança em mim, mesmo nos momentos em que eu mesma me coloquei em dúvida. Agradeço pelo carinho, pela sabedoria e pelo aprendizado constante proporcionado.

À banca de qualificação, formada pelos professores Francisco Anuatti - outro mestre antigo, meu primeiro orientador na graduação, por quem também tenho grande admiração e imenso carinho – e Roberto Vermulm, cujas contribuições precisas foram absolutamente fundamentais ao desenvolvimento deste trabalho.

À FEA-SP, pela excelente estrutura e condições de ensino proporcionadas, e em especial aos professores que, além de meu orientador, tive no mestrado: Basília, Dante, Flávio, Heron, José Roberto, Dolores, Guena e Milton. Os três últimos, em especial, meus professores também de graduação na FEA-RP – o Guena meu orientador de monografia - por quem também tenho muito carinho. Não posso deixar de mencionar, em um momento como este, o imenso afeto que sinto pela FEA-RP e por toda a equipe de professores e profissionais; um ambiente que sempre me faz sentir em casa. Voltando à FEA/SP, gostaria de agradecer à equipe da seção de pós-graduação, que sempre atende aos alunos de modo muito eficiente e prestativo.

Aos professores Lia Hasenclever e Luis Melo, da UFRJ, onde tive a oportunidade de cursar a disciplina ‘Gestão da Inovação’ que foi muito importante para a elaboração desta dissertação, assim como a troca que estabeleci com os alunos do doutorado que cursaram a mesma matéria.

À MB Associados, onde aprendi a me interessar apaixonadamente pela questão setorial e onde surgiu o embrião do interesse pelo tema escolhido.

Ao Júlio, do IEDI e ao Fernando Puga, do BNDES, que, atendendo a meus apelos enfáticos, forneceram dados preciosos e viabilizaram a realização de parte importante do trabalho. Agradeço também, e especialmente, ao Jurandir, da PIA/IBGE, que tirou todas as minhas numerosas dúvidas sempre com paciência e conhecimento preciso das questões. Além dele, o

atendimento de toda a equipe do IBGE sempre foi atencioso e eficaz, tendo sido fundamental na resolução de diversas questões.

Agradeço novamente a meu pai, Fernando, e à sua esposa, Raquel, pela leitura cuidadosa do trabalho - e pela rapidez com que precisei que esta leitura fosse realizada – que foi de grande importância na reta final.

Aos amigos que fiz no mestrado, em especial ao Cláudio Pinheiro Machado, Érica Gorga, Natália Kerkis, com quem discuti economia, política e outros temas ‘menos elaborados’. Pessoas que certamente fizeram de São Paulo um lugar mais agradável de se viver, e que espero manter ao longo da vida. Também aos demais amigos do mestrado, e a todo o adorável pessoal da minha sala, sem exceção, pessoas com quem gostei muito de ter estudado e convivido.

Às minhas irmãs, Re e Tha, e à ‘velha guarda’, Flá, Glau, Emily, Lara, Marina, Johnnie, Will?, que tornam a minha vida mais alegre e me fazem acreditar em relações de longo prazo cheias de afeto. À Maria e à Ângela R., mulheres importantes ao longo da minha história, também um agradecimento especial.

Ao ‘maestro’ Vladimir e suas ‘meninas superpoderosas’, a quem devo todas as conquistas do meu presente e do meu futuro.

Peço perdão aos que merecem mas não foram incluídos nesta lista, certamente me lembrarei de alguns e me arrependo desde já.

E, sim, gostaria muito de fazer uma listinha de “desagradecimentos”, entretanto o bom senso e a alegria deste momento impedem tal ato.

RESUMO

Este trabalho realiza uma avaliação da inovação tecnológica nas indústrias de transformação brasileiras. Inicialmente foi realizada uma caracterização geral da estrutura industrial, associada a indicadores de inovação tecnológica. Em seguida, as indústrias nacionais foram comparadas com as de um grupo de países da OCDE, levando às seguintes conclusões: (a) o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira é inferior ao observado na média dos países selecionados; (b) a maioria dos setores nacionais apresenta um esforço inferior ao observado nos países de referência; (c) esta diferença é mais significativa entre os setores baseados em ciência; (d) a diferença entre a estrutura produtiva brasileira e das nações da OCDE também explica parte do baixo esforço tecnológico da indústria de transformação nacional, porém com menos intensidade; (e) foi identificada uma correlação entre esforço tecnológico relativo e desempenho no comércio exterior.

ABSTRACT

This work analyses technological innovation in brazilian industry. First, it is presented a general characterization of brazilian industrial structure, which were associated to indicators of technological innovation. After that, brazilian industries were compared to a group of OECD countries. The main conclusions are: (a) technological efforts of brazilian industry are lower than the average of OECD countries; (b) this is true for the most industrial sectors; (c) this difference is higher in science-based sectors; (d) the difference between brazilian and OECD productive structure is also responsible for the relatively low technological effort of brazilian industry; (e) it was found a correlation between relative technological effort and commercial performance.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
I. Inovação tecnológica na abordagem neo-schumpeteriana.....	8
I.1. Aspectos gerais da visão neo-schumpeteriana.....	8
I.1.1. Inovação tecnológica e desempenho comercial na abordagem neo-schumpeteriana.....	12
I.2. A importância da difusão tecnológica no desenvolvimento econômico.....	18
I.3. O papel de P&D e de outras atividades tecnológicas.....	23
I.4. Aspectos setoriais da inovação tecnológica.....	26
II. ESTRUTURA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA.....	34
II.1. Mudanças econômicas e reformas institucionais após a crise do processo de substituição de importações: o impacto no desempenho da indústria brasileira nos anos noventa.....	34
II.2. Estrutura da indústria de transformação brasileira: análise da produção, emprego e comércio exterior e apresentação de alguns setores selecionados.....	49
II.2.1. Padrão produtivo, tecnológico e comercial de setores deficitários.....	61
II.2.2. Padrão produtivo, tecnológico e comercial de setores superavitários.....	72
III. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA.....	85
III.1. Indicadores de inovação tecnológica nas indústrias de transformação.....	87
III.2. Esforço tecnológico da indústria brasileira.....	114
III.2.1. Esforço tecnológico da indústria brasileira: comparação com países selecionados.....	119
III.2.2. Esforço tecnológico: relação com indicadores selecionados.....	133
IV. CONCLUSÕES.....	142
REFERÊNCIAS.....	146

LISTA DE TABELAS

Tabela II.1. Participação da Indústria no PIB Brasileiro (1980 - 2001).....	43
Tabela II.2. Pessoal Ocupado: Indústria de Transformação / Total (1983 - 2001).....	44
Tabela II.3. Participação do Comércio Exterior no PIB (1980 - 2001).....	46
Tabela II.4. Valor da Transformação (VTI) e Valor da Produção Industrial (VBPI): Indicadores Seleccionados por Setor Industrial.....	52
Tabela II.5. Pessoal Ocupado, Remuneração Média Mensal e Intensidade de Mão-de-Obra: Indicadores Seleccionados por Setor Industrial.....	54
Tabela II.6. Comércio Exterior: Indicadores Seleccionados por Setor Industrial.....	57
Tabela III.1. Indicadores de Resultado do Processo de Inovação Tecnológica: Taxa de Inovação em Produto e/ou Processo e Indicador de Patentes (1998 - 2000)	89
Tabela III.2. Importância Relativa das Atividades Inovadoras (1998 - 2000)	95
Tabela III.3. Atividades Inovadoras e Mudanças Estratégicas/Organizacionais (1998 -2000)..	99
Tabela III.4. Alocação de Recursos por Atividade Inovadora (2000)	101
Tabela III.5. Participação dos Setores Industriais no VTI e nos Dispendios em Atividades Inovadoras Seleccionadas (2000).....	105
Tabela III.6. Pessoal Ocupado: Total e Dedicado a P&D (Participação Setorial - 2000).....	107
Tabela III.7. Indicadores de Inovação Tecnológica: Valores Médios por Empresa	109
Tabela III.8. Relações de Cooperação entre Empresas Inovadoras e Demais Organizações (1998-2000)	111
Tabela III.9. Esforço Tecnológico por Atividade Inovadora – Dispendio em Relação ao Valor da Produção Industrial (2000)	115
Tabela III.10. Esforço Tecnológico: Pessoal Ocupado em P&D (2000)	118
Tabela III.11. Esforço Tecnológico: Brasil X OCDE – Dispendios em Atividades Internas de P&D em relação ao Valor da Produção Industrial (2000).....	123
Tabela III.12. Esforço Tecnológico Relativo: Brasil / Grupos de Países da OCDE (2000).....	129
Tabela III.13. Estrutura Produtiva da Indústria de Transformação - Brasil e Grupos de Países da OCDE (Participação Média em 2000).....	131
Tabela III.14. Controle Estrangeiro na ROL e Esforço Tecnológico Relativo.....	134
Tabela III.15. Indicadores de Competitividade relacionados ao Comércio Exterior: Participação das Exportações Brasileiras nas Exportações Mundiais e Vantagem Comparativa Revelada.	136
Tabela III.16. Exportações da Indústria de Celulose: Participação por Produto.....	140
Tabela III.17. Exportações da Indústria de Celulose: Variação 2000-2001 / 1993-1994.....	140
Tabela III.18. Exportações da Indústria de Celulose: Participação Brasileira no Mundo.....	140

INTRODUÇÃO

Ao nos propormos a realizar um trabalho relacionado à questão tecnológica na indústria brasileira, a pergunta inicial a ser respondida é: qual a importância da inovação? Primeiramente, o interesse pelo tema cresce quando nos deparamos com a história recente de alguns países do Leste Asiático, como a Coreia, que apresentam uma trajetória bem-sucedida na superação do subdesenvolvimento. Entre outros fatores, esta performance esteve intrinsecamente ligada à crescente preocupação com o aprimoramento tecnológico, baseada na implementação da capacidade de absorver as tecnologias elaboradas em países avançados, associada à realização de atividades inovadoras próprias. Neste contexto, que envolveu a realização intensa de P&D próprio, a qualificação da mão-de-obra - especialmente no que se refere às engenharias -, a aquisição de inovações estrangeiras etc, estes países foram ao longo das últimas décadas se desenvolvendo e ganhando espaço no comércio exterior, especialmente no que se refere às exportações de produtos manufaturados de alto valor adicionado. Nestes casos, o desenvolvimento econômico, a crescente capacidade de competir nos mercados internacionais e a preocupação com as questões relacionadas à inovação e difusão tecnológicas fazem parte de um mesmo contexto bem-sucedido.

Teoricamente, a importância da inovação tecnológica há mais tempo havia sido enfatizada por teóricos como Schumpeter (1912), que a define como a força central no dinamismo do sistema capitalista. Posteriormente, autores de tradição neo-schumpeteriana vêm sublinhando a necessidade de inovar para o desenvolvimento de um país e da capacidade competitiva de suas empresas e setores. Diversos trabalhos de cunho neo-schumpeteriano têm sido desenvolvidos apresentando, teórica e empiricamente, a relação existente entre inovação tecnológica e desempenho comercial, argumentando a favor da variável tecnológica como fundamental na performance exportadora da maior parte dos setores [Dosi *et al.* (1990)].

O interesse pela questão da inovação surge, portanto, de argumentos tanto teóricos quanto empíricos. Além disto, ao observarmos o histórico brasileiro, nos deparamos com a dificuldade nacional em superar as barreiras que limitam o seu desenvolvimento. As duas décadas de estagnação no crescimento econômico – oitenta e noventa – foram também acompanhadas pela paralisia no aprimoramento de sua capacidade competitiva, revelada pelo desempenho das exportações de manufaturados, que se encontram em torno de 55% desde meados dos anos oitenta, contra a média internacional de 80%. Vale mencionar também que nossa pauta exportadora, especialmente em comparação ao padrão importador, tem elevada presença de produtos que não vêm apresentando dinamismo crescente no mercado

internacional [IEDI (2001, 2003), Fapesp (2001)]. Sabe-se que a frágil performance brasileira tem vários determinantes, de cunhos tanto macro quanto microeconômicos, entretanto acredita-se que compreender a questão tecnológica, por estar relacionada ao desempenho econômico de modo amplo, faz-se essencial.

Como indicado pelo título, este trabalho objetiva fazer uma avaliação da inovação tecnológica no Brasil. O intuito não é verificar a relação existente entre tecnologia e desenvolvimento econômico brasileiro, mas partindo do princípio já enfatizado por diversos textos e autores que a inovação é um componente fundamental no desenvolvimento e no aprimoramento da capacidade competitiva, o objetivo deste trabalho limita-se a avaliar a questão da inovação no caso brasileiro.

Entre as várias abordagens relacionadas ao tema possíveis de serem adotadas – por exemplo estudar especificamente a questão do financiamento da inovação, avaliar as políticas públicas relacionadas ao tema, entre outras - optou-se por realizar uma análise setorial da indústria de transformação, na qual surge a maior parte das inovações. Em relação às motivações para a realização desta análise, não se pode deixar de mencionar o interesse pessoal por conhecer a estrutura industrial brasileira e estudá-la à luz do tema escolhido. O enfoque setorial também é considerado de extrema relevância, dado que as indústrias apresentam comportamento diferenciado em relação ao surgimento das inovações. Como veremos ao longo do trabalho, a inovação tecnológica ocorre essencialmente no âmbito da empresa, apesar do apoio de outras organizações ser fundamental para a viabilização deste processo. E, de acordo com o setor ao qual a empresa pertence, as oportunidades em torno da geração da inovação, assim como os mecanismos para efetivá-la, diferem significativamente.

Pelas razões apresentadas acima, o objetivo central do trabalho – discutir a inovação tecnológica no Brasil – será realizado sob a ótica da teoria neo-schumpeteriana. Na parte teórica (capítulo I), inicialmente serão realizadas algumas considerações sobre a importância da inovação na visão neo-schumpeteriana, assim como apresentado o modelo de hiatos tecnológicos. Por este modelo, o comércio internacional é determinado prioritariamente não por vantagens comparativas, mas por vantagens absolutas que seriam obtidas através do diferencial tecnológico gerado pela realização de inovações. Será também apresentada uma discussão sobre a relação entre inovação e difusão tecnológica, dado que especialmente para os países em desenvolvimento o aprimoramento da capacidade de absorver tecnologias externas e incrementá-las tem significado especial na redução da defasagem com os países desenvolvidos.

Para apoiar a realização da análise setorial, será apresentada a taxonomia elaborada por Pavitt (1984) - apresentada posteriormente em Dosi *et al.* (1990) - que, baseada em estudo de alguns países desenvolvidos, classificou os setores de acordo com sua performance tecnológica. Esta taxonomia tem a vantagem de apresentar detalhadamente as diferenças e semelhanças existentes entre os grupos de setores em relação às oportunidades tecnológicas, capacidade de apropriação dos resultados da inovação, a dependência do desenvolvimento tecnológico atual em relação à tecnologia pré-existente etc. Apesar da diferença existente entre o padrão produtivo de determinados setores nos países avançados e em desenvolvimento, esta taxonomia é adequada por indicar as diferenças relacionadas aos regimes tecnológicos relativos a cada setor. Se as oportunidades presentes em algumas indústrias, em especial nas intensivas em tecnologia, não estão sendo aproveitadas por países em desenvolvimento como o Brasil, isto não invalida a utilização da tipologia selecionada, dado que a diferença setorial relativa a estas oportunidades, assim como a possibilidade de explorá-las, continua a existir¹.

Os setores industriais brasileiros serão classificados ao longo de todo o texto de acordo com a taxonomia mencionada. Antes da discussão diretamente relacionada à questão da inovação, será realizada uma apresentação da estrutura industrial brasileira, pautada na análise de variáveis referentes à produção, emprego e comércio exterior. Com base no desempenho comercial, também foram selecionados alguns setores sobre os quais será realizada uma discussão mais detalhada (capítulo II). A compreensão desta estrutura, assim como dos setores selecionados, servirá de apoio ao tema central do trabalho, pois não seria adequado discutir informações relativas à inovação tecnológica sem o conhecimento prévio de variáveis-chave sobre as indústrias. Portanto, entender o padrão produtivo e comercial industrial apoiará a compreensão sobre as variáveis relacionadas à questão tecnológica.

O capítulo III fará uma discussão da inovação tecnológica nas indústrias de transformação brasileiras com base nos resultados obtidos pela Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica (PINTEC) realizada pelo IBGE. Serão analisadas diversas variáveis relacionadas ao desempenho inovador industrial, tais como taxa de inovação, principais atividades inovadoras realizadas, relações de cooperação entre empresas inovadoras e demais organizações e esforço tecnológico da indústria brasileira, mensurado segundo algumas medidas selecionadas.

¹ Vale ressaltar que a maior parte das taxonomias setoriais conhecidas [ver por exemplo Fapesp (2001), anexo 7.1] classifica algumas indústrias em intensivas em tecnologia, ou intensivas em P&D. Portanto, se considerarmos que nos países em desenvolvimento estes setores de alta tecnologia atuam primordialmente nos segmentos menos intensivos em tecnologia, diversas classificações setoriais não poderiam ser utilizadas.

Dentro desta discussão ampla sobre a inovação tecnológica nos setores industriais brasileiros, uma pergunta em especial será feita: a indústria brasileira pode ser considerada pouco inovadora? Como veremos no capítulo II, o protecionismo às indústrias nacionais vigente durante décadas no Brasil, e a falta de concorrência a ele associado, permitiu que as empresas sobrevivessem sem se preocupar em inovar. Com esta pergunta, procuraremos avaliar se uma década de abertura comercial foi suficiente para estimular a mudança neste cenário. Para responde-la, foram selecionados 19 países da OCDE que serão utilizados como referência ao caso brasileiro, incluindo tanto as maiores economias do mundo quanto algumas nações economicamente menos dinâmicas. A variável utilizada como critério de comparação será o esforço tecnológico, medido pela relação entre dispêndios em pesquisa e desenvolvimento e valor da produção industrial². Os dispêndios em P&D, como veremos detalhadamente no capítulo I, são importantes tanto ao desenvolvimento inovador em si quanto à capacidade de aprendizado e assimilação de tecnologias já desenvolvidas. O esforço tecnológico permite verificar a quantidade de recursos, em relação ao valor da produção, cada setor está direcionando às atividades de pesquisa e desenvolvimento, ou seja, o quanto esta atividade pode ser considerada importante para cada setor. Além destas considerações sobre a indústria de transformação, será verificado se existem alguns setores nos quais o esforço tecnológico relativo apresenta comportamento positivamente diferenciado, ou seja, quais setores brasileiros, em comparação às nações da OCDE, direcionam proporcionalmente mais recursos para P&D.

Complementarmente, se confirmado que o esforço tecnológico da indústria brasileira é baixo, este resultado pode estar relacionado a alguns fatores, como a) o baixo esforço empreendido generalizadamente por todas as indústrias, b) o esforço limitado obtido especialmente por algumas indústrias de grande peso na produção industrial, c) as indústrias nacionais em geral implementam esforço similar ao dos países de referência, mas como os setores intensivos em tecnologia, nos quais o esforço tecnológico é superior ao realizado pelos demais, têm uma participação menor na estrutura produtiva brasileira, por consequência o esforço realizado pela indústria de transformação nacional acaba sendo inferior ao das nações selecionadas. Certamente, combinações intermediárias entre estas opções são possíveis e serão analisadas.

Por fim, será feito um breve comentário sobre a relação entre inovação e o desempenho comercial. Com base na teoria dos hiatos tecnológicos que será apresentada no capítulo I, a

² Seria possível também utilizar o valor adicionado, ou receita líquida de vendas, entretanto para os países selecionados como referência apenas o valor da produção industrial foi encontrado.

performance exportadora é essencialmente determinada pela variável tecnológica. Não será verificada a relação de causalidade entre as variáveis para o caso brasileiro, mas se existe uma correlação entre elas, ou seja, se os setores nos quais o esforço tecnológico relativo brasileiro é mais elevado também são os que o desempenho comercial nacional é melhor. Como critério de desempenho comercial, duas medidas serão enfatizadas: a participação das exportações nacionais no total mundial e o saldo comercial em relação ao comércio total (soma entre exportações e importações), também discutidas ao longo desta seção final do trabalho.

Por último (capítulo IV) serão apresentadas as conclusões obtidas ao longo do trabalho. Acredita-se que as discussões propostas acima são suficientes para viabilizar uma adequada visão da questão da inovação tecnológica na ótica das indústrias nacionais.

I. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA ABORDAGEM NEO-SCHUMPETERIANA

Este capítulo apresenta os aspectos teóricos que servirão como base para a análise da inovação tecnológica na indústria brasileira. Toda a discussão teórica apresentada a seguir se baseia na abordagem neo-schumpeteriana, considerada adequada para tratar as questões escolhidas. Como a proposta deste capítulo não é realizar um debate teórico amplo, mas suportar o restante do trabalho, optou-se por concentrá-lo na apresentação e discussão de temas diretamente relacionados aos objetivos explicitados na parte introdutória.

A parte I.1 apresentará aspectos gerais da abordagem neo-schumpeteriana. A seguir (item I.2), será discutida a relação entre os conceitos de inovação e difusão tecnológica, enfatizando a importância da difusão especialmente para os países em desenvolvimento. O item I.3 discorre sobre o papel das atividades de P&D não só para a geração de inovações, mas também para o incremento da capacidade de absorção e aprimoramento de tecnologias já existentes. Também é discutida a importância de outros indicadores tecnológicos, além das atividades de pesquisa e desenvolvimento. Por fim, o item I.4 apresenta a taxonomia apresentada por Dosi *et al.* (1990), classificando os setores em grupos de acordo com suas características tecnológicas. Esta taxonomia mostra, por exemplo, que as atividades inovadoras têm importâncias diferentes para cada grupo de setores e que indicadores de inovação tradicionalmente utilizados, como patentes, podem não ser significativos para todas as indústrias.

Acredita-se que esta discussão é suficiente e adequada para apoiar o objetivo central do trabalho, debater a questão da inovação tecnológica na indústria brasileira.

I.1 Aspectos gerais da visão neo-schumpeteriana

Na abordagem teórica elaborada por Schumpeter, a inovação tecnológica assume um papel central na explicação do desempenho econômico, sendo um fator de diferenciação competitiva entre as empresas e o elemento principal da dinâmica capitalista. O autor parte do modelo de fluxo circular do sistema econômico, no qual uma economia estacionária se reproduz sem que ocorram alterações substanciais. O desenvolvimento caracterizar-se-ia pela ruptura deste fluxo circular, através de grandes inovações tecnológicas que ocorrem descontinuamente ao longo do tempo. Estas inovações podem ocorrer pelo surgimento ou aprimoramento de novos produtos ou processos, novas fontes de matéria-prima e/ou novos setores de atividade econômica. O empresário é o agente responsável por trazer para a esfera produtiva as invenções ocorridas nos campos da ciência e da técnica, assim como pela geração e

disseminação das inovações, que apareceriam em pontos localizados, espalhando-se em forma de ondas pelo sistema econômico [Iglioni (2000)]. O empresário schumpeteriano, ao introduzir as inovações, ‘desafia’ as firmas³ existentes através de um processo de ‘destruição criativa’, que seria o motor do progresso econômico.

Pela teoria schumpeteriana, o desenvolvimento não ocorre de forma contínua, mas alterna períodos de crescimento e recessão, sendo que os períodos de prosperidade estão associados à difusão de inovações-chave no sistema produtivo: o sucesso de empresários inovadores em capturar lucros monopolistas derivados do pioneirismo na introdução de novos produtos e processos é imitado pelos demais empreendedores, gerando uma onda de investimentos que estimula a economia. Portanto, o crescimento dependeria não somente do surgimento de inovações, mas da existência de condições que propiciem a sua difusão [Matesco (1993), Iglioni (2000), Tigre (1997)].

O processo descrito acima se refere à primeira contribuição do autor, denominada Schumpeter Mark I (1912). Em sua segunda abordagem, Schumpeter (1942) enfatizou o papel central das grandes empresas como motor do crescimento econômico, através da acumulação de conhecimento não transferível em determinados mercados tecnológicos, o que foi denominado de ‘acumulação criativa’ (Schumpeter Mark II).

Autores da tradição neo-schumpeteriana descreveram as diferenças entre as duas abordagens através da combinação de quatro fatores referentes aos seus regimes tecnológicos: as oportunidades tecnológicas, as condições de apropriação tecnológica, a cumulatividade tecnológica e a natureza do conhecimento. As oportunidades de introdução de avanços inovadores rentáveis referem-se à probabilidade de ocorrer inovação, dado um certo esforço para que ocorra. Depende, por exemplo, da capacidade do setor de aproveitar os progressos tecnológicos de seus clientes e fornecedores e da interação com os avanços científicos ocorridos em universidades e institutos de pesquisa. As condições de cumulatividade tecnológica estão relacionadas à natureza do processo de aprendizado. Referem-se à extensão na qual a performance tecnológica presente é um dos fatores determinantes da performance futura, ou seja, ao quanto o progresso tecnológico é função do estoque tecnológico corrente. As condições de apropriação tecnológica refletem as possibilidades de absorção dos lucros da inovação e a capacidade de proteção em relação às imitações potenciais. Inclui patentes, segredos, lideranças temporais, custo e tempo exigido para a imitação, efeitos das curvas de aprendizado, eficiência técnica devido a economias de escala etc. Os vários graus de

³ Os termos ‘firma’, ‘empresa’ e ‘companhia’ são tratados como sinônimos em todo o trabalho.

apropriação privada dos benefícios da inovação são tanto um incentivo ao processo inovador como um resultado deste processo, dado que cada tecnologia possui uma relação específica entre seus aspectos de bem público e suas características privadas (economicamente apropriáveis). Em relação à natureza do conhecimento, pode-se considerar o seu nível de especificidade – se o conhecimento pode ser aplicado universalmente –, sua disponibilidade pública – por exemplo, através de publicações –, e o quanto este conhecimento é tácito.

Mais detalhadamente, é possível afirmar que: a) quanto maiores as condições de cumulatividade ou de apropriação do progresso técnico, maior será a probabilidade das firmas com as melhores performances no mercado, em um dado momento, manterem ou aumentarem sua liderança; b) quanto mais fácil for ‘olhar e aprender’, realizar engenharia reversa etc, maior será o grau de difusão tecnológica; c) um dos determinantes do grau de assimetria (medida inversa ao grau de difusão) é a taxa de progresso técnico: quanto maior a oportunidade tecnológica, maior o grau de assimetria; d) em adição a cumulatividade tecnológica, outros fatores induzem à assimetria, como por exemplo, economias de escala na produção; e) a existência de assimetrias tecnológicas agirá ao mesmo tempo como uma barreira à entrada e como um incentivo à inovação; f) a cumulatividade elevada beneficia as firmas inovadoras com melhores condições de investir em P&D, o que aumenta sua capacidade de absorver conhecimentos e sua probabilidade de inovar e imitar no futuro.

De acordo com os critérios acima, pode-se afirmar simplificadamente que em um regime Schumpeter Mark I as condições de apropriação e cumulatividade são limitadas, e o conhecimento é essencialmente simples e codificado. Já em Schumpeter Mark II predominam condições opostas: elevadas condições de cumulatividade e apropriação tecnológica, com predomínio de conhecimento tácito e complexo. Neste último caso, as firmas são de grande porte e a entrada de novas empresas é dificultada pelo hiato tecnológico em relação às firmas existentes [Soete & Weel (1999)].

Como explicado logo acima, a teoria schumpeteriana (1912) dá ênfase às inovações tecnológicas radicais, responsáveis por grandes transformações que afastam o sistema econômico do equilíbrio vigente. Como Schumpeter, os autores neo-schumpeterianos vêem o progresso tecnológico como o motor central na promoção do desenvolvimento econômico. Entretanto, estes também realçam a importância das inovações incrementais como fator de diferenciação entre as empresas. As inovações incrementais ocorrem com maior frequência e, ao contrário das radicais, provocam modificações marginais no funcionamento econômico.

Para os neo-schumpeterianos, tais como Dosi *et al.* (1990), as diferenças internacionais nos níveis tecnológicos e na capacidade inovadora são consideradas um fator fundamental na explicação das desigualdades nos níveis e tendências das exportações, importações e renda de cada nação. Eles destacam que a tecnologia não é considerada um bem livre, que pode ser facilmente reproduzido e se encontra disponível sem custos para as empresas. Como consequência, as firmas de países menos desenvolvidos, por exemplo, não podem se apropriar gratuitamente das inovações geradas em nações mais avançadas, alcançando performance similar sem arcar com os custos do desenvolvimento tecnológico. Para que a absorção tecnológica seja efetivada, diversos tipos de investimentos precisam ser implementados.

A abordagem neo-schumpeteriana considera a existência de assimetrias entre firmas no que se refere à capacitação tecnológica, argumentando que esta assimetria é o fator essencial da dinâmica econômica e da criação de vantagem competitiva pelas empresas. Ela assume que as firmas apresentam performances tecnológicas e econômicas desiguais e produzem bens através de processos tecnicamente diferentes umas das outras. Esta necessidade de diferenciação é permanente, fazendo parte do processo de concorrência em uma economia capitalista dinâmica.

Vale abrir um parêntese e ressaltar que nos países desenvolvidos, assim como em alguns NICs⁴ asiáticos, as empresas são, entre todas as organizações, as principais responsáveis pela inovação tecnológica⁵. Entretanto, isto não minimiza a importância da cooperação com outras empresas, com clientes e fornecedores, e com demais organizações, como universidades, institutos de pesquisa e consultorias, como fatores de significativa importância à realização da inovação. Ressalta-se que a capacitação tecnológica de uma firma está parcialmente embutida em sua força de trabalho: sem trabalhadores habilitados, as empresas têm dificuldade em dominar novas tecnologias, deixando de inovar.

Em relação ao financiamento do processo de inovação, cabe destacar seu alto custo, elevada incerteza e longa duração. O processo de inovação na firma é um problema de tomada de decisão em presença de contínua incerteza⁶. Um forte fator de incerteza é a questão da

⁴ Países de industrialização recente; em inglês, *new industrialized countries*.

⁵ Considerando dados dos anos noventa de EUA, Japão, Alemanha, Canadá, Espanha e Itália, a participação das despesas de P&D executadas por empresas públicas e privadas, em relação às despesas totais em P&D, ficava acima de 50%, enquanto no Brasil este percentual situava-se em torno de 25% [Matesco & Hasenclever (1996)].

⁶ A incerteza, que caracteriza o processo de inovação, se difere do conceito de risco. Um exemplo: em um jogo, uma situação de risco é caracterizada pela presença de uma roleta honesta, sendo o jogador conhecedor das próprias chances. Caso ele não conheça suas possibilidades de vitória e nem saiba se a roleta é honesta, ele está em uma situação de incerteza.

viabilidade técnica de uma inovação, pois as alterações ocorridas durante a realização do processo de P&D podem transformar um risco razoável em insuportável ou uma idéia de pouco valor em uma grande promessa. Outra questão se refere à concorrência. Se uma empresa assume um caminho na busca por um novo produto ou processo, ela não tem garantias de que suas rivais não estão fazendo coisas similares ou melhores, e mesmo quando tem idéia do que estão fazendo, não há certezas sobre o grau de seu avanço. Não existe nenhum processo que envolva tempo e incerteza sem custo, pois a decisão de investimento em inovação é irreversível. E, na medida em que se avança no processo de inovação, este custo pode ser consideravelmente alto, maior do que a firma pode suportar sozinha. Dadas estas características do financiamento do processo de inovação, a relação entre a firma e o sistema financeiro deve estar baseada em um arranjo institucional voltado a minimizar os efeitos da incerteza [Melo (1995)].

1.1.1. Inovação tecnológica e desempenho comercial na abordagem neo-schumpeteriana

O termo ‘competitividade’ pode ser mensurado de diversas maneiras. O desempenho comercial - variáveis relacionadas à performance exportadora ou ao saldo comercial - é uma das medidas mais utilizadas. Ele permite avaliar se os produtos nacionais têm condições de concorrer com os estrangeiros tanto no mercado externo, via participação exportadora, quanto no mercado interno, pela disputa com os produtos importados. O desempenho comercial é uma medida *ex-post*, muito utilizada por sua abrangência e facilidade na obtenção dos dados. Alguns trabalhos enfatizam não o volume exportado, mas a composição da pauta exportadora, associando maior competitividade ao melhor desempenho em indústrias intensivas em tecnologia ou bens de capital. Haguenauer (1989), em uma resenha sobre conceitos de competitividade, define também o conceito *ex-ante*, no qual a competitividade seria uma característica estrutural relacionada à capacidade de um país de produzir determinados bens igualando ou superando os níveis de eficiência observáveis em outras economias. Neste caso, o crescimento das exportações seria uma provável consequência da competitividade, não sua expressão. Outros conceitos enfatizam preços - as indústrias competitivas seriam aquelas com preços abaixo dos vigentes no comércio internacional -, baixos salários e aumento da produtividade como medidas de competitividade.

Para Fajnzylber (1988) *apud* Haguenauer (1989), “a competitividade consiste na capacidade de um país de manter e expandir sua participação nos mercados internacionais e elevar simultaneamente o nível de vida de sua população”. Para o autor, não basta apenas

incrementar as exportações se isto não gerar melhoria no padrão de vida da população nacional. Ele apresenta uma distinção entre competitividade “espúria” e “autêntica”. Dentre os fatores que caracterizam a primeira destacam-se os baixos salários, a manipulação cambial e os subsídios às exportações, que podem propiciar melhoria no desempenho externo, mas apenas no curto prazo e ameaçando a coesão social no interior dos países. A competitividade “autêntica” exigiria elevação da produtividade, obtida através da incorporação de progresso técnico.

Dentro da abordagem neo-schumpeteriana, vários trabalhos procuraram demonstrar a importância da inovação tecnológica como determinante chave da competitividade econômica. Os trabalhos de cunho neo-schumpeteriano apresentados a seguir utilizam o desempenho comercial como medida de competitividade. Em um trabalho pioneiro, Posner (1961) constatou que quando as empresas desenvolviam um novo produto, criavam um monopólio exportador em seu país de origem, até a entrada de imitadores no mercado. O autor sugere que a mudança técnica gerada em um país, e não originada nos demais, é o que induz o comércio durante o período de tempo que leva para o restante do mundo imitar esta inovação.

Similarmente, Freeman (1963, 1965, 1968) *apud* Tigre (2002), ao estudar a indústria de plásticos, concluiu que o progresso técnico leva à liderança na produção desta indústria, porque as patentes e os segredos comerciais dão ao inovador proteção por um certo período. Quando o produto inovador começa a ser imitado, fatores mais tradicionais de ajustamento e especialização passariam a determinar os fluxos comerciais. O autor também verificou que a liderança exportadora alemã no setor químico estava associada a pesados investimentos em P&D e que o domínio do mercado mundial de bens de capital eletrônicos pelos Estados Unidos derivava de sua liderança tecnológica no setor. Estes estudos o levaram a concluir que o *hiato* temporal entre inovadores e imitadores está positivamente relacionado à sustentação do fluxo de inovações pelos inovadores e à fragilidade das externalidades necessárias para inovar nos países imitadores.

No âmbito empresarial, pesquisas realizadas com dirigentes de empresas exportadoras sobre o papel da tecnologia na competitividade internacional mostraram que a diferenciação do produto é considerada um fator competitivo mais importante que o preço. Importadores europeus entrevistados nos anos 90 pelo *Science Policy Research Unit*, da Universidade de Sussex, afirmaram que cerca de 60% de suas importações envolvem produtos considerados únicos, nos quais o preço não é o principal fator determinante [Tigre (2002)].

A observação de Posner (1961) permitiu o desenvolvimento de uma série de conceitos que se tornaram base para a teoria dos hiatos tecnológicos⁷. Esta assume como hipótese que a tecnologia não é um bem livre, disponível instantânea e universalmente sem custos, e portanto há vantagens em ser o primeiro a realizar uma inovação. A existência de hiatos tecnológicos entre as nações seria responsável pela exportação de novos produtos e serviços pelos países líderes, com características de preço e desempenho superiores aos concorrentes, enquanto os países menos desenvolvidos ficam restritos a um padrão de produção e exportação crescentemente obsoleto e não competitivo em termos tecnológicos. As amplas assimetrias tecnológicas entre os países relacionam-se à capacidade de utilização de processos mais eficientes e de produção de mercadorias inovadoras como, por exemplo, produtos que os demais países ainda não são capazes de fabricar, independentemente de seu custo relativo.

A teoria dos hiatos tecnológicos explica o fluxo de comércio internacional através da contabilização das *vantagens absolutas* sobre a competitividade. As vantagens absolutas seriam o principal determinante do comércio internacional, ou seja, responderiam pela maior parte da composição dos fluxos comerciais por país e por mercadoria em cada momento e explicariam a evolução dos fluxos comerciais ao longo do tempo. Em contraposição, pelos modelos baseados na especialização produtiva e em vantagens comparativas – como as abordagens de Ricardo ou de Heckscher-Ohlin - qualquer país, por definição, é relativamente competitivo em alguma indústria. Neste caso, não haveria necessidade, por exemplo, de investimentos em inovação tecnológica, pois mesmo tendo uma atitude passiva o país estaria apto a competir internacionalmente em algum setor.

As vantagens absolutas são um reflexo da ligação entre as assimetrias tecnológicas internacionais em um determinado setor e a participação nacional de mercado do mesmo setor, enquanto as alocações relativas intersetoriais – vantagens comparativas reveladas – resultam das diferenças entre os hiatos específicos de cada setor. Pela teoria, havendo um aumento proporcional nos níveis tecnológicos em todos os setores de um país, não ocorrem mudanças nas vantagens comparativas, entretanto a participação de mercado das exportações deste país cresce em todos os setores, resultando em maior crescimento econômico e salários mais elevados. Empiricamente, observa-se que as mudanças de longo prazo na participação de mercado das exportações de cada nação ocorrem de modo generalizado para todos os setores e, de acordo com este modelo, devido a alterações nacionais nas vantagens e desvantagens absolutas. Por esta teoria, a maior parte da explicação para o padrão de produção e comércio

⁷ *Technology gaps*

internacional de *tecidos*, por exemplo, pode ser deduzida observando-se o hiato tecnológico, *em tecidos*, entre dois países, e não a relação entre tecidos e vinhos dentro de cada país.

Resumidamente, ao apresentar o modelo dos hiatos tecnológicos, Dosi *et al.* (1990) definem que a performance comercial setorial, representada por algum indicador de competitividade internacional relacionado ao tamanho das exportações do setor (i) de cada país (j), (X_{ij}), seria uma função das vantagens tecnológicas absolutas, medida por um indicador de nível tecnológico (T_{ij}); das diferenças internacionais nos custos variáveis, essencialmente custos de mão-de-obra (C_{ij}); e das formas setoriais de organização industrial, como a estrutura de mercados doméstica, o grau e as formas de participação em oligopólios internacionais etc (O_{ij}). Em alguns setores – por exemplo nos quais a tecnologia já se encontra bastante difundida - uma vantagem em termos de custo pode compensar uma deficiência tecnológica. Em outros, o mercado internacional pode premiar a inovação, a qualidade e a sofisticação de produtos e processos, e nestes casos a presença de vantagens salariais não compensa a existência de atrasos tecnológicos, ocorrendo uma baixa participação no comércio internacional.

A equação acima representa os determinantes da competitividade internacional em um momento no tempo. Entretanto, de um ponto de vista dinâmico, as variáveis dependente e independente interagem entre si: os diferentes níveis de competitividade internacional afetam a evolução da organização industrial, a capacidade de inovação e imitação, a exploração de economias de escala e de curvas e aprendizado etc. Portanto, dinamicamente é possível afirmar que o período de tempo relativo aos hiatos tecnológicos depende tanto das forças que afetam as taxas relativas de inovação e difusão quanto da variação dos níveis de oportunidade, cumulatividade e apropriação das tecnologias existentes. É necessário ressaltar que a presença no mercado externo, enquanto estaticamente é determinada por hiatos tecnológicos, dinamicamente também influencia a adoção de novas tecnologias, dado que para manter-se competitivo e atuante internacionalmente, as empresas são estimuladas a adotar processos eficientes e/ou investir na inovação e no aprimoramento de seus produtos. Neste sentido, a participação no comércio exterior também estaria determinando a realização de aprimoramentos tecnológicos, no qual as variáveis interagem em um círculo virtuoso.

Diversos trabalhos empíricos procuraram explicar a competitividade setorial de acordo com o modelo dos *hiatos* tecnológicos apresentado anteriormente. Soete (1987), visando observar se o desempenho exportador setorial era determinado pela sua performance tecnológica, mensurada por patentes, realizou um exercício de regressão múltipla para 40 setores

selecionados, em uma amostra de 22 países da OCDE. Os resultados indicaram o papel crucial da variável tecnológica na explicação de variações na performance exportadora em 28 setores. Com a exceção das indústrias intensivas em recursos naturais (como alimentos e petróleo) e de indústrias nas quais as patentes não são uma *proxy* adequada como indicador de suas inovações, resultados significativos foram obtidos para todas as demais indústrias⁸. As elasticidades estimadas em relação à variável tecnológica revelaram que qualquer aumento na performance tecnológica relativa será mais compensador, em termos de seu desempenho exportador relativo, em indústrias intensivas em tecnologia.

Dosi *et al.* (1990) também testaram uma versão dinâmica do modelo de *hiatos* tecnológicos em nível agregado, pela indisponibilidade de dados setoriais. Os resultados apresentaram uma relação ‘perversa’ entre a evolução das ‘vantagens de custo’ e a participação das exportações no mercado mundial. Esta relação reitera o chamado paradoxo de Kaldor, pelo qual os países que melhoraram sua performance exportadora são em sua maioria aqueles nos quais a competitividade advinda dos custos mais se deteriorou. Os autores também confirmaram a hipótese da predominância das assimetrias tecnológicas sobre as variáveis de custo como determinantes dos fluxos comerciais, sendo que a inovação tecnológica explicou grande parte das mudanças nas exportações. Os autores reforçam que as patentes não são um indicador totalmente adequado para representar o processo de inovação tecnológica, pois muitos casos não envolvem inovações patenteáveis.

Soete (1987) também verificou se, para cada país, seria possível observar a relação entre desempenho comercial e tecnológico. Para isto, foram utilizadas duas variáveis de competitividade: a) o índice de vantagens comparativas reveladas, que mede para um determinado país, a relação entre a participação das exportações do setor (i) no comércio mundial e a participação das exportações totais no comércio mundial. Se esta relação for maior que um, isto indica que as exportações deste país são especializadas no setor, já que sua presença no comércio mundial é maior que a participação total do país; b) as exportações líquidas relativas que, para um determinado país, mede a relação entre o saldo comercial de um determinado setor e a soma de suas exportações e importações. A variável tecnológica foi representada pelo índice de vantagens tecnológicas reveladas, cujo conceito é similar ao das

⁸ Ao utilizar um modelo mais complexo, que inclui os custos variáveis entre as variáveis independentes, Dosi *et al.* (1990) concluíram que as patentes podem não ser um bom indicador para alguns setores caracterizados por estruturas oligopolísticas internacionais, que refletem inovações não patenteáveis como a adoção das inovações produzidas em outros setores e incorporadas em equipamentos de capital, o *design* de produtos etc.

vantagens comparativas reveladas, com o indicador de competitividade sendo substituído pelo indicador tecnológico, no caso, as patentes.

A relação entre os indicadores comercial e tecnológico busca mensurar se os setores nos quais o país é tecnologicamente especializado são os mesmos nos quais o país é comercialmente especializado. Se todos os setores elevarem proporcionalmente seus níveis tecnológicos e suas participações no comércio mundial, nenhum dos índices apresentará qualquer alteração, apesar de o país ter se tornado mais competitivo e melhorado sua performance tecnológica. Considera-se que há um ‘casamento’ entre a especialização tecnológica e vantagem comparativa quanto ambos os indicadores são maiores que um. Inversamente, quando os dois índices são menores que um, o país não possui vantagem tecnológica nem exportadora neste setor. Utilizando o índice RCA como variável dependente, o coeficiente de *Spearman*⁹ identificado por Soete (1987) foi positivo e significativo para nove, entre os 22 países; no caso das exportações líquidas, este resultado sobe para 12 países.

Um trabalho metodologicamente similar ao anterior foi realizado por Breschi & Helg (1996), com enfoque na relação entre performance tecnológica e competitividade internacional da Suíça. Os autores concluíram que os padrões setoriais de especialização tecnológica e exportadora mantiveram-se estáveis ao longo do tempo: os setores nos quais o país era tecnologicamente especializado no início dos anos 80 em geral eram os mesmos do início dos anos 90; o mesmo valendo para o padrão exportador. Esta estabilidade é mencionada em outros estudos, não sendo uma característica apenas do comportamento suíço. No caso suíço, aproximadamente 70% dos setores apresentavam uma relação positiva entre especialização tecnológica e vantagem comparativa. Em relação ao descasamento entre tecnologia e desempenho exportador, os autores argumentam que, como a Suíça concentra grande parte de estabelecimentos de P&D de empresas multinacionais, apesar de isto resultar em boa performance tecnológica, a produção de bens que incorporam tais inovações são realizadas nos países da matriz destas empresas. Ressaltam também que as inovações tecnológicas

⁹O coeficiente de correlação de Spearman (*Spearman's coefficient of rank correlation*) é uma medida relativa que varia de -1, relação perfeitamente negativa entre as duas variáveis, a + 1, relação positiva perfeita entre ambas. Quanto mais próximo o coeficiente estiver destes extremos, mais forte é a relação entre as variáveis; quanto mais perto de zero, mais fraca ela será.

Para obtê-lo é necessário inicialmente ordenar os valores de cada uma das N variáveis em ordem crescente, sendo que o valor mais baixo receberá o número 1 no *rank* e o valor mais alto, o número N. Em seguida calcula-se a diferença (d) entre os valores do *rank* das duas variáveis ($d = r_1 - r_2$), e posteriormente a soma do quadrado desta diferença ($\sum d^2$). Por fim, o coeficiente de Spearman (r_s) será calculado pela fórmula: $R_s = 1 - [6 * \sum d^2 / N(N - 1)]$.

Para testar a hipótese nula (h_0) de independência entre as variáveis contra a hipótese alternativa (h_a) de existência de relação entre as variáveis, a fórmula aproximada utilizada é $z \cong r_s * [\text{raiz}(n-1)]$.

geradas no setor (x) podem provocar impactos fortes na competitividade do setor (i), sem que isto seja captado pela metodologia utilizada (por exemplo, variações tecnológicas nos segmentos de biotecnologia podem alterar a competitividade do setor farmacêutico).

Em relação aos trabalhos apresentados, faz-se necessário ressaltar a limitação das estatísticas de patentes, já mencionada pelos autores em alguns testes empíricos. Apesar de serem uma medida homogênea disponível para diversos anos, representam mais adequadamente as invenções do que propriamente as inovações tecnológicas. Como destacou Teece (1986), todas as invenções podem ser patenteadas, mas nem todas têm potencial para se transformar em produtos comercializados no mercado. Além disto, nem todas as inovações são patenteáveis e as empresas têm diferentes propensões a patentear suas inovações. Ou seja, nem todas as patentes se tornam produtos ou processos inovadores. Como veremos mais à frente, as tecnologias têm importâncias diferentes para cada conjunto de setores. Enquanto para algumas indústrias as patentes podem representar o principal resultado da inovação tecnológica, para outras podem ter pouco significado, sendo importante o aprimoramento de processos através da utilização de equipamentos modernos. Portanto, apesar dos resultados significativos encontrados nos trabalhos acima, certamente em vários setores não foi observada uma relação entre tecnologia e comércio exterior não por esta relação ser inexistente, mas porque a variável tecnológica utilizada não era suficientemente representativa.

1.2 A importância da difusão tecnológica no desenvolvimento econômico

Como destacado anteriormente, as inovações de produtos e de processos, radicais ou incrementais, representam um mecanismo de criação de assimetria que eleva os hiatos tecnológicos e de performance entre as firmas e entre países. Os processos de difusão, por outro lado, atuam no sentido de minimizar as assimetrias tecnológicas de empresas, setores e nações. Entre os fatores que tendem a induzir a difusão internacional de tecnologia, estão: a) o conhecimento científico e tecnológico codificado, como as publicações; b) a transferência de tecnologia (licenças, aquisição de *know-how*); c) a imitação de tecnologia, por exemplo através de engenharia reversa, por empresas e países menos desenvolvidos; d) o investimento direto estrangeiro em países ‘atrasados’ (*late-comings*) por firmas que possuam capacidades tecnológicas diferenciadas; e) o comércio internacional de bens de capital e componentes intermediários.

A relação de inovação e difusão entre os países e a imprecisão relativa ao termo difusão tecnológica é abordada por Bell & Pavitt (1993). Os autores argumentam que a evolução tecnológica tem sido convencionalmente caracterizada, de maneira equivocada, por duas atividades principais: o desenvolvimento e a comercialização inicial de novas tecnologias (inovação) e a aplicação progressiva destas inovações (difusão). A primeira estaria concentrada essencialmente nos países desenvolvidos, passando a fazer parte dos países em desenvolvimento apenas quando estes se aproximam da fronteira tecnológica internacional, como ocorreu com a Coreia do Sul e Taiwan. Antes deste estágio, em geral os países em desenvolvimento apenas adotariam as tecnologias geradas e difundidas por outras nações através da aquisição de tecnologias existentes, em um movimento no qual a criação é considerada irrelevante.

Ao assumir esta distinção entre os termos, é possível chegar à conclusão que os países em desenvolvimento podem se beneficiar da difusão de tecnologias geradas nos países avançados sem precisar arcar efetivamente com os custos da inovação. Estes países poderiam se desenvolver apenas incrementando a taxa de investimento em capital físico no qual as tecnologias inovadoras estariam embutidas, em associação ao aprendizado de ferramentas básicas para operá-lo eficientemente. Bell & Pavitt (1993) discordam desta argumentação, mencionando os equívocos desta expectativa otimista sobre a difusão de tecnologia industrial para os países menos desenvolvidos, baseada na aquisição de máquinas e equipamentos modernos.

Os autores rejeitam a distinção comumente realizada entre os termos inovação e difusão, e a conseqüente idéia que os países que adotam a tecnologia desenvolvida no exterior, considerados não inovadores, não têm nenhum papel no desenvolvimento das tecnologias que escolhem e utilizam. Na realidade, a difusão tecnológica envolve mais que a simples aquisição de máquinas ou assimilação de *know-how* operacional: envolve mudanças técnicas contínuas, geralmente incrementais, através das quais as inovações originais são moldadas para se adaptarem a condições particulares de uso em situações específicas, sendo aperfeiçoadas para alcançarem um padrão de performance superior ao originalmente estabelecido. Em resumo, inovações incrementais continuam ocorrendo durante o processo de difusão, e os agentes que utilizam a tecnologia difundida têm um papel importante para que as inovações adquiridas sejam efetivamente incorporadas. Em ambientes tecnologicamente dinâmicos, este processo contínuo de mudança técnica envolve a adaptação e melhoria das tecnologias incorporadas nas novas instalações produtivas. E mesmo após o investimento inicial em novas capacidades

produtivas que incorporam a tecnologia inovadora, a mudança técnica pode continuar a ocorrer através de desenvolvimentos incrementais e modificações que aprimoram a tecnologia em uso. Hall (1994) também enfatiza que no processo de imitação, “as firmas acabam fazendo coisas diferentes, intencionalmente ou não, do modo feito pela ‘primeira’ firma, e tornam-se portanto também inovadoras”.

Melo (1995) ressalta que nem sempre o primeiro a inovar auferir todos os ganhos da inovação, “especialmente no desenvolvimento de produtos radicalmente novos, onde a melhor configuração ainda não foi plenamente alcançada e onde o aprendizado a partir dos erros dos líderes pode ser relativamente barato e rápido. Empresas retardatárias têm tido, algumas vezes, combinações bem sucedidas de políticas capacitando-as para rapidamente igualar-se com as mais desenvolvidas”. Entre os exemplos mencionados estão a indústria japonesa de semicondutores, que igualou e ultrapassou a americana; o Concorde, um sucesso técnico associado a um fracasso comercial; a ultrapassagem da Apple pela IBM no microcomputador pessoal; entre outros. Teece (1986) também menciona que, em muitos casos, as empresas imitadoras acabam lucrando mais com uma inovação que a própria firma que lançou e comercializou inicialmente um produto. Entre os exemplos apresentados pelo autor estão a introdução dos refrigerantes de cola, normal e dietético, pela empresa RC Cola, que acabaram sendo popularizados pela Coca Cola e pela Pepsi; o lançamento de calculadoras pela Bowmar, que foi eliminada do mercado por empresas como a HP; o sucesso dos computadores pessoais da IBM, cujos componentes não eram considerados avançados desde seu lançamento, em 1981, etc. O autor enfatiza que, em regimes com elevada capacidade de apropriação tecnológica, patentes ou segredos comerciais efetivamente inibem a ação dos imitadores, e a competição é anulada ao menos por algum período. Entretanto, ele ressalva que estes regimes são a exceção, e não a regra, e que especialmente as patentes raramente permitem uma perfeita apropriação, sendo especialmente ineficientes à proteção de inovações de processo, nas quais os segredos comerciais aparecem como uma alternativa mais viável.

Os exemplos do parágrafo acima são apenas uma pequena amostra das possibilidades em torno da difusão tecnológica. Entretanto, a assimilação de inovações já desenvolvidas não ocorre aleatoriamente, dependendo da capacidade de absorção das empresas entrantes (*second movers*). Dosi *et al.* (1994) enfatizam que a difusão de inovações não é algo instantâneo; entre os fatores que podem retardá-la estão a heterogeneidade entre os agentes envolvidos, a falta de infraestrutura adequada para que a assimilação ocorra e, principalmente, o tempo que leva para cada empresa aprender como dominar novas tecnologias e desenvolver novas

habilidades. Estes autores também argumentam que a distinção comum entre inovação e difusão é somente uma simplificação semântica, pois a difusão deve envolver aprendizado metódico e modificação de produtos e processos por quem a adquire.

O desenvolvimento da capacitação tecnológica necessária para absorção e percepção de oportunidades tecnológicas envolve dispêndios em P&D, engenharia de produção, despesas em treinamento e educação, entre outras. Sem a realização destes investimentos, não há como incorporar as tecnologias adquiridas ou perceber as oportunidades tecnológicas em determinado ambiente. Bell & Pavitt (1993) enfatizam que nos países desenvolvidos, as despesas em P&D das companhias líderes, voltadas tanto à criação de novos conhecimentos como à assimilação de conhecimentos externos, são atualmente mais elevadas que seus investimentos em capital físico.

Nos países desenvolvidos, as firmas que adotam e utilizam as inovações difundidas tipicamente possuem, em graus variados, as habilidades e os conhecimentos necessários para absorvê-la. Vale destacar que a tecnologia adquirida de outros países ainda é considerada um fator essencial para o desenvolvimento industrial de países avançados: uma elevada proporção do comércio internacional de tecnologia, incluindo o conhecimento incorporado em bens de capital e serviços de engenharia, ocorre entre estes próprios países. Nestes países, a relação observada entre a importação tecnológica e a criação local de tecnologia não é de substituição, mas de complementaridade.

Em países em desenvolvimento, em geral, a capacidade de absorção tecnológica ainda deverá ser acumulada antes que os benefícios dinâmicos da difusão possam ser amplamente aproveitados. Isto envolve mais que a competência para operacionalizar novos processos ou produzir bens de acordo com determinadas especificações. As empresas precisam acumular formas amplas de conhecimento, habilidade e experiência exigidas para gerar caminhos contínuos de mudança incremental, que melhorem os padrões de performance da tecnologia em uso e modifiquem sua atuação em resposta a mudanças nos mercados de insumos e produtos. As empresas também necessitam fortalecer sua capacidade para adquirir tecnologia de outras firmas que permitam a implementação de mudanças técnicas substanciais, como por exemplo a realização de melhorias significativas em processos produtivos, a modificação de tipos existentes de produto, o desenvolvimento de bens substitutos para os já fabricados etc.

Enquanto países em desenvolvimento dependem fortemente da difusão de inovações internacionais, há um considerável escopo na variação dos ganhos que podem derivar desta absorção tecnológica. Em particular, a acumulação de capacidade para gerenciar e administrar

a mudança técnica, em associação com a aquisição e uso da tecnologia importada, influencia diversas variáveis econômicas, em especial a eficiência do investimento em novas capacidades produtivas, a taxa de crescimento da produtividade total dos fatores etc.

Existe uma variação considerável na intensidade com que as empresas de países em desenvolvimento adaptaram e aprimoraram as tecnologias utilizadas. Na América Latina e na Índia, apesar de algumas empresas terem se demonstrado inovadoras, de modo geral a intensidade da mudança técnica foi historicamente baixa, com foco na adaptação tecnológica às distorcidas condições do mercado local¹⁰, e não em seu aprimoramento. Por outro lado, em diversas indústrias, as firmas coreanas passaram a implementar mudanças em produtos e processos logo após o início do funcionamento de suas plantas. Na Coreia e em Taiwan as empresas desenvolveram forte capacitação para gerar mudanças incrementais contínuas em tecnologias inicialmente adquiridas de países industrializados, para sintetizar diversos elementos das tecnologias importadas em novas plantas e produtos, para replicar de maneira independente tecnologias já desenvolvidas em outros lugares e, posteriormente, para desenvolver inovações mais originais. Estas realizações inicialmente dependeram da acumulação de uma forte capacitação em engenharias e, mais recentemente, de um elevado crescimento de atividades de P&D financiadas pelo setor privado¹¹.

Os NICs do Leste Asiático foram importadores maciços de tecnologia industrial através de investimento direto estrangeiro; acordos com clientes estrangeiros; licenças e demais contratos com fornecedores de *know-how*, equipamentos e serviços, sendo que, assim como nos países desenvolvidos, estes influxos de tecnologia foram complementados por substancial esforço tecnológico local. As empresas não optavam entre a importação de tecnologia e o desenvolvimento local como fontes de mudança técnica, mas combinavam as duas atividades. Nos demais países em desenvolvimento, a transferência de tecnologia esteve muito menos ligada ao processo de acumulação tecnológica doméstica; esta transferência teve um papel importante na expansão da capacidade de produção, mas um papel pequeno na construção de

¹⁰ Elevado protecionismo e falta de competição característicos do período de substituição de importações vigente por aproximadamente meio século no Brasil.

¹¹ A importância do fluxo de tecnologia através das pessoas (*people embodied*) também merece ser ressaltada: na Coreia, uma migração substancial de trabalhadores qualificados entre firmas, envolvendo tanto o retorno de trabalhadores com experiência adquirida no exterior quanto uma movimentação de mão-de-obra entre as empresas coreanas, também foi importante para a acumulação tecnológica. Vale ressaltar a importância da pós-graduação realizada nos países desenvolvidos nas áreas de engenharia e administração, especialmente quando combinada com experiência de trabalho no exterior, que proveram treinamento na solução de problemas tecnológicos, além de acesso a redes informais internacionais que são essenciais nas tecnologias baseadas em ciência. Em outros países em desenvolvimento (América Latina, Índia e China) a acumulação deste tipo de capacitação tecnológica foi muito mais limitada, ou focada em setores particulares.

capacitação tecnológica. Acordos comerciais de transferência de tecnologia foram utilizados em algumas firmas e indústrias em países da América Latina¹² para aumentar sua capacidade tecnológica e produtiva, entretanto, estes casos não ocorreram com frequência. Dosi *et al.* (1994) argumentam que os países da América Latina se distanciaram do Leste Asiático não somente em relação às atividades mencionadas, como a realização interna de P&D, mas também no que se refere aos investimentos em bens de capital.

A difusão tecnológica é essencial para que os países em desenvolvimento dêem um salto qualitativo, mas para isto estes países precisam aprimorar suas condições de absorver a tecnologia estrangeira. Países que reduziram seu atraso tecnológico e obtiveram progressos na superação do subdesenvolvimento, como a Coréia do Sul, não optaram por ignorar a tecnologia estrangeira e tentar desenvolver internamente todas as inovações necessárias para melhorar suas condições de competitividade. Pelo contrário, estas nações buscaram aprimorar suas condições de absorção da tecnologia estrangeira, de realizar inovações incrementais e conseqüentemente, passar a se aproximar da fronteira tecnológica internacional, criando cada vez mais produtos patenteáveis e processos inovadores. Não seria viável, além de custoso e desnecessário, para os países em desenvolvimento buscarem construir autonomamente sua base tecnológica, sem procurar absorver e adaptar ao máximo as inovações realizadas externamente.

I.3 O papel de P&D e de outras atividades tecnológicas

Considerando a importância dos processos de difusão tecnológica para os países em desenvolvimento, vale ressaltar o papel de destaque que cabe às atividades de P&D. Cohen & Levinthal (1989) demonstraram que estas atividades não apenas geram novas informações, mas elevam a capacidade das firmas de assimilarem e explorarem os conhecimentos já existentes, ou seja, aprimoram sua capacidade de absorção e aprendizado. Além da habilidade para imitar novos processos e produtos, a capacidade de absorção inclui a possibilidade de explorar conhecimentos externos, como os resultados de pesquisas básicas que servem de base para pesquisas aplicadas e desenvolvimento. Pavitt (2002) enfatiza que atividades de P&D cresceram rapidamente nos países que realizaram com mais sucesso imitações tecnológicas, como Japão, Coréia e Taiwan.

¹² Por exemplo, as indústrias petroquímica e de aço brasileiras.

O papel de P&D no aprendizado recebeu pouca atenção no passado porque o conhecimento tecnológico disponível era considerado por diversos economistas um bem público, com baixos custos para serem absorvidos em comparação aos custos de criação de um novo conhecimento. Cohen & Levinthal (1989) sugerem que se estes custos são relativamente baixos, isto se deve aos investimentos em P&D já realizados pelas firmas, pois a capacidade das empresas de absorverem conhecimentos já existentes depende de seus esforços em P&D. Outro argumento recorrente é que os *spillovers* dos resultados das pesquisas e, portanto, a dificuldade de apropriação de seus resultados, diminuem os incentivos das firmas a investirem em pesquisa e desenvolvimento. Por outro lado, os autores enfatizam que a contribuição de P&D à capacidade de absorção de conhecimento implica que há um incentivo associado a estes *spillovers*, porque somente o desenvolvimento próprio de P&D permite às firmas explorarem o conhecimento gerado por seus competidores.

Os autores argumentam que algumas firmas investem em pesquisa básica mesmo quando grande parte dos resultados acaba em domínio público principalmente pelo aprimoramento da capacidade de identificar e explorar conhecimentos científicos e tecnológicos gerados por universidades e laboratórios, ganhando uma vantagem na exploração de novas tecnologias desenvolvidas. A pesquisa básica também permite às firmas atuarem como rápidas *second movers* em relação aos transbordamentos da inovação de um concorrente.

Bell & Pavitt (1993) observam que desde os anos setenta diversos institutos de P&D nos NICs asiáticos se dedicaram ao aprendizado tecnológico, realizando atividades diferentes das priorizadas em outros países. Institutos voltados ao desenvolvimento da indústria eletrônica em Taiwan, por exemplo, atuaram menos como geradores de novas tecnologias para a indústria e mais no sentido de adquirir tecnologias estrangeiras existentes, assimilá-las, treinar pessoas para absorvê-las e posteriormente difundir tanto a tecnologia quanto a mão-de-obra pelas empresas. Procedimento similar também pode ser observado em Cingapura e na Coreia.

Considerando a importância da difusão tecnológica para os países em desenvolvimento e o papel das atividades de P&D neste processo, os dispêndios em pesquisa e desenvolvimento parecem ser um indicador tecnológico mais adequado para análise da performance tecnológica destes países do que as patentes. Estas, além de não serem adequadas para explicar o processo de inovação em todos os setores, representam a criação de produtos inéditos para o mercado sendo, portanto, um indicador mais apropriado para países desenvolvidos, que estão na liderança tecnológica mundial. No caso brasileiro e de outros países em desenvolvimento, o aprimoramento tecnológico depende primeiramente do desenvolvimento da capacidade de

absorção tecnológica. Neste sentido, as atividades de P&D são mais significativas que patentes como indicador tecnológico.

Apesar da importância das atividades de P&D na geração e difusão tecnológica, este não é o único indicador de inovação relevante. Entre as limitações das estatísticas de P&D, argumenta-se que elas subestimam os esforços inovadores das empresas de pequeno porte, nas quais as inovações são realizadas fortemente com base no aprendizado obtido durante a produção, direcionando conseqüentemente poucos gastos a esta atividade. Além disto, muitas inovações ocorrem sem que haja uma relação direta com as atividades de P&D [INE (2002)].

Os indicadores tecnológicos tradicionais - gastos em P&D, patentes e publicações científicas – eram adequados ao modelo linear de inovação, pelo qual o desenvolvimento tecnológico ocorria em etapas sucessivas: pesquisa, invenção, inovação e difusão. Esta visão inspirou o lançamento do Manual Frascati, em 1963, pela OCDE, buscando mensurar a inovação a partir das atividades de P&D. Entretanto, o desenvolvimento teórico e observações empíricas permitiram verificar que o processo de inovação não ocorre de maneira linear, e análises mais complexas deste processo passaram a ser desenvolvidas.

Diversas abordagens - como o modelo de ligações em cadeia de Kline e Rosemberg (1986) - buscam entender o modo como as inovações são geradas dentro das empresas, e qual a influência das demais organizações e instituições que interagem com estas empresas. Neste modelo, a inovação é considerada um conjunto de atividades relacionadas umas com as outras e cujos resultados são freqüentemente incertos, sendo que em muitos casos é necessário voltar a fases anteriores de seu processo inovador para a resolução de problemas. Neste caso, as atividades de P&D não são uma fonte de invenções, mas uma ferramenta utilizada para solucionar problemas que apareçam em qualquer fase do processo. A pesquisa é uma atividade complexa, potencialmente voltada a uma variedade de funções, sendo, por este modelo, um auxílio à inovação, e não uma pré-condição à sua existência. Quando surge um problema durante o processo de inovação, a firma busca uma solução em sua base de conhecimento já existente, formada por pesquisas realizadas anteriormente e pela experiência técnica e prática. Se esta base não permite a resolução da questão, uma nova pesquisa é realizada, eliminando o problema caso seja bem-sucedida [Hall (1994); Manual Oslo (1997)].

O modelo de Kline & Rosemberg (1986), discutido em Hall (1994), considera a inovação uma atividade complexa e diversificada, da qual fazem parte muitos componentes que atuam de maneira interativa. Portanto, uma análise sobre a inovação com base nesta visão exige que outros indicadores sejam considerados, além dos tradicionais dispêndios em P&D. Inspirado

nesta visão mais abrangente do conceito de inovação tecnológica, foi criado o Manual Oslo, um guia para coleta e interpretação de estatísticas de inovação complementar ao tradicional Manual Frascati. Seu foco concentra-se nas inovações realizadas pelas empresas, que podem ser de produto, de processo ou ambas. Estas inovações podem ser inéditas para o mercado, ou apenas para a empresa que a realizou, caracterizando neste caso um movimento de difusão tecnológica. O Manual sugere que sejam investigadas as razões para a empresa inovar – por exemplo, elevar sua participação de mercado, reduzir custos de produção, minimizar danos ambientais etc -; as fontes de informação da empresa inovadora, como clientes, fornecedores e universidades; os fatores inibidores da inovação tecnológica, como falta de fontes de financiamento e baixo retorno da inovação. Diversos outros indicadores são também sugeridos, como por exemplo a participação dos produtos inovadores no total das vendas e as pessoas ocupadas em atividades de pesquisa e desenvolvimento na própria empresa.

Entre as atividades inovadoras voltadas à geração de inovações, ou incorporação de inovações já realizadas, o Manual sugere, além da análise dos dispêndios atividades internas de P&D, a observação dos gastos em aquisição externa de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos - patentes, marcas, *know-how* -, treinamento, aquisição de máquinas e equipamentos etc.

Apesar de procurar abranger a complexidade do processo de inovação, o Manual Oslo também enfrenta diversas críticas. Entre elas, pode-se mencionar a possível perda de aspectos qualitativos importantes relacionados à busca pela harmonização metodológica da coleta e análise entre os diferentes tipos de empresas, setores industriais e nações. As dificuldades na definição dos conceitos adotados, como o conceito de inovação, afetam as possibilidades de mensurá-lo. Não há um consenso na adoção do termo, que é percebido de modo desigual por diferentes firmas de setores diversos. O conceito também difere de acordo com o tamanho das empresas entrevistadas, pois uma inovação para uma firma pequena pode não ser qualificada como tal para uma empresa de maior porte. Existe também a dificuldade de diferenciar produtos novos daqueles significativamente melhorados, por exemplo. Por outro lado, as fontes de informação para a inovação, segundo diversas críticas, não consegue captar todos os fluxos de conhecimento entre as firmas [COSTA (2003)].

O Manual Oslo serviu como referência conceitual e metodológica para a Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica (PINTEC), realizada pelo IBGE. Vale ressaltar que, assim como sugere o Manual, as empresas foram classificadas segundo sua atividade principal de atuação, de

acordo com o critério CNAE para o caso brasileiro¹³. Os dados foram divulgados por indústrias, o que permite a realização da análise setorial proposta neste trabalho.

I.4 Aspectos setoriais da inovação tecnológica¹⁴

O conceito de setor situa-se entre as análises da empresa e dos grandes agregados macroeconômicos, sendo um conceito mesoeconômico. Sua função é reunir empresas ou atividades econômicas que apresentam elementos comuns. O nível de agregação utilizado depende do problema a ser tratado. Por exemplo, a divisão da economia em setores primário, secundário e terciário agrega, no secundário, indústrias distintas que em outras análises são tratadas separadamente.

O conceito de setor tem suas raízes na divisão do trabalho e da especialização. Adam Smith, em ‘A Riqueza das Nações’, já faz uma distinção entre agricultura e indústria, referindo-se à diferente capacidade produtiva do trabalho nestas atividades. Este conceito foi relegado a um plano secundário quando a análise econômica se deslocou dos temas de desenvolvimento para a preocupação com o equilíbrio e a alocação de recursos. Admitindo-se a existência de firmas representativas idênticas, maximizadoras e que operam em um ambiente perfeitamente concorrencial, a noção de setor só tem sentido como uma imperfeição.

A dimensão setorial reaparece com forte peso na obra de Schumpeter. Para os schumpeterianos, esta dimensão da atividade produtiva é um elemento importante a ser considerado, isto é, “distintos setores industriais são condicionados de forma diferente pelo mesmo ambiente econômico e, como consequência, geram respostas diferenciadas” [Vermulm (1993)]. Entretanto, a obra de Schumpeter seria obscurecida, após a Grande Depressão, pelo programa keynesiano que, assim como o neoclássico, ignorou esta abordagem. A retomada da hegemonia pelo programa neoclássico de pesquisa, mais recentemente, confirmou o desinteresse desta corrente por análises setoriais.

O enfoque setorial, no entanto, tem sido retomado pelos neo-schumpeterianos. Nesta perspectiva, as empresas são consideradas distintas entre si, deixando de existir, portanto, o agente representativo. Neste caso, a instância agregadora deixa de ser a empresa e passa a ser o setor. E, como veremos a seguir, estes apresentam oportunidades tecnológicas distintas,

¹³ O Manual Oslo sugere a classificação segundo o critério ISIC Rev.3, no qual a CNAE foi inspirada.

¹⁴ Ver especialmente Pavitt (1984), Dosi *et al.* (1990) e Bell & Pavitt (1993).

assim como diferem em suas condições de cumulatividade e apropriação das inovações realizadas¹⁵.

A inovação tecnológica atua de maneira diferenciada nas diversas indústrias¹⁶ existentes. Algumas possibilitam uma relação forte entre o setor privado e as universidades e institutos de pesquisa, enquanto em outras esta cooperação não é tão importante; algumas priorizam o desenvolvimento de novos produtos e a proteção via patentes, enquanto em outras o mais importante é a aquisição de máquinas e equipamentos modernos. Portanto, apesar da inovação desempenhar um papel fundamental na competitividade em todos os setores, ela obedece às particularidades dos diversos segmentos industriais, sendo que cada atividade inovadora pode atuar mais ou menos intensamente de acordo com a indústria em questão.

Dosi *et al.* (1990) apresentaram uma classificação setorial considerando, como visto anteriormente, que as diferentes trajetórias tecnológicas das indústrias podem ser explicadas pelas condições de oportunidade, cumulatividade e apropriação das tecnologias¹⁷. Esta tipologia, desenvolvida com base nas observações relatadas sobre os países industrializados, classifica os setores em dominados por fornecedores, baseados em ciência e intensivos em produção, este dividido em intensivos em escala e fornecedores especializados.

As indústrias dominadas por fornecedores (*supplier-dominated*) englobam setores tradicionais na manufatura, na agricultura, habitação, produção familiar informal e diversos serviços profissionais, financeiros e comerciais¹⁸. São em geral indústrias compostas por firmas pequenas, com fraca capacitação em engenharia e restrita realização interna de P&D. A apropriação tecnológica baseia-se em habilidades profissionais, acesso privilegiado a recursos naturais, marcas, *design* estético, publicidade e propaganda etc.

A redução de custos é um objetivo fundamental da trajetória tecnológica, e os usuários são sensíveis a preços. As oportunidades tecnológicas são concentradas principalmente no aprimoramento de insumos e métodos de produção e no *design* de produtos. A maior parte das atividades inovadoras efetivadas no setor é direcionada a inovações de processos, entretanto estas indústrias respondem pela realização de apenas uma pequena parte destas inovações: a maioria é proveniente de fornecedores de máquinas, equipamentos e componentes de

¹⁵ Os parágrafos iniciais deste tópico foram baseados em Erber (2002).

¹⁶ Este trabalho concentra-se somente nos setores da indústria de transformação. Portanto, salvo exceções explicitadas, quando nos referimos a setores estamos mencionando os que compõem a indústria de transformação. Neste trabalho, os termos 'setorial' e 'industrial' aparecem, de modo geral, como sinônimos.

¹⁷ Divulgada anteriormente em Pavitt (1984) e também em Bell & Pavitt (1993).

¹⁸ Na pesquisa realizada por Pavitt (1984), incluiu os setores têxteis, madeira, papel e celulose, impressão e publicação, e construção. Para Dosi *et al.* (1990) apenas os setores de produtos têxteis, impressão e publicação, agrícola e construção podem ser classificados neste grupo.

produção. Portanto, a utilização de tecnologias geradas fora do setor aparece como uma das principais estratégias do grupo. Além disto, grande parte da tecnologia incorporada em bens de capital e outros insumos é transferida internacionalmente.

Os setores intensivos em escala incluem os fabricantes de materiais padronizados (aço, ferro) e de bens de consumo duráveis e veículos¹⁹. Eles são parte de um sistema produtivo altamente complexo, nos quais os riscos de falha associados a mudanças radicais são potencialmente muito custosos. Por isso, as novas tecnologias desenvolvem-se incrementalmente, com base em experiências operacionais anteriores e no aprimoramento de componentes, máquinas e sub-sistemas.

Grupos especializados em engenharia de produção e processo são estabelecidos para identificar desequilíbrios técnicos que, quando corrigidos, elevam a produtividade; isto faz com que os departamentos de engenharia sejam tão importantes. Além da engenharia, as principais fontes de tecnologia são os projetos, a experiência operacional e a oferta de equipamentos e componentes, com destaque para os fornecedores especializados, com quem possuem uma relação forte e complementar. A cumulatividade tecnológica decorre da capacidade de desenhar, construir e operacionalizar sistemas de produção e/ou produtos complexos em larga escala. A transferência tecnológica internacional se baseia na compra de equipamentos, no licenciamento de *know-how* de produtos e projetos e na realização de engenharia reversa que permite a absorção da tecnologia adquirida.

As trajetórias tecnológicas visam a redução de custos e também o aprimoramento dos desenhos, modelos e projetos de produtos. As empresas em geral são grandes, as inovações de processo predominam sobre as de produto, e a tecnologia é desenvolvida prioritariamente nas próprias empresas. Pavitt (1984) enfatiza que estas indústrias, com tecnologias de processo complexas e caras, devotam consideráveis recursos técnicos para assegurar que os equipamentos sejam utilizados de maneira eficiente e continuamente aprimorada. Isto os difere dos setores dominados por fornecedores, nos quais a adaptação dos equipamentos adquiridos não exige forte presença de engenharia e de recursos para ser implementada.

Em relação aos meios de apropriação das inovações, em geral as invenções particulares não são muito significativas. A liderança tecnológica está refletida na capacidade de desenhar, construir e operacionalizar processos contínuos em grande escala; ou desenhar e integrar sistemas de montagem de grande escala para produzir um bem final complexo. Esta liderança

¹⁹ Englobam as indústrias de alimentos, manufaturas de metal, construção naval, veículos a motor, vidro e cimento [Pavitt (1984)]; para Dosi *et al.* (1990) inclui também a indústria de papel e celulose.

é mantida através de *know-how* e segredo sobre o processo de inovação, de hiatos técnicos na imitação, de proteção via patentes e do aprendizado dinâmico vivenciado pelos setores.

Os fornecedores especializados (*specialized supplier firms*) englobam firmas pequenas que fornecem insumos de alta performance na forma de máquinas, componentes, instrumentos ou software. A cumulatividade tecnológica ocorre através do desenho, construção e uso operacional destes insumos de produção. Estas empresas se beneficiam da experiência operacional de seus usuários, na forma de informações, técnicas e identificação de possíveis melhorias a serem realizadas, além do fornecimento de instalações de teste e de recursos. Em contrapartida, estes fornecedores proporcionam a seus clientes o conhecimento especializado e a experiência resultantes da elaboração e construção de equipamentos para diversos usuários. As trocas entre estes fornecedores e seus clientes vão além da simples compra e venda de produtos com tecnologia incorporada. Elas incluem fluxos de informação e habilidades, assim como diversificação tecnológica nas principais áreas de produção. Exemplos incluem a contribuição das firmas intensivas em escala à tecnologia de seus fornecedores de equipamentos e das empresas química e eletrônica na inovação de instrumentos científicos e engenharia mecânica.

Em geral, as inovações produzidas ficam a cargo da própria empresa, mas também podem ser realizadas por clientes e por outras firmas. A transferência tecnológica é viabilizada pelo aprendizado com clientes mais sofisticados e através de engenharia reversa. Dada a escala e a interdependência dos sistemas produtivos dos quais os fornecedores participam, o custo de uma performance operacional fraca pode ser elevado, pois os clientes tendem a valorizar mais a confiabilidade e o desempenho do que o fator preço. As trajetórias tecnológicas são mais fortemente orientadas para a inovação de produto, com foco na elevação de performance, e menos para a inovação de processo visando redução de custos.

Para os fornecedores especializados, segredos, *know-how* de processos, e hiatos temporais de tecnologia não estão disponíveis significativamente, havendo dificuldade em se apropriar dos benefícios de suas inovações. Apesar das elevadas oportunidades tecnológicas presentes neste grupo, o predomínio de pequenas empresas é explicado pelos baixos níveis de apropriação e cumulatividade, pela geração de tecnologias de aplicações facilmente difundidas e pelos reduzidos custos de entrada. Deste modo, o sucesso competitivo depende consideravelmente de ferramentas específicas da firma, refletidas em melhoramentos contínuos no produto, na capacidade de responder com sensibilidade e rapidamente às necessidades dos clientes e também das patentes obtidas.

Os setores baseados em ciência (*science-based*) englobam as indústrias química e eletroeletrônica. A cumulatividade tecnológica emerge principalmente de laboratórios de P&D das empresas, e é altamente dependente de conhecimento, habilidades e técnicas geradas através de pesquisas acadêmicas em universidades e demais instituto de pesquisa. O desenvolvimento de ondas sucessivas de produtos está ligado à realização prévia da ciência básica, como por exemplo a química sintética e a bioquímica no caso da indústria química, e o eletromagnetismo, as ondas de rádio e a física de estado sólido para as indústrias elétrica e eletrônica, que permitiram a abertura de novos mercados através de aplicações potenciais. A elevada capacidade de penetração em produtos e atividades direcionou a trajetória tecnológica das firmas nestes setores. Esta diversificada possibilidade de aplicações permitiu que as firmas inovadoras de sucesso crescessem rapidamente com base em inovações de produto, fazendo ao mesmo tempo com que tivessem pouco incentivo para se dedicar a atividades inovadoras que não as pertencentes a seu principal nicho de atuação. Concomitantemente, a elevada sofisticação tecnológica e científica deste segmento dificultou a entrada de firmas pertencentes a outros setores.

Em relação aos setores baseados em ciência, pode-se afirmar que são dominados por firmas de grande porte, seus usuários são sensíveis tanto a preço quanto à performance dos produtos, a trajetória tecnológica visa tanto a redução de custos quanto o aprimoramento de produtos, e o processo tecnológico é realizado essencialmente nas próprias empresas inovadoras, mas os fornecedores também colaboram²⁰.

Nestas indústrias, a transferência internacional de tecnologia exige, além da compra de insumos de produção e licenciamento de *know-how* de produção, uma forte capacidade para realização de engenharia reversa (por exemplo, análise e cópia dos produtos dos competidores), que em si requer o desenvolvimento de atividades de P&D e projetos, além da presença de pesquisadores treinados e engenheiros com contatos internacionais. As empresas se apropriam de suas inovações através de patentes, hiatos técnicos naturais, segredos e habilidades específicas da firma, além de *know-how* em P&D. Vale ressaltar que como um aprendizado constante proporciona inovações incrementais que dificultam a ação de imitadores, a capacidade de aprendizado tem agido como uma importante barreira à imitação tanto em setores intensivos em escala quanto na produção de componentes eletrônicos.

²⁰ Os autores demonstram haver uma relação positiva entre a geração de processo tecnológico na própria empresa e o tamanho desta empresa.

Deve-se ressaltar que alguns setores envolvem processos produtivos com naturezas distintas e, portanto, não podem ser enquadrados em um dos grupos propostos. O autor também destaca que existem atividades que podem mudar de categoria através da incorporação de progressos tecnológicos significativos. Similarmente, Pavitt (1984) argumenta que as trajetórias tecnológicas não são necessariamente fixas ao longo do tempo: existe a possibilidade das empresas se moverem dos setores dominados por fornecedores para os intensivos em escala, por exemplo, através da exploração de economias de escala na produção associadas ao aumento da alocação de recursos para o desenvolvimento de suas próprias tecnologias de processo. Bell & Pavitt (1993) mencionam o setor automobilístico como exemplo: devido à acumulação tecnológica, esta indústria deixou de ser dominada por fornecedores, tornando-se intensiva em escala. Apesar destas ressalvas, considera-se esta classificação válida, pois a partir de observações empíricas foi possível caracterizar as trajetórias tecnológicas setoriais e identificar suas semelhanças e diferenças.

Os setores brasileiros da indústria de transformação, cujas estatísticas de inovação tecnológica foram divulgadas pelo critério da Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) a dois dígitos²¹, foram agrupados de acordo com a classificação setorial apresentada acima²². Portanto, cada um dos setores *a dois dígitos* da CNAE foi incluído em um dos quatro grupos setoriais da classificação de Dosi *et al.* (1990)²³:

Dominados por fornecedores: produtos têxteis, confecção, artigos de couro e calçados, produtos de madeira, editoração, artigos de borracha e plástico, móveis e indústrias diversas, e reciclagem.

Intensivos em escala: produtos alimentícios e bebidas, produtos de fumo, celulose e papel, refino de petróleo e outros, minerais não metálicos, metalurgia básica, produtos de metal e veículos.

Fornecedores especializados: máquinas e equipamentos e instrumentação.

Baseados em ciência: produtos químicos, informática, materiais elétricos, materiais eletrônicos/comunicações e outros equipamentos de transporte.

²¹ Em alguns casos, como papel e celulose, metalurgia básica e produtos alimentícios e bebidas, as estatísticas foram divulgadas a três dígitos.

²² A inclusão dos setores em cada um dos grupos foi similar a apresentada por Dosi *et al.* (1990).

²³ Os setores abaixo são apresentados com uma nomenclatura simplificada, que será utilizada em todas as tabelas do texto. A compatibilização entre esta nomenclatura simplificada e a nomenclatura completa, assim como as divisões de cada setor segundo a CNAE, estão no apêndice 1.

Em relação a esta agregação, algumas considerações devem ser mencionadas. A utilização da CNAE a dois dígitos implica que alguns setores sejam classificados, segundo a tipologia acima, de modo não totalmente adequado. O setor ‘artigos de borracha e plástico’, classificado entre os dominados por fornecedores, inclui atividades intensivas em escala; o mesmo é válido para as indústrias ‘produtos químicos’ e ‘outros equipamentos de transporte’, que foram classificadas entre as baseadas em ciência, mas incluem também atividades intensivas em escala. Já no caso dos produtos alimentícios e bebidas e da indústria de celulose e papel, apesar da predominância de atividades intensivas em escala, na qual foram classificadas, há também algumas que são dominadas por fornecedores, especialmente no caso de bebidas e de papel. Entretanto, como a maior parte das estatísticas setoriais foi divulgada a dois dígitos, algumas impropriedades não podem ser corrigidas.

A utilização da tipologia de Dosi *et al.* (1990) foi escolhida por sua capacidade de classificar os setores de acordo com seu comportamento tecnológico, destacando as atividades e trajetórias similares aos setores de cada grupo, e que os diferencia dos setores dos demais grupos. Como o objetivo central deste trabalho é realizar uma discussão sobre a inovação tecnológica na indústria brasileira, a escolha desta taxonomia, que apresenta uma caracterização dos setores no que se refere a seu comportamento inovador, parece adequada. Certamente, não é esperado que as indústrias de um país em desenvolvimento como o Brasil tenham comportamento idêntico ao observado pelos autores e descrito na taxonomia mencionada. Especialmente em relação aos setores tecnologicamente mais intensivos, como os baseados em ciência, o padrão produtivo e tecnológico nacional pode diferir mais significativamente do apresentado por países avançados. No entanto, mesmo que no Brasil o comportamento destas indústrias seja menos sofisticado do que nos países desenvolvidos, a descrição apresentada pela taxonomia escolhida mostra que as potencialidades de inovação tecnológica diferem significativamente de setor para setor. Ou seja, mesmo que no Brasil o setor químico esteja concentrado somente em *commodities*, as oportunidades tecnológicas desta indústria, no atual momento, são superiores às apresentadas, por exemplo, pelos setores dominados por fornecedores: se no Brasil esta potencialidade não está sendo aproveitada, esta é uma outra questão. Portanto, se as indústrias química e eletrônica não apresentarem um comportamento inovador no Brasil, não é por isto que elas não devem ser classificadas como baseadas em ciência, afinal as elevadas possibilidades de retorno dos investimentos em tecnologia continuam sendo uma característica do setor, apenas o país não as estaria

aproveitando. Portanto, optou-se por classificar os setores brasileiros de acordo com a taxonomia mencionada, sublinhando as diferenças do padrão nacional ao longo do texto²⁴.

²⁴ Vale notar que diversas outras classificações por setores industriais também classificam algumas indústrias em intensivas em tecnologia o que, no caso brasileiro, também poderia suscitar dúvidas, dado que muitas se dedicam somente à produção de bens pouco sofisticados e inovadores.

II. ESTRUTURA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Este capítulo objetiva fazer uma apresentação da estrutura industrial brasileira, que servirá de apoio para a discussão sobre inovação tecnológica a ser realizada no capítulo seguinte. Apesar de não estar diretamente relacionada à questão da inovação, esta apresentação é de fundamental importância para a compreensão do desempenho inovador das indústrias de transformação. Sem esta introdução, as estatísticas que serão apresentadas no capítulo III poderiam somente ser comparadas entre si, mas sem que uma compreensão mais elaborada pudesse ser obtida a partir delas.

Na seção II.1 será feita uma apresentação da evolução da indústria brasileira, e da indústria de transformação em particular, a partir da crise do processo de substituição de importações e das reformas implementadas a partir do final dos anos oitenta. Na seção II.2. será realizada uma análise específica das indústrias de transformação nacionais, com enfoque na segunda metade dos anos noventa, em relação à produção industrial, especialização produtiva, emprego e desempenho comercial. Esta apresentação proporcionará uma visão da estrutura industrial brasileira, no que tange às variáveis mencionadas. Por fim, com base no desempenho comercial apresentado, serão selecionados alguns setores, sobre os quais será realizada uma apresentação mais detalhada, também servindo de apoio para a discussão realizada no capítulo posterior.

II.1. Mudanças econômicas e reformas institucionais após a crise do processo de substituição de importações: o impacto no desempenho da indústria brasileira nos anos noventa

Os anos noventa foram caracterizados por reformas institucionais que tiveram impactos significativos na estrutura produtiva brasileira. Estas reformas estão diretamente relacionadas à superação da crise econômica dos anos oitenta e à adoção de um novo modelo de desenvolvimento, no qual o Estado deixa de ser o motor do crescimento e o protecionismo às indústrias nacionais cede lugar à promoção da concorrência com produtos estrangeiros. Apesar dos primeiros passos terem ocorrido no final da década de oitenta, com o início do processo de abertura comercial e a realização de algumas privatizações, as reformas tornaram-se mais consistentes no começo dos anos noventa, quando prevaleceu o diagnóstico de cunho liberal sobre a crise econômica: esta seria determinada pela excessiva presença do Estado na economia e pela falta de competição enfrentada pelas empresas nacionais. O remédio passaria pela desestatização de diversos setores produtivos, desregulamentação dos mercados e

liberalização do setor externo. Para que a importância destas reformas seja melhor compreendida, assim como seus impactos na indústria nacional, é necessário apresentar um breve retrospecto do quadro econômico-institucional vigente no período anterior à década de noventa.

A década de oitenta foi caracterizada pela crise do processo de substituição de importações, um modelo que perdurou por quase cinquenta anos da história brasileira, centrado no Estado desenvolvimentista, que atuou diretamente na implantação de diversos setores industriais. “O esgotamento do processo de substituição de importações pode ser visto como o final de uma grande onda de investimentos, com a instalação de setores que até então se encontravam pouco presentes na estrutura industrial brasileira” [Vermulm (1996)]. Um dos princípios básicos deste modelo era proteger a produção interna e, simultaneamente, facilitar a importação de mercadorias sem similar nacional. Conforme o Brasil avançava na construção de sua matriz industrial, através do apoio de políticas industriais, os produtos fabricados nacionalmente passavam a contar com o protecionismo vigente no mercado interno.

A crise do processo de substituição de importações não foi somente conjuntural, resultado de problemas temporários que permitiriam a continuação do modelo assim que fossem resolvidos. Ela teve caráter estrutural, simbolizando o fim de um modelo que se inegavelmente apresentou resultados positivos, por outro lado deixou deficiências importantes no desenvolvimento da industrialização brasileira. A indiferença à inovação tecnológica é uma delas. Apesar de ter completado sua matriz industrial durante o processo de substituição de importações, o Brasil não logrou internalizar o progresso tecnológico que tornaria sua indústria capaz de enfrentar a concorrência internacional. Meyer-Stamer (1995) enfatiza que durante este período, a maior parte das mudanças técnicas seguiu o típico padrão da industrialização tardia, voltada para dentro, no qual as firmas tentavam dominar tecnologias desenvolvidas no exterior, realizando somente as melhorias necessárias para adaptá-las às próprias necessidades, o que não requer, por exemplo, a realização de pesquisa e desenvolvimento pelas empresas. “Em um ambiente fechado, as firmas sofrem pouca pressão para estender seus esforços tecnológicos além do incremental. Como a pressão competitiva é baixa, elas têm pouco incentivo para introduzir produtos verdadeiramente inovadores ou para buscar melhorias radicais no processo produtivo” [Meyer-Stamer (1995)]. O autor ressalva que no Brasil foi possível observar algumas exceções, como a indústria de aeronaves e a exploração de petróleo, nas quais as empresas realizaram um esforço sistemático em P&D e atuaram em cooperação com universidades e institutos de pesquisa. Estes setores, entretanto,

não tiveram um comportamento diferenciado aleatoriamente: ambos foram apoiados por políticas públicas específicas que, a longo prazo, permitiram seu desenvolvimento de maneira excepcional²⁵. Vale ressaltar que, em geral, predominava uma visão equivocada que considerava como relevante apenas a tecnologia incorporada, por exemplo, em bens de capital.

Similarmente, Vermulm (1993) argumenta que em relação ao processo de difusão, a economia brasileira demonstrou forte dinamismo, entretanto, em decorrência da específica inserção do Brasil no cenário mundial, o seu processo de desenvolvimento não gerou mecanismos adequados para o estímulo à criação de inovações propriamente ditas. Como o paradigma tecnológico prevalecente na economia mundial

tinha características de maturidade e já se iniciava a instalação de um novo paradigma, o acesso do Brasil às tecnologias maduras não sofreu fortes restrições internacionais. Mas este processo de difusão foi limitado sob o ponto de vista de que as empresas não desenvolveram mecanismos de articulação da difusão com geração de inovações; em outros termos, ocorreu uma importante separação entre o processo de difusão e o de inovação. (...) Na economia brasileira, a estratégica presença de empresas multinacionais, a insuficiência de infra-estrutura científica e tecnológica, a rentabilidade elevada do processo de difusão, a falta de tradição de investimentos em atividades tecnológicas e a própria inserção brasileira na economia mundial, dificultaram que o processo de difusão, ocorrido através da importação de tecnologias, se articulasse a um movimento endógeno de geração de inovações. Por outro lado, nunca é demais lembrar que o Estado brasileiro criou as formas adequadas para que o capital privado se atrelasse ao referido processo de difusão tecnológica, mas sem definir uma política e instrumentos de estímulos à inovação. Quando isto ocorreu explicitamente, a partir de 1974, o enfoque foi equivocado, na medida em que o Estado pressupunha que o baixo dinamismo inovador da economia brasileira era decorrente simplesmente da insuficiência de infra-estrutura científica e tecnológica. Realizar investimentos nesta área demonstrou-se incapaz de gerar o dinamismo inovador porque as empresas, sobretudo as de capital privado, não estavam estruturadas de forma a privilegiar a realização própria de atividades tecnológicas [Vermulm (1993, p. 18)].

Os sinais iniciais de esgotamento do modelo surgiram já em meados dos anos 70, após o primeiro choque do petróleo, em 1973, que deteriorou as relações de troca do país. A disponibilidade de recursos a baixo custo no sistema financeiro internacional – associado aos elevados superávits das nações árabes e à baixa demanda de recursos pelos países desenvolvidos, que após o choque optaram pela realização de políticas de ajustamento – viabilizou a postergação da crise brasileira, possibilitando que o país não realizasse o ajuste

²⁵ Bell e Pavitt (1993) recordam que vários trabalhos destacam a importância da pressão competitiva como incentivo à acumulação tecnológica. Todavia, os autores enfatizam que durante a industrialização de países atualmente desenvolvidos, os governos protegeram suas indústrias infantis da competição dos produtores de nações mais avançadas. A duração deste protecionismo variou amplamente, sendo curta em alguns casos, mas persistindo por longos períodos em outros; em algumas situações, uma proteção mais prolongada parece ter sido necessária ao desenvolvimento da capacidade de dominação de determinadas tecnologias. A acumulação tecnológica japonesa, por exemplo, esteve associada a fortes medidas protecionistas. Portanto, para os autores não seria correto afirmar que medidas protecionistas sempre são barreiras à acumulação tecnológica: em diversos períodos e situações, tais medidas podem ser necessárias para viabilizar esta acumulação.

necessário e mantivesse seu ritmo de crescimento elevado. O custo desta opção foi a aceleração do endividamento brasileiro, com um forte aumento nas despesas de importação e elevação do déficit na balança comercial.

A elevação da taxa de juros internacional após o segundo choque do petróleo, em 1979, é consensualmente considerada a desencadeadora da crise da década seguinte, através do impacto na elevada dívida externa brasileira e conseqüentemente no balanço de pagamentos nacional, que passa a restringir o crescimento econômico. A vulnerabilidade financeira externa brasileira foi explicitada somente em 1982, após a moratória mexicana, quando os recursos financeiros internacionais se tornaram extremamente escassos [Gremaud *et al.* (1997)]. A ameaça de uma crise cambial neste ano culminou em um acordo com o FMI, e a partir de então os condicionantes externos passaram a ser os elementos centrais da política econômica. A obtenção de superávits comerciais para geração de divisas, através do estímulo às exportações e redução das importações, passa a ser a prioridade do governo, que adota diversas medidas para atingir estes objetivos, como a maxidesvalorização cambial em 1983, a redução dos salários reais tanto para comprimir a demanda interna, gerando excedentes exportáveis, quanto para reduzir os custos de produção, e a imposição de controles quantitativos das importações²⁶.

O ajuste posto em prática para atender à necessidade de geração de saldos comerciais tem efeitos profundos sobre a indústria. Os setores que atravessaram bem o período 1980-1984 foram os que se readequaram e voltaram-se rapidamente para as exportações, como algumas empresas produtoras de bens de consumo leves (calçados) e parte do setor de produtos intermediários (siderurgia, papel e celulose) [Gremaud *et al.* (1997)]. Observando os dados da década, verifica-se que o saldo comercial passa de -1,2% do PIB em 1980 para 3,9% em 1989, tendo atingido 6,9% em 1984. Este resultado foi proporcionado principalmente pela redução das importações, cuja participação no PIB apresentou queda em toda a década, passando de 9,7% para 4,4% entre 1980 e 1989, enquanto a participação das exportações cresce de 8,5% em 1980 a 14,2% em 1984, voltando a 8,3% em 1989²⁷.

²⁶ É necessário enfatizar que a partir de 1982, a crise da dívida externa passa a ser administrada domesticamente, com a transferência de riscos cambiais do setor privado para o Banco Central. Por isso, parte substancial dos custos financeiros resultantes da maxidesvalorização de 1983 recaiu sobre as contas públicas, agravando a situação financeira do Estado brasileiro.

²⁷ A maturação dos investimentos em insumos básicos realizados no II PND também responde por parte substancial dos saldos comerciais dos anos oitenta.

A década de oitenta também foi marcada por elevadas taxas de inflação, que alcançou o patamar de 100% entre 1980 e 1982, ultrapassando os 200% em 1983, em decorrência da maxidesvalorização cambial. Entre 1986 e 1991, foram realizadas cinco tentativas de estabilização da inflação, todas de cunho heterodoxo, sendo que nenhuma obteve êxito. A inflação elevada e a crise das finanças públicas criaram um ambiente extremamente desfavorável para o investimento e o crescimento nos anos oitenta. As taxas de investimento, que representavam 23,6% do PIB em 1980, caem a 15,5% em 1990²⁸, reflexo principalmente da redução das poupanças pública e externa. Como resultado, o período ficou conhecido como “década perdida”, devido às baixas taxas de crescimento apresentadas, especialmente se comparadas às décadas anteriores.

Resumidamente, os anos oitenta se caracterizaram pela crise do modelo de substituição de importações na forma de altas taxas de inflação, baixos níveis de investimento, crescimento econômico medíocre e uma indústria diversificada mas pouco inovadora, sem capacidade de enfrentar a concorrência internacional exigida por um mercado que se tornava globalizado. A partir deste quadro surge a necessidade de um novo modelo de desenvolvimento. A prevalência da idéia que os desequilíbrios macroeconômicos eram decorrentes da presença excessiva do Estado na economia culminou nas reformas institucionais mencionadas anteriormente, tais como a desregulamentação do mercado, a privatização de empresas estatais e a abertura do setor externo.

O processo de desregulamentação teve por objetivo elevar a competição no mercado interno, eliminando uma série de controles administrativos impostos às empresas. Também foram lançadas medidas de combate à formação de monopólios – como a aprovação de uma nova lei de concorrência em 1994 – e de proteção ao consumidor. Por fim, emendas constitucionais terminaram com o monopólio do governo no setor de infra-estrutura e com diferenças no tratamento dispensado às empresas nacionais e estrangeiras [Pinheiro *et al.* (2001)].

O processo de privatização na economia brasileira, embora iniciado nos anos oitenta, ganhou força no governo Collor/Itamar, no qual foi lançado o Programa Nacional de Desestatização (março de 1990), com destaque para a privatização da indústria siderúrgica. O ápice do processo foi atingido no primeiro mandato do presidente Cardoso (1995-1998), com a venda de oitenta empresas. Neste, o fim do monopólio público em alguns setores e da discriminação a subsidiárias de empresas estrangeiras, mencionados anteriormente, permitiram a expansão do programa de privatizações para as áreas de telecomunicações, eletricidade e mineração.

²⁸ a preços constantes de 1980.

Outros setores em domínio estatal, como portos e ferrovias, foram parcial ou totalmente privatizados.

Além da importância macroeconômica para o período – dado que as privatizações atraíram investimento direto estrangeiro ao Brasil e ajudaram a financiar o déficit em conta corrente nacional vigente no governo Cardoso²⁹ - o processo se destaca positivamente pela melhoria na gestão das empresas privatizadas, que em alguns casos estavam quase falidas e se recuperaram, elevando a produção e a capacidade competitiva. Entre os exemplos comumente mencionados estão o da Companhia Siderúrgica Nacional e o da fábrica de aeronaves Embraer. Após a privatização, muitas empresas atualizaram seus processos produtivos, passando a utilizar equipamentos mais sofisticados, e elevaram a produtividade de sua mão-de-obra.

As privatizações foram desaceleradas no segundo mandato do governo Cardoso (1999 - 2002) devido tanto à redução do apoio popular ao governo quanto a uma menor pressão macroeconômica no período, resultado das mudanças no regime fiscal e da entrada de investimento direto estrangeiro não relacionado às privatizações. Como consequência, ativos de diversos setores – água, eletricidade e saneamento básico – que poderiam ter sido transferidos à iniciativa privada continuaram nas mãos do Estado.

A abertura comercial foi um dos principais símbolos do fim do modelo de substituição de importações, permitindo que o Brasil deixasse de ser uma economia excessivamente fechada³⁰. A tarifa média de importação brasileira passou de 51,6% no final da década de oitenta para 32,1% em 1990 e 13,1% em 1995. Posteriormente, esta alíquota apresentou uma leve tendência de alta, chegando a 16,7% no primeiro semestre de 1998, motivada pela pressão para contenção do aumento do déficit em conta corrente [Averbug (1999)]. Em relação às exportações, parte do apoio vigente deixou de existir: já no governo Collor, em 1990, subsídios foram eliminados e incentivos que beneficiavam os exportadores foram reduzidos.

Grande parte das barreiras não-tarifárias foi eliminada em 1990, com a instituição da Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE), culminando na liberação automática da importação de bens anteriormente controlados. Esta nova Política também definiu um cronograma de tarifas de importação, que deveriam ser reduzidas gradualmente entre 1990 e 1994, até que no

²⁹ O déficit em conta corrente passa de 0,2% do PIB em 1994 para uma média anual de 3,4% entre 1995 e 1998. Entre 1999 e 2001, o percentual médio é de 4,5% do PIB [Pinheiro *et al.* (2001)].

³⁰ Moreira (1998) enfatiza que no final dos anos oitenta a indústria brasileira mantinha “níveis soviéticos” de abertura econômica.

final deste período a alíquota média seria de 14%. Entretanto, este cronograma foi mantido somente até outubro de 1992, quando ocorreu uma antecipação das reduções tarifárias previstas para os anos seguintes. Esta alteração nos prazos é uma das principais críticas sofridas pelo processo de abertura comercial brasileira. A mudança nas regras e a rapidez com que a liberalização foi implementada no início dos anos noventa fizeram com que setores menos preparados para enfrentar a concorrência internacional não tivessem tempo para se adaptar às transformações, sendo eliminados e substituídos por importações. Para diversos segmentos, este resultado seria idêntico mesmo se a transição tivesse ocorrido de maneira gradual; entretanto, para outros, um período maior de ajuste teria permitido sua manutenção no mercado.

Vale ressaltar que, diferente dos processos de abertura comercial realizados por vários países, no caso brasileiro não houve acompanhamento de salvaguardas para proteger temporariamente setores específicos ou para proteger a produção nacional de práticas desleais de comércio. Ao longo do processo, instrumentos como a legislação *anti-dumping* praticamente não foram aplicados [IEDI (1998)].

Para minimizar os efeitos negativos da liberalização das importações, alguns programas de apoio ao setor industrial foram elaborados visando elevar sua capacitação. Entre eles estão o Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica da Indústria (PACTI), que previa incentivos fiscais e creditícios e o uso do poder de compra do Estado para estimular o desenvolvimento tecnológico nacional, e o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), voltado ao desenvolvimento e à difusão de novos métodos de gestão, infra-estrutura tecnológica e articulação institucional. Meyer-Stamer (1995) argumenta que os resultados não significativos apresentados por estes programas são comumente associados à instabilidade econômica e à baixa propensão a investir das firmas, entretanto o autor acrescenta que características estruturais do sistema econômico e científico brasileiro relacionadas aos incentivos fiscais à inovação, às dificuldades para fortalecer a relação universidade-empresa e aos antagonismos entre as políticas tecnológicas explícita e implícita limitariam seu sucesso mesmo em uma situação econômica menos adversa.

A abertura comercial foi acompanhada por um processo de desnacionalização em vários setores industriais. Este processo está diretamente relacionado ao aumento da especialização na atuação das empresas, que passaram a priorizar suas áreas centrais de negócio e importar componentes que, anteriormente, produziam mesmo na ausência de escala. A produção de bens sem escala rentável foi financeiramente viável enquanto a economia brasileira

permaneceu fechada, entretanto este quadro foi alterado pelo aumento da concorrência com produtos importados, o que exigiu a especialização em determinados nichos produtivos. Neste processo de desverticalização industrial, nos casos em que os componentes nacionais não foram substituídos por estrangeiros, as empresas industriais passaram a subcontratar partes do processo produtivo (“terceirização”), viabilizando a especialização em seu negócio principal. Além de insumos, muitos bens finais também deixaram de ser produzidos, sendo substituídos por produtos importados.

O aumento da especialização pode ser medido pela relação entre o valor da transformação industrial (VTI), *proxy* para o valor adicionado, e o valor da produção (VP): quanto maior esta relação, menor o grau de especialização da indústria. Para a indústria de transformação, a desverticalização pode ser sentida somente a partir de 1994; entre 1990 e 1993 a relação entre VTI e VP se eleva, passando a apresentar uma queda contínua entre 1994 até 2001, que foi levemente revertida somente em 1999³¹.

As conseqüências da abertura comercial sobre a indústria nacional foram, e ainda são, calorosamente debatidas. Os resultados relacionados à elevação de produtividade e à maior busca pela eficiência produtiva são amplamente aceitos. Por outro lado, enquanto alguns autores defenderam a existência de uma desindustrialização maciça na economia, outros argumentaram somente pela existência de uma reestruturação industrial, na qual os segmentos que perderam espaço foram substituídos por outros mais competitivos. Os dados aqui apresentados revelam que mesmo alguns setores tendo se fortalecido, a indústria ao todo perdeu participação no produto interno, assim como os trabalhadores industriais em relação ao pessoal ocupado total (tabelas II.1 e II.2).

À medida que a crise dos anos 90 inibiu os investimentos e aumentou a concorrência no mercado interno, induziu a que os setores usuários de bens de capital, isto é, o conjunto da atividade econômica, buscasse a redução de custos através de modificações dos métodos de organização da produção (por exemplo, *just in time*, terceirização da força de trabalho, etc). O ambiente macroeconômico das últimas duas décadas gerou estímulos suficientes para a introdução de inovações redutoras de custos. Normalmente as empresas adotaram programas de produtividade e qualidade, inserindo uma série de inovações organizacionais, que apresentam a grande vantagem de não demandarem elevados investimentos e geram aumentos de produtividade no curto prazo. Ao mesmo tempo, esse ambiente macroeconômico inibiu investimentos que viabilizariam a modernização dos bens de capital.

³¹ Fonte de dados: IBGE. Ver também Moreira (1999)

As mudanças institucionais dos anos noventa estão intrinsecamente ligadas a uma das mais significativas alterações econômicas no período: o êxito no controle inflacionário brasileiro. Após algumas tentativas sem sucesso, a estabilização dos preços foi obtida com a implantação do Plano Real, em 1994, controlando o histórico brasileiro de inflação elevada. A elevação da concorrência originada da abertura comercial, o processo de desregulamentação dos mercados e a geração de divisas promovida pelas privatizações estão entre os fatores determinantes do sucesso do Plano Real.

Para finalizar este sucinto quadro dos anos noventa, é necessário destacar o comportamento de duas variáveis macroeconômicas: taxa de juros e taxa de câmbio. A taxa real de juros se manteve em patamares elevados especialmente entre 1994 e 2001: em todos estes anos ela alcançou dois dígitos, chegando a 25% em 1995 e 26,7% em 1998³² [Pinheiro *et al.* (2001)]. Além de reduzir a capacidade competitiva da economia como um todo, este patamar elevado desvalorizou os ativos denominados em moeda nacional, tendo sido um fator indutor da desnacionalização de empresas brasileiras em favor de firmas estrangeiras, que podem descontar os fluxos esperados de lucros dos ativos adquiridos no país a taxas de juros muito inferiores.

A sobrevalorização cambial vigente em grande parte da década teve impacto significativo no crescimento das importações e na estabilização dos preços. O fortalecimento da moeda brasileira em relação ao dólar pôde ser observado desde 1992, entretanto, com a implantação do Plano Real, esta tendência se agravou: entre junho de 1994 e fevereiro de 1995 a moeda brasileira apresentou uma valorização real de 30% em relação à moeda norte-americana. Visando minimizar os efeitos da sobrevalorização, a livre flutuação do câmbio foi abandonada, sendo substituída pelo sistema de bandas cambiais, que permitiu uma depreciação gradual do real. O risco de uma maxidesvalorização, com possíveis impactos inflacionários, acarretou a elevação das taxas nominais de juros. Apesar da manutenção destas taxas em patamares elevados - mesmo para países em desenvolvimento -, o real não resistiu às crises monetárias mexicana, asiática e russa da segunda metade dos anos noventa, sofrendo forte desvalorização em janeiro de 1999. A partir de então, o regime de bandas cambiais foi substituído pela livre flutuação, e o controle da inflação passou a ser realizado pelo sistema de metas inflacionárias. Ao contrário do que se temia, a inflação foi pouco afetada pela desvalorização cambial, entre outros fatores, devido ao lento ritmo de crescimento econômico do período, que limitava o repasse de aumento de custos para os preços.

³² Taxa Selic deflacionada pelo IGP em 1993 e 1994 e pelo IPC a partir de 1995.

O impacto das mudanças ocorridas na indústria brasileira nos anos noventa pode ser observado na tabela II.1 abaixo. Ela mostra que a perda de participação industrial ocorre entre o final dos anos oitenta e 1993, período em que se iniciou a abertura comercial brasileira e durante o qual a economia atravessou uma forte recessão³³. A partir de 1994 a participação industrial se recupera em alguns anos, entretanto não volta aos patamares vigentes na década anterior. É possível observar que o declínio percentual foi mais significativo quando observamos somente a indústria de transformação. Entre os períodos 1980-1989 e 1990-1999, a participação média da indústria no produto interno foi reduzida em 18,4%, sendo que para a indústria de transformação esta queda foi de 27,7%. Portanto, independentemente das oscilações observadas durante a década, é possível observar que as mudanças econômico-institucionais realizadas especialmente nos anos noventa ocasionaram uma alteração estrutural na contribuição da indústria ao PIB brasileiro, e que esta modificação foi ainda mais significativa para a indústria de transformação, cuja participação apresentou perdas em maior montante.

Tabela II.1
Participação da Indústria no PIB Brasileiro
(1980 - 2001)

Período	Indústria / PIB	Indústria de transformação / PIB
média 1980 - 1987	41,1%	30,5%
1988	40,0%	28,6%
1989	36,6%	25,6%
1990	33,0%	22,7%
1991	32,0%	22,0%
1992	31,2%	21,3%
1993	31,8%	22,2%
1994	35,1%	23,5%
1995	34,5%	22,5%
1996	32,9%	20,4%
1997	33,5%	20,6%
1998	32,9%	19,7%
1999	34,0%	20,4%
2000	36,1%	21,6%
2001	35,8%	21,5%

Fonte: IBGE/ Contas Nacionais (dados divulgados no IPEADATA)

A abertura comercial e a valorização cambial presente em grande parte dos anos noventa facilitaram a aquisição de máquinas e equipamentos importados, tecnologicamente mais sofisticados, e como consequência o aprimoramento da capacidade de produção nacional e a modernização dos processos produtivos. O aumento da concorrência com produtos importados, tanto no mercado nacional como internacionalmente, também estimulou uma busca maior pela eficiência. Entretanto, estes aprimoramentos não foram

³³ O PIB real apresentou uma queda de aproximadamente 4% entre 1990 e 1992 (IBGE).

suficientes para que os ganhos dos setores mais dinâmicos superassem o desaparecimento dos segmentos industriais menos competitivos; como resultado observa-se a perda de participação da indústria no PIB nacional.

As estatísticas relacionadas ao emprego corroboram este quadro (tabela II.2). A participação do pessoal ocupado na indústria de transformação em relação ao pessoal ocupado total começou a cair já em 1987, sendo reduzida ininterruptamente até 2001³⁴. Este resultado é influenciado tanto pela diminuição da participação da indústria no PIB quanto pelos ganhos de produtividade industrial ocorridos nos anos noventa, proporcionados pela modernização da produção e pela necessidade de redução de custos. Entre 1991 e 2001, por exemplo, enquanto a participação da indústria de transformação no PIB se reduz em 2,5%, esta queda alcança 28% em relação ao pessoal ocupado³⁵. Moreira e Najberg (1998) mostram que, entre 1990 e 1997 a indústria de transformação foi o setor mais atingido pela abertura comercial no quesito emprego.

Tabela II.2
Pessoal Ocupado: Indústria de Transformação / Total
(1983 - 2001)

Período	Pessoal ocupado na indústria de transformação
média 1983 - 1987*	24,7%
1988	24,7%
1989	24,6%
1990	23,8%
1991	22,3%
1992	20,4%
1993	20,1%
1994	19,8%
1995	19,5%
1996	18,3%
1997	17,5%
1998	16,8%
1999	16,3%
2000	16,1%
2001	16,1%

* dados disponíveis a partir de 1983

Fonte: PME / IBGE

Os ganhos de produtividade do trabalho na indústria são confirmados por vários estudos, qualquer que seja a metodologia adotada para estimá-la. Giambiagi (2002) menciona que entre

³⁴ A classificação divulgada pela PME/IBGE inclui somente indústria de transformação, construção civil, comércio e serviços. O Departamento de Contas Nacionais do IBGE divulga o pessoal ocupado para a indústria e para a indústria de transformação, entretanto disponibiliza os dados somente a partir de 1991, o que inviabilizaria uma observação da década de oitenta.

³⁵ Para o mesmo período, utilizando as estatísticas do Departamento de Contas Nacionais/IBGE ao invés da PME/IBGE, a participação do pessoal ocupado na indústria de transformação em relação ao pessoal ocupado total foi de 10,3%.

1992 e 2001 a produtividade da mão-de-obra industrial cresceu a uma taxa média anual de 3,4%, contra 1,4% da produtividade total da economia. Estatísticas divulgadas em estudo de Giambiagi e Rigolon (1999) permitem verificar que entre os períodos 1981-1988 e 1991-1998, a produtividade do trabalho na indústria apresentou um crescimento de aproximadamente 52%. Entretanto, Moreira (1999) ressalta que é possível observar diferenças significativas no valor dos ganhos de produtividade por não haver uma medida única para avaliá-la. O autor calcula a produtividade do trabalho tanto através da relação entre produção física e pessoal ocupado na produção quanto através de outras duas medidas que relacionam valor adicionado e pessoal empregado. Devido às limitações impostas pelos dados existentes, estas três medidas só puderam ser comparadas entre 1990 e 1995, e todas indicam uma elevação da produtividade da mão-de-obra na indústria, entretanto diferem consideravelmente quanto ao montante desta variação. Portanto, é possível afirmar que nos anos noventa houve um incremento da produtividade do trabalho industrial, sem que seja necessário para os propósitos deste estudo apresentar o tamanho exato desta variação. Moreira (1999) menciona a relação positiva existente entre produtividade e importações, assim como uma relação negativa entre produtividade e proteção, o que ressalta o papel positivo exercido pela abertura comercial no incremento da produtividade industrial.

O comportamento do comércio exterior também sofre alterações com a mudança do cenário econômico nacional (tabela II.3). As exportações apresentam perda de participação como proporção do PIB com o início do processo de abertura comercial, recuperando-se na recessão do começo dos anos noventa. Esta relação atingiu os percentuais mínimos de 1995 a 1998, período forte de sobrevalorização cambial, quando ficaram abaixo dos 7%. A partir de 1999, é possível observar uma recuperação, com o percentual atingindo novamente os níveis observados no final da década anterior. A participação das exportações de produtos manufaturados no PIB segue a mesma tendência das exportações totais, atingindo seu patamar mais baixo no período de sobrevalorização cambial. A participação das exportações no produto brasileiro é considerada baixa se comparada aos padrões internacionais. A média dos países emergentes é de 29%, enquanto a dos países desenvolvidos, excetuando os Estados Unidos, alcança 21%³⁶ [IEDI (2003)].

As importações, por outro lado, após apresentarem uma tendência de queda durante os anos oitenta³⁷, recuperam-se nos anos noventa, apresentando um crescimento contínuo durante toda

³⁶ O percentual tanto dos países emergentes quanto dos países desenvolvidos é de 2002.

³⁷ A relação entre importações e PIB, que era de 9,7% em 1980, alcança 4,4% em 1990.

a década, com quedas marginais em 1996 e 1998. A depreciação da taxa de câmbio não alterou este movimento: entre 1999 e 2001, a participação das importações no PIB cresceu 18,6%. Além do componente cambial, o comportamento desta variável também é influenciado pelo crescimento econômico. Moreira (1999) sugere que a penetração das importações, medida tanto em termos da produção quanto do consumo aparente, tem uma correlação positiva com o PIB. Esta correlação é possivelmente associada à elasticidade-renda elevada das importações decorrente tanto do maior componente importado dos gastos em investimentos, geralmente associados a maiores taxas de crescimento do PIB, quanto da natureza mais sofisticada dos bens de consumo importados.

Tabela II.3
Participação do Comércio Exterior no PIB
(1980 - 2001)

Período	Exportações/PIB	Importações/PIB	Saldo/PIB	Exportações de produtos manufaturados/PIB
média 80-87	10,1%	7,2%	2,9%	5,2%
1988	11,1%	4,8%	6,3%	6,3%
1989	8,3%	4,4%	3,9%	4,5%
1990	6,7%	4,4%	2,3%	3,6%
1991	7,8%	5,2%	2,6%	4,4%
1992	9,2%	5,3%	3,9%	5,4%
1993	9,0%	5,9%	3,1%	5,5%
1994	8,0%	6,1%	1,9%	4,6%
1995	6,6%	7,1%	-0,5%	3,6%
1996	6,2%	6,9%	-0,7%	3,4%
1997	6,6%	7,4%	-0,8%	3,6%
1998	6,5%	7,3%	-0,8%	3,7%
1999	8,9%	9,2%	-0,2%	5,1%
2000	9,1%	9,3%	-0,1%	5,4%
2001	11,4%	10,9%	0,5%	6,4%

Fonte: SISCOMEX, SECEX, MF/SRF, IBGE (*Site* do MDIC)

Sobre a expansão das importações, vale lembrar que o aumento da concorrência por ela propiciado foi um elemento-chave para a estabilização monetária, dificultando a adoção de uma depreciação cambial como forma de minimizar os efeitos negativos sobre o saldo comercial. Além disto, a visão dominante no período pressupunha que, apesar do câmbio sobrevalorizado, a estabilidade macroeconômica, a pressão exercida pela elevação da competição e a modernização do processo produtivo viabilizado pela maior facilidade ao acesso a máquinas e equipamentos importados seriam fatores suficientes para elevar a capacidade competitiva dos produtos nacionais, permitindo que as exportações voltassem a se recuperar e o desempenho da balança comercial se estabilizasse. Entretanto, tal fenômeno não

foi observado na prática. A realidade mostrou que a abertura comercial, por si, apesar de facilitar a aquisição de insumos produtivos modernos, não foi suficiente para elevar a capacidade de produção e exportação da indústria nacional em montante significativo: o PIB real cresceu a taxas similares a dos anos oitenta, considerada a década perdida por sua baixa taxa de crescimento, e as exportações em dólares cresceram a metade da elevação vista na década anterior. O saldo comercial positivo alcançado a partir de 2001 não pode ser desvinculado do baixo crescimento econômico que vem limitando o incremento das importações. A retomada da atividade produtiva em montantes expressivos certamente determinará uma piora no saldo externo brasileiro, tanto pela elevação das importações quanto pela redução das exportações, que em parte se voltará para atender a uma demanda interna mais aquecida, ao menos no curto prazo.

Estudos recentes³⁸ mostram que as exportações nacionais de manufaturados estão em torno de 55% do total exportado desde meados dos anos oitenta, tendo alcançado o percentual máximo de 60,8% em 1993, contra uma média mundial de 80% (2001), e concentradas em produtos pouco dinâmicos, que estão estagnados ou vêm reduzindo sua participação no comércio mundial. Os produtos de maior dinamismo, que apresentam crescimento mais elevado nas exportações mundiais são, em sua maioria, de elevado conteúdo tecnológico. Em conclusão, argumentam que a sofisticação das exportações nacionais passaria necessariamente pela incorporação da inovação tecnológica no comportamento de empresas e setores, inclusive aqueles que o Brasil já possui vantagens comparativas. Estudo da Fapesp (2001) mostra que o saldo comercial brasileiro tornou-se deficitário na década de noventa principalmente pelo crescimento das importações de produtos de alta tecnologia, cujo déficit aumentou mais de 700%.

No próximo capítulo será discutida a importância da inovação tecnológica como forma de aprimorar a capacidade dos produtos e setores para competirem em mercados globalizados. Aqui, vale apenas ressaltar que até o final dos anos oitenta as empresas brasileiras sobreviveram em um ambiente fechado, sem necessidade de se preocupar com a qualidade e eficiência da concorrência estrangeira. Neste ambiente, a implementação de atividades inovadoras não era incentivada, sendo dispensável para a manutenção das empresas no mercado. Além deste protecionismo, considerado excessivo, a falta de investimentos em tecnologia está associada à ausência de mecanismos permanentes de financiamento da inovação tecnológica; os Fundos Setoriais, que surgem na segunda metade dos anos noventa,

³⁸ Ver IEDI (diversos anos)

buscam resolver esta questão, visando garantir a ampliação e estabilidade de recursos para o desenvolvimento tecnológico. O baixo nível de qualificação da mão-de-obra produtiva, necessária à assimilação do progresso técnico adquirido do exterior, é mais uma razão para a baixa relevância da questão tecnológica no Brasil [Matesco e Hasenclever (1996)].

No início dos anos noventa, a solução adotada para a crise econômica foi a exposição dos produtos nacionais à maior concorrência com importados. Apesar dos efeitos positivos proporcionados pela abertura comercial, como a elevação da produtividade, eles não foram suficientes para incrementar a capacidade competitiva da indústria como um todo, não gerando, como seria esperada, a sofisticação das exportações e de sua capacidade de participar do mercado internacional. Ou seja, elevação da produtividade não é sinônimo de aumento da capacidade competitiva: mesmo produzindo mais com menos mão-de-obra, a pauta produzida e exportada não foi sofisticada, e a participação de produtos inovadores e dinâmicos na indústria brasileira, em geral, não foi incrementada. A observação de que maior concorrência e acesso a bens importados, por si, não serão recursos suficientes para incrementar a produção nacional vem reforçando a importância da inovação tecnológica como elemento central para fortalecer a competitividade de produtos, empresas e setores. A redução da participação industrial no produto e a vulnerabilidade do setor externo - identificado principalmente pelo fraco desempenho das exportações de manufaturados, em comparação a outros países desenvolvidos e em desenvolvimento, e pela maior sofisticação da pauta de importações em relação à pauta exportadora – enfatizam esta necessidade.

Para finalizar, é válido lembrar Fajnzylber (1990), que ao argumentar sobre a liberalização econômica, posicionou-se a favor de um grau mais elevado de abertura econômica, mas defendeu, com base na experiência internacional, que esta transição não deveria ser radical, exigindo a definição de uma trajetória de aprendizagem tecnológica interna que permitisse uma colocação segura no mercado internacional. “Quando a atenção se volta exclusivamente para a necessidade de abrir os mercados internos, o efeito imediato é intensificar a modernidade de fachada, debilitar ainda mais a frágil base empresarial e acentuar a inserção por intermédio dos recursos naturais” [Fajnzylber (1990)]. Parece que seu diagnóstico estava correto.

II.2. Estrutura da indústria de transformação brasileira: análise da produção, emprego e comércio exterior e apresentação de alguns setores selecionados

O tópico anterior apresentou uma breve caracterização do desempenho econômico e industrial brasileiro, com destaque aos impactos das reformas econômico-institucionais implementadas a

partir do final dos anos oitenta. Neste item o foco estará limitado às indústrias de transformação, visando observar as mudanças ocorridas na segunda metade dos anos noventa³⁹ em relação à produção, (des)verticalização industrial, emprego e comércio exterior. O objetivo é apresentar a estrutura atual da indústria de transformação brasileira, identificando as mudanças ocorridas entre os períodos anterior e posterior à desvalorização cambial, respectivamente 1996-1998 e 2000-2001. O ano 1999 foi excluído, pois o hiato entre a variação cambial e o impacto na produção e comércio exterior varia de setor para setor. Em algumas indústrias, já foi possível sentir os efeitos da desvalorização em 1999, enquanto em outras este resultado só ocorreu posteriormente. Optou-se por trabalhar com médias anuais, nos dois períodos, para evitar que oscilações ocorridas em um determinado ano, para uma ou mais variáveis, que sejam destoantes do comportamento setorial, não contaminem a análise realizada.

Os setores foram agrupados de acordo com a taxonomia apresentada na parte teórica. Para que as tabelas não se tornassem excessivamente exaustivas, optou-se por apresentar e discutir as estatísticas setoriais a dois dígitos. Apenas duas indústrias foram apresentadas também a três dígitos, celulose e papel e metalurgia básica. Como mencionado anteriormente, na última parte deste capítulo será apresentada uma discussão mais ampla de alguns setores selecionados, entre os quais, adianta-se, estão incluídos celulose e produtos siderúrgicos, que são divisões a três dígitos dos setores mencionados acima. As demais indústrias selecionadas para serem analisadas no final do capítulo fazem parte da classificação a dois dígitos da CNAE, portanto não se considera, neste momento, urgente apresentar seus dados com maior detalhamento⁴⁰.

Em relação aos dados utilizados, uma ressalva merece ser feita. A PIA-empresa⁴¹, realizada pelo IBGE, divulga indicadores setoriais segundo dois critérios: ‘por atividade’ e ‘por empresa’. As estatísticas divulgadas ‘por atividade’ são classificadas segundo as unidades produtivas, o que permite diferenciar os setores de atuação de firmas que se dedicam a mais de uma atividade. Supondo um exemplo fictício, se uma determinada empresa possui duas

³⁹ Os dados recentes da Pesquisa Industrial Anual (PIA), utilizados na avaliação da estrutura da indústria de transformação brasileira, só são comparáveis a partir da segunda metade dos anos noventa.

⁴⁰ Uma outra exceção em relação à apresentação dos setores se refere ao setor de petróleo. Esta indústria é uma divisão a três dígitos (232), incluída na atividade 23 da CNAE junto com produção de álcool, coque e combustíveis nucleares. Entretanto, devido à elevada importância tanto na estrutura produtiva quanto nos dados referentes à inovação tecnológica, apresentados posteriormente, optou-se por apresentar, em todo o trabalho, somente os dados de petróleo, excluindo os demais valores da atividade 23. Este é, portanto, o único setor no qual os dados são apresentados somente a três dígitos. Por isto, quando somadas as participações de todos os setores ou grupos setoriais, para qualquer variável, o resultado encontrado é minimamente inferior a 100%.

⁴¹ Existe também a PIA produto, que é uma seleção de produtos com base na PIA-empresa.

unidades de produção, uma direcionada a fabricação de produtos alimentícios e a outra a produtos de limpeza, indicadores como valor da produção, pessoal ocupado, salários etc desta empresa serão incluídos separadamente, por unidade de produção, em cada um dos dois setores. Mas se os produtos alimentícios forem os principais produzidos por esta firma fictícia, na divulgação das estatísticas ‘por empresa’ o valor total de todas as variáveis a ela relacionadas serão incluídos nesta única indústria. Ou seja, neste caso a empresa é inteiramente incluída em seu setor principal de atuação, apesar de parte dos seus trabalhadores e do valor que produz estarem relacionados a produtos de outros setores.

A opção mais adequada para este capítulo, que se propõe a caracterizar a estrutura industrial brasileira, seria analisar as estatísticas divulgadas ‘por atividade’. Entretanto, o trabalho objetiva relacionar esta estrutura às variáveis relacionadas à inovação tecnológica nas indústrias de transformação. E a PINTEC, Pesquisa Industrial – Inovação Tecnológica, também divulgada pelo IBGE, a fonte nacional mais recente e ampla de estatísticas sobre o assunto, na qual este trabalho se apoiará, divulgou seus dados setoriais de inovação pelo critério ‘por empresa’. Portanto, se apresentássemos a estrutura da indústria ‘por atividade’, ao relacionarmos esta estrutura com os dados da PINTEC estaríamos cometendo desnecessariamente algumas impropriedades. Conseqüentemente, optou-se por utilizar neste capítulo a PIA ‘por empresa’.

Vale ressaltar que a diferença entre o valor bruto da produção para a indústria de transformação divulgado segundo os critérios ‘por atividade’ e ‘por empresa’ foi de somente 1,6% em 2001. Entretanto, ela é bastante significativa no que se refere a refino de petróleo, atingindo 20% neste mesmo ano. Isto ocorre porque na divulgação ‘por empresa’, todo o valor de produção industrial da Petrobrás é incluído na categoria refino de petróleo, enquanto na divulgação ‘por atividade’, somente o valor efetivamente direcionado a esta indústria é classificado nesta categoria, excluindo por exemplo o valor da extração de petróleo. Portanto, o caso do setor de petróleo merece ser enfatizado, pois a parte da produção direcionada à extração, na classificação ‘por empresa’, também está incluída no valor da indústria de transformação.

A tabela II.4. a seguir apresenta indicadores do valor da transformação industrial (VTI), *proxy* do valor adicionado, e do valor bruto da produção industrial (VBPI), ou simplesmente valor da produção⁴².

⁴² O valor da transformação industrial (VTI) é definido como a diferença entre o valor bruto da produção industrial (VBPI) e os custos das operações industriais (COI) na empresa. O VBPI é o valor, na empresa, obtido

Em 2000-2001, os cinco maiores setores (dois dígitos) da indústria de transformação concentraram 53,6% do valor da transformação industrial (VTI) e 55,1% do valor bruto da produção industrial (VBPI): alimentos e bebidas, petróleo, metalurgia básica, produtos químicos e veículos automotores.

As indústrias intensivas em escala, grupo no qual estão incluídos quatro dos cinco setores mencionados acima, representam mais da metade do valor da transformação industrial e do valor da produção. Este também foi o único grupo cujo VTI real cresceu significativamente após a desvalorização cambial ocorrida em 1999, graças ao desempenho de celulose e papel, petróleo, minerais não metálicos e metalurgia básica. Nos demais grupos, algumas indústrias também apresentaram desempenho positivo, tais como produtos de madeira – cuja performance está relacionada ao setor de celulose –, informática, eletrônicos e outros equipamentos de transporte. Em alguns casos, como celulose e outros equipamentos de transporte, esta performance foi impulsionada pelo desempenho exportador; em outros, como informática e eletrônicos, o resultado foi proporcionado pelo atendimento ao mercado interno⁴³.

Considerando o VBPI, as indústrias baseadas em ciência foram as que apresentaram melhor desempenho, seguidas pelas intensivas em escala. Vale destacar que o grupo ‘baseados em ciência’ se destaca no crescimento do valor da produção, mas não no aumento do valor adicionado, devido à forte participação do setor químico, responsável por aproximadamente 60% de seu montante, e que vem apresentando uma forte tendência à especialização produtiva. Já nas indústrias intensivas em escala, foi possível observar tanto uma elevação no valor da produção quanto no VTI, e portanto, um aumento no grau de verticalização. Para a média da indústria de transformação a tendência à especialização vem se sobrepondo e, portanto, o crescimento do VBPI foi superior ao do VTI.

pela soma das vendas de produtos e serviços industriais (receita líquida industrial) à variação dos estoques dos produtos acabados e em elaboração, e à produção própria realizada para o ativo imobilizado. COI é o valor dos custos, na empresa, diretamente envolvidos na produção, à exceção dos salários e encargos, tais como: consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes; compra de energia elétrica; consumo de combustíveis e peças e acessórios; serviços industriais e de manutenção e reparação de máquinas e equipamentos ligados à produção prestada por terceiros (IBGE / PIA). O valor da transformação industrial será utilizado como *proxy* do valor adicionado. Entretanto os conceitos não são idênticos, já que no VTI não são deduzidas as despesas relacionadas, por exemplo, a gastos com fretes, publicidade, manutenção, transportes e comunicação [Moreira (1999)].

⁴³ O desempenho destas indústrias será detalhado no final deste capítulo.

Tabela II.4
Valor da Transformação Industrial (VTI) e Valor da Produção Industrial (VBPI):
Indicadores Seleccionados por Setor Industrial

Setores	VTI		VBPI		VTI / VBPI (%)		Variação no coeficiente de importações entre 96-98 e 00-01
	Participação em 00-01	Variação real* entre 96-98 e 00-01	Participação em 00-01	Variação real* entre 96-98 e 00-01	No período 00-01	Variação entre 96-98 e 00-01	
Indústria de transformação	100%	0,2%	100%	3,8%	44,5%	-3,4%	14,3%
Dominados por fornecedores	17,5%	-13,2%	17,1%	-4,4%	45,4%	-9,2%	5,0%
Produtos têxteis	2,8%	-9,6%	2,9%	-6,7%	41,9%	-3,2%	-4,0%
Confecção	1,8%	-20,8%	1,8%	-23,9%	45,1%	4,3%	-14,4%
Artigos de couro e calçados	2,0%	-1,1%	2,2%	7,9%	40,1%	-8,2%	-18,8%
Produtos de madeira	1,3%	11,1%	1,1%	5,4%	51,5%	5,4%	-29,5%
Editores	3,9%	-25,5%	2,8%	-15,4%	61,9%	-12,2%	*
Artigos de borracha e plástico	3,6%	-11,4%	4,1%	8,1%	39,0%	-17,9%	9,2%
Móveis e indústrias diversas	2,1%	-8,8%	2,1%	-2,4%	43,7%	-6,5%	11,5%
Reciclagem	0,1%	6,9%	0,0%	16,5%	59,3%	-8,2%	*
Intensivos em escala	54,0%	8,9%	52,6%	5,7%	45,9%	3,6%	-0,6%
Produtos alimentícios e bebidas	15,5%	-13,9%	18,9%	-3,9%	36,6%	-10,3%	-34,2%
Produtos do fumo	0,9%	-17,7%	0,7%	-22,1%	58,2%	5,9%	*
Celulose e papel	4,2%	14,3%	3,6%	9,2%	51,8%	4,6%	-7,1%
- Celulose e outras pastas	1,1%	60,3%	0,7%	32,3%	70,7%	20,9%	15,0%
- Papel e produtos de papel	3,1%	4,2%	2,9%	5,0%	47,5%	-0,8%	-12,4%
Refino de petróleo	12,9%	145,9%	7,9%	86,0%	74,7%	31,6%	-3,7%
Prod. de minerais não-metálicos	3,9%	5,0%	3,2%	3,6%	53,3%	1,3%	-4,8%
Metalurgia básica	6,4%	11,9%	6,5%	9,6%	44,2%	2,1%	15,9%
- Produtos siderúrgicos	4,4%	7,0%	4,4%	5,9%	44,9%	1,1%	7,5%
- Metais não ferrosos e fundição	2,0%	24,6%	2,1%	18,2%	42,6%	5,1%	15,9%
Produtos de metal	3,3%	-15,7%	3,2%	-8,7%	46,3%	-7,4%	2,9%
Veículos	6,8%	-16,8%	8,6%	-8,3%	35,5%	-9,5%	0,3%
Fornecedores especializados	6,7%	-14,9%	6,2%	-8,5%	47,8%	-6,9%	10,3%
Máquinas e equipamentos	5,8%	-16,6%	5,5%	-9,9%	46,8%	-7,3%	5,7%
Instrumentação	0,9%	-2,0%	0,7%	4,3%	56,2%	-6,2%	22,5%
Baseados em ciência	21,1%	1,0%	23,5%	15,4%	40,1%	-12,4%	22,8%
Produtos químicos	11,9%	-9,2%	13,4%	6,3%	39,6%	-14,6%	25,5%
Informática	1,3%	134,9%	1,4%	151,9%	39,7%	-5,9%	-47,7%
Materiais elétricos	2,6%	-14,7%	2,7%	-3,6%	42,5%	-11,6%	62,8%
Mat. eletrônico/comunicações	3,6%	10,1%	4,1%	22,1%	39,1%	-9,5%	17,2%
Outros equipam. de transporte	1,8%	79,2%	1,9%	79,4%	42,7%	0,2%	0,2%

* valores deflacionados pelo IPA/FGV

Fonte: IBGE, MDIC

Elaboração própria

A relação entre o valor da transformação industrial (VTI) e o valor bruto da produção industrial (VBPI), como mencionado anteriormente, permite estimar o grau de verticalização dos setores. Quanto maior esta proporção, maior a adição de valor em relação ao total produzido e, conseqüentemente, mais verticalizado é o setor. No período 2000-2001, é possível observar que no grupo ‘baseados em ciência’ este percentual era inferior ao dos demais, pois este foi o grupo que mais sofreu os impactos da abertura comercial, substituindo a fabricação de diversos insumos e produtos finais por importações, e se especializando na

produção de alguns bens. Também é o grupo que apresenta a maior queda na relação VTI/VBPI, com destaque para a desverticalização dos setores químico, elétrico e eletrônico.

Por outro lado, os setores que seguiram caminho contrário ao da maior parte das indústrias e se tornaram mais verticalizados entre 1996-1998 e 2000-2001 – madeira, celulose, refino de petróleo, minerais não metálicos, metalurgia e outros equipamentos de transporte – estão entre os que apresentaram maiores índices reais de crescimento tanto do VBPI quanto do VTI e que vêm ganhando participação na indústria de transformação. Por outro lado, os setores eletrônico e informática foram os únicos com crescimento significativo acompanhado de forte especialização⁴⁴.

Na maior parte dos setores – aproximadamente 75% - foi possível observar um casamento entre o processo de (des)verticalização e (aumento) redução da penetração das importações nos períodos considerados. O grupo ‘intensivos em escala’, o único que apresentou aumento no grau de verticalização, também foi o único no qual a participação das importações no total produzido não se elevou. Em especial, a relação entre importações e desverticalização pode ser observada nos ‘baseados em ciência’, grupo que apresenta a mais baixa relação VTI/VBPI e que mesmo após a desvalorização cambial apresentou um crescimento de 22,8% na relação importações/produção.

A tabela II.5. apresenta alguns indicadores relacionados a emprego e salários. A importância das indústrias dominadas por fornecedores ganha destaque quando observamos os indicadores de emprego (coluna três): o grupo possui 37,9% do pessoal ocupado⁴⁵ da indústria de transformação, enquanto sua participação no VTI (coluna dois) é de somente 17,5%. Esta relação é válida para todas as indústrias deste grupo: todas se destacam mais pela participação no emprego do que no valor adicionado. O oposto é válido para os demais grupos e todos os seus setores, com exceção de alimentos e bebidas, produtos de metal e máquinas e

⁴⁴ Moreira (1999) classifica os setores em intensivos em tecnologia, mão-de-obra, recursos naturais e capital, e analisa a relação entre VTI e VBPI para cada um destes grupos entre 1989 e 1995, concluindo que houve aumento do grau de especialização para os intensivos em mão-de-obra e tecnologia, em contraposição ao aumento da verticalização para os intensivos em capital e recursos naturais. Para algumas indústrias, como refino de petróleo e siderurgia, o autor encontrou resultados similares aos obtidos neste trabalho, mas para diversas outras, como celulose, madeira e aeronaves, Moreira (1999) indica uma tendência à desverticalização entre 1989 e 1995, ao contrário do resultado aqui apresentado.

⁴⁵ Pessoas ocupadas em 31.12 do ano de referência da pesquisa, com ou sem vínculo empregatício, remuneradas diretamente pela empresa ou pela unidade. Inclui as pessoas afastadas em gozo de férias, licenças, seguros por acidentes etc., mesmo que estes afastamentos tenham sido superiores a 15 (quinze) dias. Considera-se pessoal ocupado: proprietários, diretores ou sócios, inclusive membros da família sem remuneração com atividade na empresa; pessoal assalariado ligado à produção e não ligado à produção (IBGE/PIA).

equipamentos. As indústrias dominadas por fornecedores também foram as que apresentaram, em média, o maior crescimento no número de pessoas ocupadas entre 1996-98 e 2000-01.

Tabela II.5
Pessoal Ocupado, Remuneração Mensal e Intensidade de Mão-de-Obra:
Indicadores Seleccionados por Setor Industrial

SETORES	VTI participação em 00-01 (%)	Pessoal ocupado		Remuneração média mensal em 00-01 (R\$)	VTI / pessoal ocupado em 00-01 (1000 R\$)
		Participação em 00-01 (%)	Variação no número absoluto de pessoas ocupadas entre 96-98 e 00-01		
Indústria de transformação	100%	100%	7,6%	935,0	50,0
Dominados por fornecedores	17,5%	37,9%	13,7%	621,6	23,1
Produtos têxteis	2,8%	5,2%	5,2%	644,6	26,4
Confecção	1,8%	7,9%	13,3%	394,9	11,4
Artigos de couro e calçados	2,0%	6,4%	31,5%	444,8	15,7
Produtos de madeira	1,3%	3,9%	18,0%	428,7	16,5
Editoração	3,9%	3,8%	1,5%	1.254,3	51,6
Artigos de borracha e plástico	3,6%	5,3%	13,8%	903,7	34,0
Móveis e indústrias diversas	2,1%	5,4%	11,1%	558,8	19,5
Reciclagem	0,1%	0,1%	76,2%	618,2	21,7
Intensivos em escala	54,0%	42,4%	4,8%	992,5	63,3
Produtos alimentícios e bebidas	15,5%	19,1%	8,1%	682,3	40,8
Produtos do fumo	0,9%	0,3%	-20,0%	1.429,4	131,0
Celulose e papel	4,2%	2,6%	-0,8%	1.222,9	81,1
- Celulose e outras pastas	1,1%	0,1%	-29,1%	2.469,2	374,7
- Papel e produtos de papel	3,1%	2,4%	1,6%	1.151,4	64,2
Refino de petróleo	12,9%	0,7%	-16,0%	4.667,1	900,2
Prod. de minerais não-metálicos	3,9%	5,5%	13,5%	667,3	35,1
Metalurgia básica	6,4%	3,2%	-1,4%	1.492,6	100,2
- Produtos siderúrgicos	4,4%	1,9%	-2,5%	1.693,2	116,7
- Metais não ferrosos e fundição	2,0%	1,3%	0,2%	1.200,8	76,1
Produtos de metal	3,3%	5,7%	4,8%	789,8	29,0
Veículos	6,8%	5,2%	-2,7%	1.743,1	66,2
Fornecedores especializados	6,7%	7,5%	8,3%	1.161,0	44,9
Máquinas e equipamentos	5,8%	6,5%	8,6%	1.180,2	45,1
Instrumentação	0,9%	1,0%	7,0%	1.036,4	43,5
Baseados em ciência	21,1%	11,5%	7,4%	1.630,5	92,1
Produtos químicos	11,9%	5,9%	5,9%	1.776,3	101,5
Informática	1,3%	0,4%	48,8%	2.080,1	162,9
Materiais elétricos	2,6%	2,9%	6,7%	1.148,0	44,0
Material eletrônico/comunicações	3,6%	1,5%	2,2%	1.931,2	120,4
Outros equipam. de transporte	1,8%	0,8%	17,2%	1.550,9	110,9

Fonte:PIA/IBGE
Elaboração própria

A elevada taxa de desemprego vigente nos anos noventa⁴⁶ reforça a importância das indústrias intensivas em mão-de-obra. O crescimento do nível de emprego – ou a expectativa de sua

⁴⁶ A taxa de desemprego aberto total, divulgada pela PME/IBGE, evoluiu de 4,3% em 1990 para 6,2% em 2001, tendo atingido o pico de 7,6% em 1998 e 1999. Considerando somente a indústria de transformação, este percentual cresce de 5,5% em 1990 para 6,7% em 2001, com máxima de 9,0% em 1998. Considerando as estatísticas divulgadas pela PNAD, estes dados se tornam mais dramáticos: entre 1990 e 2001, a relação entre desocupação total e população economicamente ativa passa de 3,7% para 9,4%. Pelo DIEESE/SEADE, para o

ocorrência - torna-se politicamente cada vez mais relevante, entre outras razões, por ser um forte determinante da aceitação popular dos governantes e, conseqüentemente, do resultado eleitoral. A diminuição da população empregada tende a reduzir a renda das famílias e seu poder de consumo, agravando a concentração de renda e a grave crise social brasileira. Portanto, apesar dos setores intensivos em mão-de-obra não serem proporcionalmente tão representativos em termos produtivos, se a alavancagem do crescimento econômico excluir o fortalecimento destas indústrias, baseando-se somente nos setores que empregam proporcionalmente menos, a elevação do produto interno poderá ser menos que proporcionalmente acompanhada pela redução das taxas de desemprego, um resultado pouco desejado na atualidade.

Todavia, os setores que apresentaram crescimento real no VTI entre os períodos observados, já mencionados acima, são em sua maioria pouco intensivos em mão-de-obra. As melhores taxas de crescimento estiveram concentradas em indústrias que participam proporcionalmente pouco no emprego industrial, contribuindo para uma retomada da atividade econômica fracamente associada a um reaquecimento no mercado de trabalho industrial. Em 2000-2001, estes setores responderam por 35,4% do VTI e 18,7% do pessoal ocupado. Além disto, o grupo ‘intensivos em escala’, o único que apresentou crescimento real do valor adicionado, foi também o que apresentou menor variação positiva na ocupação. Neste grupo estão também presentes as únicas indústrias nas quais houve queda no número de pessoas empregadas, apesar de terem apresentado elevada variação no valor adicionado real, indicativo indiscutível, portanto, de ganhos de produtividade: celulose e papel, refino de petróleo e metalurgia básica. Isto tem implicações sérias para o emprego industrial brasileiro, pois além da economia apresentar taxas de crescimento modestas e da indústria ter perdido participação no produto nacional desde o final dos anos oitenta, os setores industriais que se mostram um pouco mais dinâmicos não tendem a elevar sua mão-de-obra às taxas exigidas pelo atual cenário nacional.

A variável ‘remuneração média mensal’, relação entre o valor mensal de “salários, retiradas e outras remunerações”⁴⁷ e o pessoal ocupado de cada indústria, permite identificar quais pagam

mesmo período, a taxa de desemprego aberto varia de 7,2% para 11,2%. Para estas duas últimas fontes o ano de 1999 foi o que apresentou a maior taxa de desemprego no período considerado.

⁴⁷ Valor, na empresa, das importâncias pagas no ano a título de salários fixos, pró-labore, retiradas de sócios e proprietários, honorários, ajuda de custo, 13º salário, abono de férias, gratificações e participações nos lucros (quando não resultante de cláusula contratual). Os salários são registrados em bruto, sem deduções das parcelas correspondentes às cotas de previdência e assistência social (INSS), recolhimento de imposto de renda ou de consignação de interesse dos empregados (aluguel de casa, conta de cooperativa etc.). Excluem as diárias pagas a empregados em viagem, pagamentos a trabalhadores em domicílio e as participações ou comissões pagas a profissionais autônomos (PIA/IBGE). Ressalta-se que o valor divulgado é anual, sendo portanto dividido por doze para a construção da variável ‘remuneração média mensal’.

a remuneração *per capita* mais substancial⁴⁸. Pode-se observar que se proporcionalmente os dominados por fornecedores são os setores que mais empregam, ao mesmo tempo são os que pior remuneram. Como grupo, o pessoal ocupado das indústrias baseadas em ciência é o que obtém a maior remuneração média, mas os setores em que individualmente este valor é mais elevado estão classificados entre os intensivos em escala: refino de petróleo e celulose.

A variável que relaciona o VTI e o pessoal ocupado complementa as observações do parágrafo acima. Quanto maior for esta relação, mais a indústria adiciona valor por cada trabalhador e portanto menos intensivo em mão-de-obra é o setor. Como grupo, as indústrias dominadas por fornecedores – que possuem a menor remuneração média – são as mais intensivas em mão-de-obra, confirmando sua importância no que se relaciona ao quesito emprego. É possível observar uma forte correlação inversa entre o indicador de remuneração média e a intensidade de mão-de-obra, ou seja, os setores mais intensivos em mão-de-obra são os que apresentam uma remuneração média mais baixa. O coeficiente de Spearman indica uma correlação de 0,94 entre estas variáveis a 1% de significância. Alguns exemplos demonstram esta constatação: ‘refino de petróleo’ e ‘celulose’, as indústrias com remuneração média mais elevada, são as menos intensivas em mão-de-obra; similarmente, as indústrias de vestuário e acessórios, couro e calçados e produtos de madeira – que se destacam pelas remunerações mais baixas - são as que menos adicionam valor por trabalhador.

Alguns estudos sugerem que as empresas exportadoras brasileiras tendem a pagar salários mais elevados, em média, que as não exportadoras. Partindo desta idéia, buscou-se observar se existe uma relação positiva entre nível salarial e coeficiente exportador, cujos percentuais serão apresentados na próxima tabela. Pelo coeficiente de Spearman, não foi possível confirmar a existência de correlação significativa entre coeficiente de exportação e remuneração média.

Passemos agora a olhar mais detalhadamente os dados de comércio exterior (tabela II.6)⁴⁹.

⁴⁸ O pessoal ocupado em 31.12 não corresponde necessariamente à média anual, portanto em setores que apresentam sazonalidade, o valor da ‘remuneração média’ apresentado pode estar sub ou superestimado. Todavia, técnicos do IBGE consultados afirmaram que esta diferença não é significativa para os setores em geral.

⁴⁹ Os dados de comércio exterior, compatibilizados de acordo com a classificação CNAE, foram gentilmente fornecidos pela equipe do BNDES.

Tabela II.6
Comércio Exterior: Indicadores Seleccionados por Setor Industrial

SETORES	Exportações			Importações			Saldo comercial (US\$) 00-01
	Participação em 00-01	Exportações / produção (00-01)	Variação no valor exportado (US\$) entre 96-98 e 00-01	Participação em 00-01	Importações / produção (00-01)	Variação no valor importado (US\$) entre 96-98 e 00-01	
Indústria de transformação	100%	15,7%	13,4%	100%	16,6%	-1,6%	-2.415.128
Dominados por fornecedores	14,5%	13,2%	13,9%	5,2%	5,0%	-16,5%	4.029.639
Produtos têxteis	2,0%	10,7%	-7,3%	1,2%	6,6%	-25,4%	348.777
Confeção	0,4%	3,8%	21,9%	0,3%	2,7%	-45,9%	55.461
Artigos de couro e calçados	5,6%	39,5%	11,3%	0,6%	4,4%	-27,4%	2.235.922
Produtos de madeira	3,2%	46,2%	35,5%	0,1%	2,1%	-38,4%	1.391.475
Editoração	*	*	*	*	*	*	*
Artigos de borracha e plástico	2,1%	8,0%	6,2%	2,7%	10,9%	-1,6%	-345.765
Móveis e indústrias diversas	1,1%	7,9%	40,5%	0,3%	2,3%	-9,4%	343.770
Reciclagem	*	*	*	*	*	*	*
Intensivos em escala	54,6%	16,6%	2,6%	30,0%	9,6%	-12,9%	10.320.671
Prod. alimentícios e bebidas	20,0%	16,7%	-1,8%	3,8%	3,4%	-47,6%	7.178.415
Produtos do fumo	*	*	*	*	*	*	*
Celulose e papel	5,3%	22,8%	20,2%	2,0%	9,1%	-15,6%	1.418.248
- Celulose e outras pastas	3,2%	74,3%	39,1%	0,5%	11,6%	27,2%	1.201.743
- Papel e produtos de papel	2,1%	11,1%	-0,4%	1,5%	8,5%	-23,6%	216.505
Refino de petróleo	2,3%	4,7%	202,7%	8,4%	17,9%	48,7%	-2.920.400
Prod. de minerais não-metálicos	1,9%	9,0%	13,0%	0,9%	4,5%	-18,1%	412.464
Metalurgia básica	11,8%	28,7%	-10,5%	3,9%	10,1%	5,6%	3.444.554
- Produtos siderúrgicos	7,5%	27,0%	-13,4%	1,5%	5,7%	-5,4%	2.672.685
- Metais não ferrosos e fundição	4,3%	32,2%	-5,1%	2,4%	19,3%	13,8%	771.870
Produtos de metal	1,5%	7,3%	-1,7%	1,8%	9,3%	-22,0%	-182.576
Veículos	11,9%	21,7%	4,8%	9,2%	17,8%	-23,6%	969.967
Fornecedores especializados	7,4%	18,7%	-4,0%	16,8%	44,8%	-16,5%	-4.631.052
Máquinas e equipamentos	6,7%	19,0%	-7,8%	13,1%	39,4%	-21,2%	-3.201.898
Instrumentação	0,7%	15,9%	58,6%	3,7%	88,5%	6,2%	-1.429.155
Baseados em ciência	23,6%	15,8%	61,5%	48,0%	33,9%	17,7%	-12.134.386
Produtos químicos	7,8%	9,2%	1,6%	22,4%	27,7%	10,9%	-7.076.035
Informática	1,0%	10,8%	26,4%	4,0%	46,4%	10,0%	-1.449.104
Materiais elétricos	2,2%	12,6%	15,1%	6,9%	42,8%	30,2%	-2.309.366
Material eletrônico/comunicações	4,1%	15,9%	158,4%	10,4%	42,4%	18,6%	-3.068.848
Outros equipam. de transporte	8,5%	70,6%	221,9%	4,3%	37,9%	48,5%	1.768.967

Fonte: PIA/IBGE, ONU, Banco de dados do BNDES
 Elaboração própria

Os setores com maior participação na indústria de transformação brasileira, no que se refere às exportações, são produtos alimentícios, metalurgia, veículos e outros equipamentos de transporte, que representam conjuntamente mais da metade das exportações da indústria de transformação. Cabe destacar o desempenho de outros equipamentos de transporte, que inclui os setores de aeronaves, embarcações, veículos ferroviários e motocicletas e bicicletas. Ao todo, as exportações do setor cresceram 221,9%, e sua participação no total exportado pela

indústria de transformação passou de 3,0% em 1996-1998 para 8,5% em 2000-2001. Esta performance está relacionada essencialmente ao forte crescimento do segmento de aeronaves, que se tornou uma das principais indústrias exportadoras no Brasil. Ainda em relação ao crescimento das exportações, os setores que também merecem ser destacados são refino de petróleo e produtos eletrônicos, embora nestes dois casos a participação no total exportado pela indústria de transformação seja relativamente pequena, além de ambos serem altamente deficitários.

Entre os períodos analisados, houve um crescimento no valor exportado pela indústria de transformação, impulsionado pelo desempenho da maior parte de seus setores. As indústrias de metalurgia básica, máquinas e equipamentos, têxteis e produtos alimentícios se destacam como exceções a este comportamento. Em relação à indústria de alimentos, a queda no valor das exportações relaciona-se principalmente à redução no preço dos alimentos industrializados exportados observada no período; entretanto, como a diminuição no preço dos produtos importados foi mais que compensatória, o resultado foi uma elevação no saldo comercial do setor (+ 26,0%) [Piccinini e Puga (2001)].

Os setores que possuem coeficiente de penetração das exportações mais elevado, e portanto para os quais as exportações são mais relevantes, são celulose, outros equipamentos de transporte, produtos de madeira, couro e calçados e metalurgia básica. Com exceção de outros equipamentos de transporte, a capacidade de competição dos demais setores mencionados está ancorada em vantagens de custo relacionadas tanto aos baixos salários pagos à mão-de-obra brasileira, em relação ao padrão internacional, quanto a vantagens relacionadas aos recursos naturais, como o minério de ferro utilizado na produção siderúrgica, que apresenta excelente relação custo/qualidade, e o rápido crescimento do eucalipto em território nacional, barateando a produção de celulose fibra curta. Em relação às indústrias de couro e calçados e produtos de madeira, vale destacar que elas estão entre as que pior remuneram sua mão-de-obra em comparação aos demais setores da economia brasileira. Entretanto, estes não são os únicos fatores relacionados à presença brasileira no mercado internacional. Como veremos mais à frente, em alguns casos a preocupação com o aprimoramento tecnológico e com a modernização dos processos produtivos também está presente, e vantagens consideradas ‘naturais’ – como é o caso da celulose nacional – estão também relacionadas a uma preocupação de longo prazo com a inovação tecnológica.

As importações brasileiras aparecem concentradas nos setores químico e eletrônico e na indústria de máquinas e equipamentos. Como já mencionado, a abertura comercial,

acompanhada pela especialização das empresas em nichos produtivos bem definidos, incrementou especialmente as importações de produtos de alta tecnologia, nos quais o Brasil possui menores condições de competir com os importados. Nestes setores, as empresas atuantes no Brasil, com destaque para as multinacionais, adotaram uma estratégia de concentrar no país a produção de bens ou de etapas produtivas de baixo valor agregado, importando insumos ou produtos finais mais sofisticados. O resultado é visto no elevado déficit comercial gerado por estas indústrias. Além disto, a necessidade de adoção de processos produtivos modernos, associado à maior facilidade na aquisição de bens de capital estrangeiros, foi responsável pelo destaque destes três setores como os principais importadores nacionais, representando 45,8% das aquisições externas da indústria de transformação.

A soma das importações dos ‘fornecedores especializados’ e ‘baseados em ciência’ atinge 64,8% do total da indústria de transformação, sendo que estes grupos e todas as suas indústrias possuem coeficiente de importação significativamente mais elevado que os demais. Vale ressaltar que, com exceção de máquinas e equipamentos, todas as indústrias destes grupos apresentaram elevação nas importações após a desvalorização cambial de 1999. O setor ‘outros equipamentos de transporte’, apesar de apresentar forte incremento nas importações e na relação importações / produção, é o único destes grupos que apresenta saldo comercial positivo. Nesta indústria, as importações ocorrem como complemento da produção realizada internamente, concentrada em um produto de elevada sofisticação tecnológica como é o caso de aeronaves. Nas demais indústrias baseadas em ciência, por outro lado, as importações ocorrem não de forma complementar, mas atuando em nichos produtivos diferenciados, enquanto a produção nacional se dedica à fabricação de bens *commoditizados* e pouco sofisticados.

Para finalizar, vale notar que os setores dominados por fornecedores e intensivos em escala, excetuando somente refino de petróleo, artigos de borracha e plástico e artigos de metal, são os responsáveis pelo superávit comercial brasileiro. Por outro lado, todas as indústrias pertencentes aos ‘baseados em ciência’ e ‘fornecedores especializados’ são deficitárias, com exceção apenas de ‘outros equipamentos de transporte’. Apesar de o Brasil também produzir e exportar bens nos grupos deficitários, nestes casos existe uma diferença significativa entre os produtos fabricados internamente e os que são importados, estando estes concentrados em categorias de maior valor agregado. Produzir em setores como químico e eletrônico, considerados intensivos em tecnologia, não é garantia de comportamento dinâmico e tecnologicamente sofisticado. Apesar de apresentarem oportunidades tecnológicas mais

restritas, é possível inovar em setores tradicionais, através do desenvolvimento de processos sofisticados e da criação de produtos novos, com possibilidade de expansão no mercado internacional. Similarmente, é possível concentrar-se nos segmentos menos dinâmicos das indústrias baseadas em ciência, produzindo *commodities* com participação decrescente no mercado mundial. Neste caso - e este é majoritariamente o caso brasileiro - um país pode ter produção elevada nestas indústrias, mas somente em seus segmentos de baixa intensidade tecnológica, não podendo ser considerado inovador. Como enfatizou Meyer-Stamer (1995), muitos *policy-makers* e acadêmicos não percebem que a maioria dos setores industrial possui segmentos tanto de alta quanto de baixa tecnologia, e “de fato a indústria brasileira opera na grande maioria dos setores, incluindo equipamentos de computador, mas nos segmentos de baixa tecnologia” [Meyer-Stamer (1995)].

O tópico a seguir fará uma apresentação mais detalhada de indústrias selecionadas, buscando entender com maior profundidade seu padrão produtivo e de inserção no mercado internacional. Os setores foram selecionados primordialmente com base no desempenho comercial debatido acima, tendo sido escolhidos três setores altamente superavitários – celulose, produtos siderúrgicos e aeronaves – e três deficitários – produtos químicos, eletrônico/informática e bens de capital. A opção por apresenta-los com maior detalhe busca complementar a análise da estrutura produtiva, visando suportar de modo mais preciso a discussão sobre inovação tecnológica a ser realizada no capítulo seguinte.

É importante mencionar que o objetivo não é realizar uma discussão profunda sobre cada um dos setores, dado que, além de inviável, este não é o foco do trabalho. A idéia é apenas apresentar algumas particularidades relacionadas principalmente às nuances de seus desempenhos comerciais e às suas capacidades competitivas. Portanto, o tópico a seguir não fará uma análise original, mas será totalmente baseado em discussões já realizadas por outros autores, dado que o objetivo é somente entender melhor a situação atual dos setores selecionados e utilizar estas informações para compreender com maior grau de riqueza os indicadores tecnológicos com os quais trabalharemos posteriormente e que são o objetivo central do trabalho.

Existem alguns outros setores de alta relevância para a estrutura produtiva e/ou comercial brasileira, como por exemplo veículos automotores, petróleo e couro e calçados, sobre os quais não faremos uma apresentação em detalhe mas que, no capítulo seguinte, sempre que necessário, será realizada referências quanto às suas peculiaridades produtivas e comerciais

II.2.1. Padrão produtivo, tecnológico e comercial de setores deficitários

A indústria química⁵⁰ brasileira é uma das maiores do país, com elevada participação no valor da produção da indústria de transformação, assim como nas exportações. Entretanto, esta indústria vem apresentando déficits comerciais elevados e crescentes⁵¹, fruto sobretudo da especialização produtiva nacional em bens de baixo valor agregado, associado a importações de produtos com maior grau de sofisticação.

O elevado déficit comercial brasileiro do setor químico, e a notável diferenciação entre os bens produzidos internamente e os importados, estão intrinsecamente ligados à crescente internacionalização comercial e produtiva que vem ocorrendo especialmente a partir dos anos noventa, com o deslocamento da produção de *commodities* para os países em desenvolvimento, enquanto os produtos e processos mais sofisticados se concentram em nações mais avançadas tecnologicamente. Neste cenário, o déficit comercial brasileiro tornou-se uma questão estrutural, que não será alterado somente por uma desvalorização cambial: como pode ser observado na tabela II.6, as importações continuaram a crescer em 2000-2001, apresentando uma elevação média de 10,9% em relação a 1996-1998⁵². Concomitantemente, com a abertura comercial implementada em grande parte das nações, as multinacionais passaram a centralizar a fabricação de alguns produtos antes realizada em países em desenvolvimento, o que acarretou na extinção de parte da produção da indústria química brasileira.

Como enfatiza Furtado (2003):

Fosse a indústria química intensiva em recursos naturais ou mão de obra, poder-se-ia imaginar um gradual deslocamento da produção desses produtos para países onde o custo dos fatores é inferior; mas não é esse o caso. Em consequência, é provável que uma parte importante da indústria química permaneça centralizada nas grandes unidades produtivas, de posição hierárquica mais elevada dentro da estrutura corporativa, nos países detentores de empresas e setores mais desenvolvidos. Inexistindo forças de expulsão (dos países onde se originam as empresas e produtos) e de atração (em relação aos países periféricos), a indústria deverá permanecer centralizada. Um fator de descentralização relevante seria representado pelos custos de transporte, que obrigariam à produção em proximidade dos mercados, ou as proteções tarifárias. Uns e outras foram reduzidos, e nisso as empresas cumpriram papéis relevantes, desenvolvendo logística, de um lado, pleiteando desonerações tarifárias, de outro lado [Furtado (2003)].

Entre 1997 e 2001, assim com a indústria química em geral, o setor petroquímico também foi deficitário, apresentando crescimento das importações de 4,2% entre 1997-1998 e 2000-

⁵⁰ Ver Furtado (2002).

⁵¹ Entre 1996-1998 e 2000-2001, o déficit da indústria química apresentou um crescimento de 16,2%.

⁵² Este déficit pode ser amenizado em períodos de baixo crescimento econômico, dado que as importações nacionais, concentradas em bens de alto valor, possuem elevada elasticidade renda. Entretanto, com a recuperação da economia, *ceteris paribus*, a tendência é de piora no saldo comercial do setor.

2001⁵³. Dentro deste segmento, o Brasil tem superávit somente em *commodities*, que é fortemente superado pelos déficits exibidos nos demais produtos não padronizados. Em consequência, as exportações representaram, em 2000-2001, apenas 41% do valor das importações petroquímicas. Em nível mundial, a produção petroquímica se caracteriza pela predominância de grandes conglomerados internacionalizados, mas no Brasil, apesar da presença de um número expressivo de companhias internacionais de grande porte, o setor é dominado por firmas nacionais⁵⁴. No entanto, enquanto as empresas brasileiras produzem basicamente produtos não diferenciados, as estrangeiras, apesar de possuírem uma participação menos expressiva, concentram-se em segmentos mais especializados do mercado.

Entre os problemas relacionados ao setor petroquímico brasileiro, cabe ressaltar o tamanho reduzido das firmas nacionais, em comparação ao padrão observado internacionalmente. A fragilidade das empresas nacionais pode ser identificada por: a) reduzidos gastos em P&D, em comparação com grandes firmas internacionais, dificultando a geração de novos produtos⁵⁵. No caso das multinacionais, há fortes evidências de que a maior parte dos esforços de P&D se concentra nos países de origem das empresas; b) pequeno número de patentes registradas, obrigando as companhias nacionais a incorrerem em custos mais elevados em decorrência da necessidade de licenciamento de tecnologias e c) pelos elevados déficits comerciais, dado que as exportações são compostas principalmente por produtos *commoditizados*, enquanto as importações, realizadas principalmente por filiais de multinacionais, apresentam valores médios sensivelmente superiores aos dos produtos exportados⁵⁶ [Além (2003)]. Furtado (2003) enfatiza que “existe uma relação direta entre inovatividade, desenvolvimento tecnológico, atualização e capacitação industrial, de um lado, e competitividade e comércio internacional, de outro lado (...) As insuficiências dos grupos petroquímicos nacionais em termos de desenvolvimento, sobretudo tecnológico, desdobram-se em limitações da balança comercial e de serviços” [Furtado (2003)].

⁵³ Com exceção dos dados apresentados nas tabelas anteriores, os demais foram calculados com base em estatísticas divulgadas em Além (2003).

⁵⁴ A indústria petroquímica brasileira foi impulsionada nos anos setenta (II PND), com destaque para a criação dos pólos de Camaçari, na Bahia, e Triunfo, no Rio Grande do Sul, através de um modelo tripartite (Estado, capital nacional privado e sócio estrangeiro). Em meados dos anos oitenta, com a incapacidade de investimento estatal relacionada à crise econômica do período, a privatização setorial passa a ser planejada, sendo implementada entre 1992 e 1996, com a desestatização de 27 empresas.

⁵⁵ Como foi reconhecido na publicação “Ações setoriais - química”, do MDIC, com a abertura da economia, várias empresas eliminaram seus departamentos de P&D, agravando a distância em relação às inversões em pesquisa e desenvolvimento praticadas pelas grandes empresas estrangeiras do setor e aprofundando a dependência do complexo químico de inovações realizadas externamente.

⁵⁶ No setor petroquímico, por exemplo, para as filiais de empresas estrangeiras o valor médio das exportações era US\$ 1,3/Kg, enquanto o das importações alcançava US\$ 5,8/Kg; já para as empresas nacionais estes valores eram de, respectivamente, US\$ 0,37/Kg e US\$ 0,91/Kg (1997). Fonte: Secex, *in*: Furtado (2003)

Entre todos os segmentos do setor químico⁵⁷, a indústria farmacêutica, uma das mais dinâmicas tecnologicamente em comparação aos demais setores industriais, é a que apresenta a menor relação entre exportações e importações: 15,0% em 2000-2001, contra uma média de 34,7% para a indústria química. A indústria farmacêutica⁵⁸ atua em quatro estágios de desenvolvimento: 1) P&D, 2) produção de fármacos, 3) produção de especialidades farmacêuticas e 4) *marketing* e comercialização de especialidades farmacêuticas. As grandes empresas multinacionais em geral operam em todos os estágios, distribuindo-os pelos países onde estão presentes de acordo com suas estratégias. No caso brasileiro, a maior parte das subsidiárias das empresas estrangeiras, que dominam de 70 a 80% do mercado nacional, se concentra principalmente no terceiro e quarto estágios, e somente em menor grau nos demais. Nos anos noventa, o movimento predominante nas filiais nacionais foi o de desativar suas produções locais de fármacos, passando a importá-los de suas matrizes. Diversas empresas passaram a importar também os medicamentos prontos, realizando somente a atividade comercial. No caso das firmas de capital nacional, a maior parte também atua somente nos terceiro e quarto estágios⁵⁹.

As mudanças ocorridas no setor nos anos noventa, como a liberalização dos preços dos medicamentos e a promulgação da Lei de Patentes (1996), não foram suficientes para estimular o desenvolvimento da indústria farmacêutica no Brasil. Na década de noventa, ao menos até a promulgação da Lei dos Genéricos (1999), o setor farmacêutico não foi alvo de nenhum tipo de apoio governamental⁶⁰. A redução das tarifas de importação de insumos e medicamentos prontos a quase zero acarretou na concentração da produção nas etapas finais, e no forte incremento das importações, que vêm substituindo em grande parte a produção interna.

⁵⁷ O setor químico pode ser dividido em produtos petroquímicos de primeira e segunda geração, produtos químicos inorgânicos e defensivos agrícolas, produtos farmacêuticos, artigos de perfumaria e produtos químicos diversos.

⁵⁸ Baseado em Frenkel (2002).

⁵⁹ Frenkel (2002) menciona que apenas três empresas nacionais realizam regularmente em atividades de P&D, e quatro atuam integralmente nas segunda, terceira e quarta etapas. Em sua maioria, as empresas que operam na segunda etapa são originárias de políticas de incentivos estabelecidas nos anos oitenta.

⁶⁰ Com o lançamento do programa de genéricos, os laboratórios nacionais passaram a expandir as suas participações no mercado, aumentando a potencialidade de se ter uma indústria local significativa no segundo estágio, através da produção de fármacos de genéricos. Frenkel (2002) enfatiza que a introdução dos genéricos, em associação à legislação de patentes, vem estimulando diversos laboratórios nacionais a organizar suas atividades de P&D, em associação às grandes universidades brasileiras. Este movimento tende a beneficiar o setor, no longo prazo, alterando por exemplo o potencial exportador da indústria farmacêutica brasileira. Entretanto, como a Lei de Genéricos é de 1999, seus impactos em termos produtivos e principalmente tecnológicos não são suficientemente captados neste trabalho, pois os dados aqui utilizados vão até 2001.

Apesar das diferenças existentes na indústria química, é possível afirmar que, em geral, ela se concentra em etapas que adicionam pouco valor e em bens padronizados, enquanto as importações passaram a responder, após a abertura comercial, pelos produtos mais caros e diferenciados. A atração de multinacionais ao país, em si, não necessariamente alteraria este quadro, pois muitas delas já estão presentes no Brasil. A maior parte das grandes empresas com interesse na América do Sul incluiu o Brasil como base principal de operações no continente, sem que isto tenha alterado o resultado comercial do setor, dado que o superávit obtido com os países do Mercosul e da Aladi é fortemente suplantado pelo déficit gerado com os países desenvolvidos. Este quadro só seria alterado se processos que adicionam mais valor passassem a ser realizados internamente.

Outro setor deficitário que merece destaque é o ‘material eletrônico e de comunicações’⁶¹ – ou simplesmente materiais eletrônicos -, que apresentou crescimento real de 10,1% no VTI e aumento de 158,4% no valor exportado entre os períodos 1996-1998 e 2000-2001. Este crescimento foi simultâneo a um forte processo de desverticalização, verificado pela queda de 9,5% na relação VTI/VBPI, que em 2000-2001 alcançou 39,1%, um dos menores percentuais entre todos os setores. O comércio internacional tornou-se mais relevante, como indica o crescimento do coeficiente de exportações, que passa de 5,7% para 16,7%, e de importações, de 36,2% para 42,4%.

Considerando a abertura a três dígitos da CNAE⁶², a performance exportadora do setor de materiais eletrônicos está relacionada ao desempenho de ‘aparelhos transmissores’ (terminais de telefonia celular, equipamentos de telecomunicações, entre outros), responsável por 56% das exportações do setor em 2000, cujas exportações tiveram crescimento de 447% entre 1997 e 2000. Este resultado foi impulsionado pela reforma regulatória do setor, inaugurada com a quebra do monopólio estatal na exploração de serviços de telecomunicações em 1995 e seguida pela privatização das empresas do antigo Sistema Telebrás, além do início dos investimentos em telefonia celular banda B⁶³. A introdução de um ambiente concorrencial, associada ao estabelecimento de uma regulação orientada para a expansão da infra-estrutura de telecomunicações, induziram a realização de volumes significativos de investimentos por parte das prestadoras de serviços. As decisões de investimento das empresas fabricantes de

⁶¹ A análise deste setor está baseada em Piccinini e Puga (2001), Melo *et al.* (2001), Nassif (2002), Oliva (2002) e Gutierrez e Alexandre (2003).

⁶² ‘Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações’, atividade 32 da CNAE, é composta por ‘aparelhos de telefonia e radiotelefone e transmissores de televisão e rádio’, ‘aparelhos receptores de rádio e televisão e de reprodução, gravação ou amplificação de som e vídeo’ e ‘material eletrônico básico’.

⁶³ Durante a primeira metade dos anos noventa, este segmento foi pouco afetado pela liberalização comercial, pois a Telebrás, operadora estatal brasileira, continuou dando preferência às empresas sediadas no país.

equipamentos de telecomunicações surgiram a reboque da ampliação do mercado, tanto através do fortalecimento das atividades de firmas que já se encontravam em território brasileiro quanto em função de novos investimentos externos diretos. Como resultado, o Brasil passou a abrigar quase todos os grandes representantes do mercado mundial, como Ericson, NEC e Siemens, que já atuam no Brasil há décadas, e Motorola, Nortel, Nokia e Lucent, que entraram no mercado nacional na segunda metade da década de noventa⁶⁴.

Entretanto, apesar do crescimento apresentado, a relação exportações/importações, em 2000, do segmento ‘aparelhos transmissores’ alcançava apenas 56%, gerando conseqüentemente saldo comercial negativo. Entre as razões deste déficit, destaca-se que os investimentos realizados no setor concentraram-se especialmente em mercados recém-criados, como a telefonia móvel. Outros grupos de equipamentos finais, como aqueles associados às funções de transmissão e de comutação, seguem motivando volumes de importações de dimensões não desprezíveis, revelando limitações na capacidade de oferta local [Oliva (2002)].

Historicamente, a indústria de equipamentos de telecomunicações, assim como a indústria de informática, foi beneficiada pela Lei de Informática (Lei 7232, de 29 de outubro de 1984). Suas diretrizes mais importantes estavam centradas na fixação da reserva de mercado para empresas de capital nacional e na concessão de incentivos fiscais, tributários e creditícios às firmas, cuja obtenção era condicionada à exigência de índices de nacionalização no processo produtivo. Esta Lei expiraria em 1992, mas já no ano anterior um conjunto de incentivos foi concedido novamente aos bens e serviços de informática, automatização e telecomunicações de base digital, em virtude do elevado crescimento das importações após a abertura comercial, originando a Lei 8.248, de 23 de outubro de 1991.

Esta Lei apresentou alterações relevantes em relação à anterior, substituindo o índice de nacionalização pelo chamado processo produtivo básico (PPB), uma série mínima de etapas do processo produtivo, para cada produto final, a ser realizada obrigatoriamente no Brasil. Em geral, o PPB para produtos eletrônicos restringe-se somente à montagem desses itens no País a partir de um conjunto de componentes que podem ser importados. As empresas beneficiadas teriam redução no IPI⁶⁵ ao aplicar 5% do faturamento bruto obtido na venda de bens de

⁶⁴ O BNDES também teve um papel importante na atração das empresas de telecomunicações para o país. Ao sinalizar para as novas operadoras do sistema de serviços de telecomunicações que a análise dos projetos de financiamento seria menos criteriosa nas situações em que o projeto incorporasse preferencialmente equipamentos produzidos no Brasil, as empresas passaram a pressionar os fornecedores globais a montar fábricas no país.

⁶⁵ O desconto no IPI se inicia em 95% e é reduzido ao longo dos anos, chegando a um mínimo de 85% nas regiões brasileiras menos desenvolvidas de 70% nas demais regiões.

informática e microeletrônica em atividades de P&D, sendo ainda obrigatória a contratação de 2% deste percentual junto a entidades de pesquisa ou universidades sediadas em território nacional, sem vínculo societário com a empresa. Com o final de sua vigência em 1999, ela foi prorrogada por decretos-lei até ser novamente sancionada 2001, como Lei 10.176, de 11 de janeiro de 2001. Em linhas gerais, a Lei atual manteve as premissas gerais da anterior, mas uma das mudanças implementadas foi o aumento do percentual do faturamento que deverá ser direcionado a instituições de pesquisa, passando de 2% para 2,3%, mantendo-se o total de 5%.⁶⁶

Em um momento de crise das telecomunicações em nível internacional, em que várias unidades produtivas têm sido fechadas ao redor do mundo, a exigência de montagem local em contrapartida aos benefícios da Lei de Informática tem sido determinante para a manutenção das atuais plantas das empresas transnacionais no País. Os recursos destinados à pesquisa e desenvolvimento como contrapartida aos benefícios da Lei de Informática ao longo dos últimos anos vêm produzindo alguns frutos. Entre outras iniciativas, cabe ressaltar a criação de centros de pesquisa como o Instituto Eldorado, o Instituto Genius e a Fitec, criados respectivamente pela Motorola, Gradiente e Lucent, a criação de centros de P&D, como o da Ericsson, e a assinatura de convênios com universidades e centros de pesquisa.⁶⁷

O segmento de ‘aparelhos receptores’, que abrange os bens eletrônicos de consumo como televisores, videocassetes, DVDs, rádios etc, tem a produção concentrada na região da Zona Franca de Manaus, onde gozam de benefícios como a redução de 88% do Imposto de Importação e isenção de IPI em contrapartida ao cumprimento de um PPB que novamente exige somente a montagem local de produtos a partir de componentes não necessariamente nacionais. A abertura comercial, em associação ao fim da exigência de um índice de nacionalização para a obtenção dos benefícios, que foi substituído pelo PPB, teve forte impacto negativo na balança comercial deste subsetor. Em consequência, as empresas de componentes existentes na região foram paulatinamente eliminadas, sendo substituídas por

⁶⁶ Em 2003, uma emenda à Lei de Informática permitiu a redução em 50% da aplicação em pesquisa e desenvolvimento referente ao faturamento bruto sobre microcomputadores de valor até R\$ 11 mil. Simultaneamente, elevou os percentuais de benefício da redução do IPI devido pelas fabricantes de tais produtos, fortalecendo o estímulo à realização de P&D.

⁶⁷ Historicamente, não se pode deixar de mencionar a criação do laboratório de P&D da Telebrás, nos anos setenta, o CPqD. Este se destacou pelo corpo técnico de alta qualidade e pelo desenvolvimento bem-sucedido de alguns produtos e atividades, através da empresa Trópico. Com as mudanças ocorridas na segunda metade dos anos noventa, o CPqD promoveu um processo de reestruturação, reduzindo projetos de desenvolvimento em curso e enxugando parte de seu quadro de pesquisadores.

insumos importados utilizados na montagem dos produtos, que é praticamente a única atividade produtiva desenvolvida atualmente pelo segmento.

O déficit comercial do setor é, portanto, resultado deste modelo em vigor, no qual as empresas atuantes no Brasil encontram-se altamente dependentes das importações dos sofisticados componentes fabricados no exterior. Em geral, as etapas de montagem final e teste de produto acabado exigidas para a concessão de incentivos tanto na Zona Franca de Manaus⁶⁸ como pela Lei de Informática agregam pouco valor ao bem, pois parte substancial do valor do produto já se encontra presente nos componentes adquiridos externamente.

A quase inexistente atuação local de fornecedores torna este déficit comercial, assim como no setor químico, estrutural. Também restringe a competitividade da indústria, elevando seu custo e limitando o desenvolvimento de inovação tecnológica. O aumento da produção e exportação de produtos acabados, concomitante à manutenção das importações de insumos, partes e peças, não deve reverter este quadro, pois a tendência do setor é que a agregação de valor esteja cada vez mais concentrada nos componentes⁶⁹.

Como consequência, o subsetor ‘material eletrônico básico’⁷⁰ foi responsável por 64,6% do déficit total da indústria eletrônica, sendo que as exportações deste segmento corresponderam a somente 10% do total importado. A situação é especialmente séria nos ‘circuitos integrados’, responsáveis por 54,4% das importações do subsetor, cuja produção interna é praticamente nula. A tendência de longo prazo é de aumento da participação dos circuitos integrados no valor dos produtos eletrônicos, assim como em outras cadeias produtivas, o que tende a agravar ainda mais a situação da balança comercial do setor no Brasil. Para muitos autores⁷¹, a solução passaria pela criação de uma política industrial e tecnológica para o setor, voltada ao adensamento da cadeia produtiva, mediante a fabricação local de parte dos componentes importados.

⁶⁸ Além (2003) questiona se a existência da Zona Franca de Manaus, ao facilitar as importações de insumos, não dificultaria o estabelecimento das grandes empresas de peças e componentes no Brasil. A fábrica de capacitores da Siemens é citada como exemplo, por ser competitiva internacionalmente e exportar para o mundo, exceto Manaus. Mas vale ressaltar que o desconto no imposto de importação aos fabricantes de Manaus é proporcional ao valor agregado nacionalmente.

⁶⁹ As empresas de componentes eletrônicos que ainda atuam no Brasil, em geral, enfrentam dificuldades, pois a crescente internacionalização das indústrias de bens finais exige que qualquer fornecedor seja homologado junto ao centro de desenvolvimento do produto para que receba a denominação de fornecedor global. Isso implica a capacidade de pronto atendimento a qualquer uma das unidades fabris da corporação, independentemente de localização geográfica, o que elimina as fabricantes de menor porte.

⁷⁰ Inclui circuitos integrados, cinescópios e válvulas, diodos e transistores, circuitos impressos, capacitores, dispositivos de cristal líquido, resistores e demais materiais.

⁷¹ Ver estudos citados.

Entre os períodos 1996-1998 e 2000-2001, a indústria de ‘máquinas para escritório e equipamentos de informática’⁷², tratada neste texto como indústria de informática, apresentou o maior crescimento real no valor da produção e o segundo maior do VTI (+134,9%). O pessoal ocupado acompanhou esta performance, apresentando crescimento de 48,8% em números absolutos⁷³. O comércio exterior, por outro lado, não apresentou o mesmo entusiasmo: as taxas de variação das exportações e importações apresentaram performances bem menos significativas, indicando que o fortalecimento da indústria foi prioritariamente voltado para o atendimento do mercado interno. Como resultado, houve queda no coeficiente de exportação (de 18,0% para 10,8%) e, especialmente, no coeficiente de importação (de 88,6% para 46,4%).

A indústria de informática tem no Brasil o mesmo padrão de produção descrito na indústria eletrônica: aquisição de *kits* fechados e/ou importação maciça de componentes para montagem do produto final nacionalmente, em um processo com baixa adição local de valor. As estatísticas revelam uma redução nas importações de bens finais (-19%, considerando máquinas de escrever e calcular, copiadoras e computadores) e uma elevação de 28,7% nas importações de equipamentos periféricos para máquinas eletrônicas, que em 2000 foi responsável por 88% do déficit desta indústria. Indicam, portanto, fortalecimento industrial no que se refere à montagem de produtos finais, associado à manutenção da dependência da aquisição de componentes estrangeiros. Além disto, parte das importações necessárias ao aumento de produção da indústria de informática estão classificadas no setor eletrônico, não prejudicando seu próprio saldo comercial⁷⁴.

Historicamente, o setor de informática foi estimulado pela reserva de mercado estabelecida a partir de meados dos anos setenta. As empresas de pequeno e médio portes de capital nacional foram protegidas, acarretando especialmente a multiplicação das firmas de microcomputadores, para os quais se exigia que o projeto fosse nacional, beneficiando indiretamente a utilização de componentes locais. A maior parte das empresas nacionais buscou contratos de fornecimento de tecnologia estrangeira. A Lei de Informática foi lançada em 1984, de acordo com o explicado anteriormente. Entre os equívocos associados a esta Lei, especificamente no caso da indústria de informática, é ressaltado o elevado nível de

⁷² Ver Nassif (2002b).

⁷³ Por outro lado, segundo estudo do professor Marcio Pochmann, da Unicamp, divulgado em Melo *et al.* (2001), o número de empregos na indústria ligada aos segmentos de informática e de telecomunicações diminuiu, entre 1989 e 1999, 48,1% e 54,5%, respectivamente, especialmente nos postos de trabalho melhor qualificados.

⁷⁴ Furtado (2003) faz uma observação similar no que se refere ao complexo agroindustrial, enfatizando que o superávit por ele gerado tem como contrapartida um déficit no setor químico devido à aquisição de adubos e defensivos, medicamentos e vacinas veterinárias.

verticalização da produção, associado ao estrito controle de importações e às ambiciosas exigências dos índices de nacionalização que acabaram por onerar demasiadamente os custos locais de produção. Apesar do expressivo crescimento do mercado nacional de informática na década de oitenta, foi possível observar uma excessiva fragmentação da produção, resultado do grande número de empresas atuantes no setor, o que pode ser fatal em segmentos nos quais a possibilidade de redução de custos médios depende da obtenção de economias de escala⁷⁵.

A eliminação da reserva de mercado, associada à abrupta abertura comercial que a seguiu, fez com que, no início da década de 90, o setor de informática nacional quase desaparecesse, sendo substituído por importações. Como mencionado, a gravidade da situação culminou na elaboração, em 1991, de uma nova Lei de Informática, que vem estimulando a manutenção de diversas empresas em território nacional, embora se dedicando, de maneira geral, somente à montagem dos bens.

A indústria de máquinas e equipamentos⁷⁶ brasileira passou por dois períodos de grande transformação: o Plano de Metas, nos anos cinquenta, e o II PND, na segunda metade da década de setenta. Nos anos oitenta, a indústria de bens de capital mecânicos, que é altamente dependente do nível de investimento da economia, sofreu os impactos negativos da instabilidade econômica. Nesta década, também se destaca a difusão do paradigma eletrônico integrado à mecânica, originando uma série de novas máquinas e equipamentos, com maior valor agregado, que passam a exigir um conjunto de capacitações tecnológica e produtiva distintas das que predominavam até então. No caso brasileiro, a difusão deste novo paradigma foi heterogênea, circunscrita principalmente às maiores empresas do setor.

Nos anos noventa, o setor continuou sendo prejudicado pelo frágil desempenho da atividade econômica. A liberalização comercial implementada no início da década atingiu a indústria de máquinas e equipamentos ao eliminar importantes barreiras não-tarifárias (notadamente o estatuto que impedia a importação quando existisse um “similar nacional”) e reduzir as tarifas existentes, que freqüentemente chegaram a zero. Estes fatores prejudicaram a produção industrial do setor, favorecendo a substituição de máquinas nacionais por estrangeiras⁷⁷. Como

⁷⁵ Melo *et al.* (2002) argumentam que, com todas as críticas que possam ser feitas à reserva de mercado para a informática, ela foi uma das únicas grandes iniciativas de política industrial brasileira para o setor de eletrônica. Apesar da restrição aos investimentos estrangeiros para a fabricação de componentes eletrônicos no país, sem conseguir consolidar a presença nacional em seu lugar, os autores defendem que a reserva de mercado promoveu o desenvolvimento da indústria de computadores, no que se refere à fabricação e projeto.

⁷⁶ Baseado em Vermulm e Erber (2002).

⁷⁷ Em 2000, a produção interna equivalia a aproximadamente 60% do que fora em 1980.

apresentado na tabela II.4, entre 1996-1998 e 2000-2001 o valor adicionado foi reduzido em 16,6% e o valor da produção, em 9,9%, ambos em termos reais.

Vermulm e Erber (2002) observam que a crise dos anos noventa, associada à elevação da concorrência proporcionada pela abertura comercial, induziu os diversos setores da economia a uma busca por redução de custos através de modificações nos métodos de organização da produção; ou seja, procurou-se aumentar a produtividade com baixas aquisições de novas máquinas e equipamentos. As exportações, prejudicadas pela sobrevalorização cambial, crescerem em montante insuficiente para compensar a retração do mercado interno. A tabela II.6 mostra que, em 2000-2001, enquanto o coeficiente de exportações alcançava 19%, a penetração das importações chegava a 39,4%.

Em geral, a visão político-econômica predominante nos anos noventa tinha entre seus argumentos a idéia que a falta de competitividade e a baixa modernização da indústria brasileira como um todo seria decorrência do excesso de proteção então existente à indústria de bens de capital⁷⁸ nacional, que apresentaria um atraso estrutural. Ao facilitar as importações de máquinas e equipamentos, o governo tinha a expectativa de que os demais setores iriam se modernizar. Portanto, a exposição desta indústria à forte concorrência com bens importados foi uma política pública intencionalmente adotada.

Até o fim dos anos oitenta, havia uma relação de complementaridade entre a produção doméstica e a importação de máquinas e equipamentos. Na década seguinte, esta complementaridade se perdeu, e a elevação das importações deixou de ser acompanhada pelo crescimento na produção interna. Além de crescente, as importações de máquinas e equipamentos apresentam, de modo consistente, uma relação US\$/tonelada maior do que as exportações, sugerindo um perfil de especialização brasileiro em bens de menor sofisticação tecnológica, o que dificulta a ampliação da participação nacional nas exportações mundiais. Por outro lado, apesar de elevadas, as importações de bens de capital estão contidas pela retração do mercado interno, devendo crescer com a esperada recuperação da atividade econômica. Conjuntamente, estes indicadores não sugerem que espontaneamente venha a ocorrer uma alteração no déficit comercial do setor⁷⁹.

⁷⁸ O conceito de bens de capital é convencionalmente identificado com máquinas e equipamentos.

⁷⁹ Vermulm e Erber (2002) defendem a realização de políticas de substituição de importações e de geração de exportações para aprimorar o atual resultado da balança comercial setorial, visando reduzir o atual déficit comercial do setor, mas não eliminá-lo, pois o elevado número de produtos diferenciados existentes estimula os países a se especializarem na produção e exportação de alguns segmentos desta indústria, mantendo a importação dos demais.

Assim como observado nas indústria química e eletrônica, com a abertura comercial parte das cadeias produtivas de máquinas e equipamentos foi internacionalizada, e muitos componentes passaram a ser importados. Similarmente, este movimento está relacionado, em alguns casos, à falta de escala suficiente para a produção local de componentes. Em outros, relaciona-se à influência das multinacionais, que procuram tirar proveito da especialização das suas plantas espalhadas pelo mundo, obrigando os produtores brasileiros a adquirirem das suas unidades atuantes no mercado externo os componentes que deixaram de ser produzidos localmente.

O processo de reestruturação produtiva realizado pela indústria de máquinas e equipamentos aumentou sua produtividade e a qualidade dos bens que fabrica. Entretanto, a capacidade competitiva brasileira se concentra em produtos de média e baixa intensidade tecnológica, cujo ciclo de vida já atingiu a maturidade, e que são caracterizados por serem intensivos em insumos e em mão-de-obra. É possível afirmar que no Brasil os produtos padronizados e intensivos em insumos são explorados tanto por empresas nacionais quanto estrangeiras, enquanto os chamados bens de capital sob encomenda, que envolvem um conjunto mais complexo de conhecimento, são dominados por firmas de capital estrangeiro.

Entre os principais pontos negativos desta indústria, os autores destacam o excesso de verticalização existente em alguns segmentos; a elevada diversificação do gama de produtos fabricados por empresas individuais; a baixa escala produtiva, em termos internacionais; o fraco desenvolvimento da produção de componentes e a limitada capacidade técnica em engenharia de produto e processo. Entre as estratégias sugeridas para aprimorar a capacidade competitiva do setor, vale destacar o estabelecimento de alianças estratégicas com empresas estrangeiras, ainda não atuantes no Brasil, visando ampliar o acesso a ativos comerciais e tecnológicos desenvolvidos no exterior.

Em relação a políticas públicas, os autores são favoráveis à realização de um programa de difusão de tecnologias setoriais, argumentando que apesar da indústria de bens de capital ser intensiva em tecnologia, a grande heterogeneidade existente no setor produtivo é resultado da não difusão de tecnologias dominadas. Outro instrumento adequado seria utilizar os instrumentos clássicos de financiamento a atividades inovadoras, como a concessão de incentivos fiscais à P&D.

Em síntese, foi possível mostrar que os setores deficitários nacionais possuem diversas características em comum: 1) todos são setores tradicionalmente identificados como importantes geradores e difusores do progresso tecnológico; 2) as importações se concentram em produtos tecnologicamente mais sofisticados e caros, enquanto a produção local e as

exportações são caracterizadas por *commodities*; 3) em geral, estão concentrados em etapas produtivas que adicionam pouco valor, dependendo das importações de componentes (eletrônicos e máquinas e equipamentos) ou insumos (indústria farmacêutica) de alto valor; 4) possuem superávit comercial com países menos desenvolvidos (América Latina em geral), e déficit com as nações avançadas (Nafta, União Européia e alguns países asiáticos) e 5) em todos os casos a participação de empresas sob controle estrangeiro na receita operacional líquida industrial (ROLIT) fica acima da média da indústria de transformação⁸⁰ [Moreira (1999b)].

Cabe enfatizar que, apesar da frágil atuação em território nacional, estas indústrias possuem elevadas oportunidades tecnológicas que não estão sendo adequadamente aproveitadas localmente. Este padrão produtivo, além de resultar em elevados déficits comerciais, limita o desenvolvimento tecnológico não somente dos próprios setores, mas da economia ao todo, dado que grande parte das inovações é gerada nestas indústrias e que, no caso nacional, o acesso aos produtos inovadores vem ocorrendo prioritariamente via importação.

II.2.2. Padrão produtivo, tecnológico e comercial de setores superavitários

A indústria de celulose⁸¹ apresentou um dos melhores desempenhos da indústria de transformação entre os períodos 1996-1998 e 2000-2001, especialmente no que se refere ao valor adicionado. A variação real no VTI de 60,3%, acompanhada de uma redução no pessoal ocupado em 29,1%, indica significativa elevação da produtividade. A performance setorial está diretamente relacionada a seu desempenho exportador, que apresentou um aumento de 39,1%. Vale lembrar que o setor de celulose é o que apresenta o mais elevado coeficiente de exportação entre as indústrias de transformação, alcançando 74,3%.

A atual performance desta indústria está intimamente relacionada ao crescimento da produção e exportação da celulose de eucalipto fibra curta, reflexo de uma inovação bem sucedida da indústria brasileira⁸². Já no início dos anos cinquenta técnicos da S/A Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo conseguiram produzir papel para escrever com celulose de eucalipto. O sucesso do experimento levou algumas empresas a pesquisarem o processo industrial de

⁸⁰ Considerando os setores a dois dígitos da CNAE, apenas as indústrias de fumo e veículos possuem participação estrangeira na ROLIT mais elevada que as indústrias analisadas.

⁸¹ Baseado em Fonseca (2003) e Juvenal e Mattos (2002).

⁸² A produção mundial de celulose é dividida em pastas de alto rendimento, celulose sulfito branqueada e não branqueada e celulose sulfato branqueada e não branqueada, esta última representando mais de 80% do total. A celulose sulfato, ao todo, é dividida em celulose fibra curta, da qual faz parte a celulose de eucalipto, e celulose fibra longa.

produção de celulose de eucalipto em grande escala e sua aplicabilidade para a produção de papel de escrever de boa qualidade. O êxito das pesquisas com o eucalipto permitiu a ampliação da produção de celulose no Brasil. Merece destaque o papel de algumas companhias da época, como Panamericana Têxtil, Suzano e Papel Simão, que realizaram investimentos em laboratórios nacionais e no exterior para garantir um produto similar ao papel fabricado com celulose fibra longa. Entre os fatores que se destacam na consolidação das bases da indústria nacional de celulose e papel está a política de incentivos fiscais de 1966 (Lei 5.106), que permitia a dedução de imposto de renda para investimentos em projetos de reflorestamento aprovados pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), e em consequência propiciou a expansão dos maciços florestais de espécies exóticas no Brasil, especialmente o *pinus* e o eucalipto.

No contexto do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) foi formulado o Primeiro Programa Nacional de Papel e Celulose (I PNPC), em 1974. Neste momento, ganha impulso a pesquisa voltada a aprimorar a tecnologia florestal. As grandes empresas de papel e especialmente, de celulose, passam a investir no melhoramento genético que resultou, nos anos noventa, na maior produtividade florestal do mundo. Com raras exceções, as diretrizes do PNPC são responsáveis pelo atual perfil da indústria de celulose brasileira⁸³.

Entre 1986 e 1992, mais que projetos de implantação, foram realizados investimentos em modernização e ganhos de produtividade, havendo uma preocupação também com a profissionalização na gestão das empresas. Nos anos noventa, acompanhando uma tendência mundial, o setor de celulose e papel passou por um severo processo de consolidação, no qual as empresas nacionais buscaram elevar sua escala produtiva, visando posicionar-se melhor no mercado. Mas, diferentemente do observado em outros setores industriais brasileiros, esta consolidação acarretou a entrada de controladores estrangeiros somente em casos isolados⁸⁴.

Atualmente, o país aparece como o sétimo produtor mundial de celulose, atrás respectivamente de EUA, Canadá, China, Finlândia, Japão e Suécia (2000). Estes países, em sua maioria, direcionam a celulose produzida para a fabricação de papel nas próprias empresas

⁸³ Merece destaque o papel do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) no desenvolvimento desta indústria em vários momentos, como nos anos cinquenta, quando apoiou o uso da celulose de eucalipto, que era uma tecnologia pioneira e inovadora, e no financiamento da implantação da Aracruz e da Cenibra, empresas que impulsionaram a produção de celulose voltada à exportação.

⁸⁴ A participação das empresas estrangeiras na receita operacional líquida (ROLIT) no setor de celulose e papel é 21%, contra 35% da indústria de transformação (1997) [Moreira (1999b)].

integradas⁸⁵, adicionando valor ao dominar mais uma etapa da cadeia produtiva. No Brasil, no caso da celulose fibra longa, praticamente toda a produção também é utilizada na fabricação de papel pelas próprias empresas integradas; em contraposição, no caso da celulose fibra curta, a maior parte do volume produzido é direcionada à exportação. Considerando somente a celulose de mercado⁸⁶, o Brasil aparece como o terceiro maior produtor e exportador mundial, atrás de Canadá e Estados Unidos. Em relação à celulose fibra curta de mercado e, em especial, à celulose fibra curta de eucalipto de mercado, o Brasil é o maior produtor mundial, tendo apresentado no primeiro caso um crescimento médio anual de 9,5% entre 1990 e 2001.

As grandes empresas integradas do Hemisfério Norte são extremamente competitivas da produção de celulose até a fabricação e comercialização de papéis. Entretanto, possuem desvantagem nas etapas iniciais da cadeia produtiva, basicamente na fase de plantação de florestas homogêneas e na logística. O tempo de maturação de uma árvore, do seu plantio ao corte representa um claro diferencial de custos: enquanto o eucalipto brasileiro pode ser cortado em sete anos, o eucalipto da Península Ibérica e do Chile tem uma maturação de 11 a 12 anos e os pinheiros do norte da Europa, de 30 a 40 anos. Este diferencial nacional não é somente resultado da benignidade da natureza com o território nacional, mas também fruto inicialmente das pesquisas que viabilizaram a produção de papel de qualidade com base em celulose de eucalipto, e posteriormente, dos aprimoramentos que permitiram o alcance desta elevada produtividade. No Brasil, a logística de transporte da matéria prima até a fábrica também é considerada eficiente, colaborando na consolidação da vantagem competitiva do setor. As vantagens nacionais na plantação florestal são atenuadas pelos custos relacionados ao financiamento, além dos custos energéticos e químicos, nos quais estamos em desvantagem em relação aos concorrentes internacionais.

As empresas brasileiras têm realizado investimentos para intensificar as vantagens naturais existentes atualmente, através da implementação de parcerias com a Embrapa, por exemplo no projeto de investimento no preparo de mudas com auxílio da biotecnologia. Inovações relacionadas à adoção de processos produtivos menos danosos ao meio ambiente, como os sistemas de branqueamento livres de cloro elementar, também foram significativamente adotadas nos anos noventa. Os grandes projetos existentes atualmente entre a iniciativa privada e as Universidades estão focados na celulose fibra curta, com destaque para o

⁸⁵ As empresas integradas estão presentes em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a plantação das árvores, passando pela produção de celulose que é direcionada à fabricação e comercialização de papéis.

⁸⁶ Celulose não utilizada pelas empresas integradas, mas sim revendida no mercado, interno ou externo, para que outras companhias a utilizem na produção de papel.

seqüenciamento do genoma do eucalipto e criação de eucaliptos mais resistentes e adequados a diferentes plantações. A pesquisa brasileira realizada pela indústria de celulose e papel tem se concentrado no eucalipto, que deve mobilizar cada vez mais recursos, dado que as atuais vantagens competitivas do setor dependem dramaticamente da liderança de custos dos produtores brasileiros.

Não se destacam, por outro lado, inovações voltadas a adicionar mais valor à cadeia como um todo. Em relação ao aprimoramento tecnológico, o que tem sido enfatizado é o fortalecimento da produção de celulose fibra curta de eucalipto que, fortemente voltada à exportação, é utilizada na fabricação de papel por grandes empresas no exterior. A vantagem competitiva da celulose nacional não beneficiou a indústria brasileira de papel em montante suficiente para transformá-la, por exemplo, em uma indústria capaz de atender tanto ao mercado interno quanto se tornar também significativamente exportadora. Apesar do setor de papel também ter gerado resultado positivo na balança comercial, ele é responsável por somente 15,3% do saldo setorial. Portanto, apesar do fortalecimento da indústria de celulose nacionalmente, são as empresas concentradas nos países desenvolvidos que continuam se destacando como competitivas na fabricação de papel.

Em relação à indústria papelreira, embora tenha havido progressos nos últimos anos, observa-se uma grande heterogeneidade tecnológica do parque industrial nacional, com máquinas de diferentes idades. O maior problema em relação à obtenção de economias de escala na produção de papel continua a ser o baixo consumo *per capita*, apesar do consumo nacional ter crescido acima da média mundial nos anos noventa. O consumo e a produção de papel vêm apresentando crescimento sintonizado, com exceções como o papel de imprensa, no qual a demanda nacional tem se elevado a taxas superiores à oferta. Como resultado, apenas 15% da produção papelreira é exportada, com destaque para os papéis de imprimir, no qual esta participação alcança 30%. Entretanto, enquanto as exportações brasileiras se destacam nos papéis de imprimir e escrever não revestidos, os papéis revestidos, de maior valor, se sobressaem pelo lado das importações.

Em relação ao setor de produtos siderúrgicos⁸⁷, assim como no caso da indústria de celulose, observa-se um crescimento no valor adicionado (7,0%) e no valor da produção (5,9%) , acompanhado de redução no pessoal ocupado (-2,5%) entre 1996-1998 e 2000-2001, indicando ganhos de produtividade. No mesmo período foi possível observar uma queda no

⁸⁷ Com exceção das estatísticas apresentadas nas tabelas II.4, II.5 e II.6, os demais dados e análises se baseiam em De Paula (2002) e Andrade e Cunha (2002).

valor exportado superior à redução do valor importado, culminando na redução do saldo comercial setorial que, apesar disto, se manteve entre os mais elevados de toda a indústria.

Os produtos siderúrgicos (aços) são classificados em semi-acabados e acabados (laminados). Os semi-acabados são consumidos diretamente pelas empresas siderúrgicas para produção dos laminados, sendo também demandados pelos setores automobilístico, de máquinas e equipamentos industriais, agrícola e ferroviário. Os laminados são utilizados por consumidores finais e se dividem em planos e longos, que se subdividem em aço carbono e aço especial⁸⁸.

A produção mundial de aços longos foi ultrapassada pela de aços planos em 1995; em valores, a diferença entre as duas tem sido ainda mais significativa do que em toneladas, uma vez que alguns produtos planos se notabilizam pelo elevado conteúdo tecnológico. A produção de semi-acabados, por outro lado, caracteriza-se por adicionar pouco valor em relação à de laminados. O enobrecimento dos produtos tem sido uma tendência da siderurgia mundial, através do crescimento significativo de laminados de alto valor agregado. Internacionalmente, a preocupação das empresas tem se voltado, além do enobrecimento dos produtos, à redução de custos.

De Paula (2002) enfatiza que a intensidade de gastos em P&D varia consideravelmente entre os segmentos da siderurgia, sendo maior no caso de aços especiais e menor para grande parte dos laminados longos comuns. O autor também enfatiza que apenas duas inovações radicais ocorreram no século XX: o conversor básico a oxigênio e o lingotamento contínuo. Por outro lado, inúmeras inovações incrementais têm contribuído para a elevação dos indicadores de qualidade, rendimento energético e das matérias-primas e produtividade dos equipamentos e da mão-de-obra. A exemplo de outros setores maduros, a inovação ocorre em muitos casos através da incorporação de mudanças ocorridas em outras indústrias, como a informática e a mecânica. Em todo o mundo, as empresas siderúrgicas vêm dedicando uma parcela crescente de seu orçamento de P&D para novos produtos, além de se concentrarem no melhoramento dos processos já existentes, e deixando o desenvolvimento de novos processos produtivos a

⁸⁸ Os semi-acabados são placas, blocos, lingotes e tartugos. Os principais laminados planos são: 1) em aço carbono: não revestido (bobinas e chapas grossas; bobinas e chapas finas laminadas a quente; bobinas e chapas finas laminadas a frio) e revestido (folhas de flandres; folhas cromadas; bobinas e chapas eletro-galvanizadas; bobinas e chapas galvanizadas ou zincadas a quente); 2) em aço especial: bobinas e chapas em aços ao silício (chapas elétricas); bobinas e chapas em aços inoxidáveis e bobinas e chapas em aços ao alto carbono e em outros aços ligados. Já os laminados longos se dividem em: 1) em aço carbono: perfis leves; perfis médios; perfis pesados; trilhos e acessórios ferroviários; vergalhões; fio-máquina (principalmente para arames); barras (construção mecânica); tubos sem costura; trefilados; 2) em aço ligado/especial: fio-máquina (para parafusos e outros); barras em aços construção mecânica; barras em aços ferramenta; barras em aços inoxidáveis e para válvulas; tubos sem costura; trefilados.

cargo dos fabricantes de equipamentos e empresas de engenharia. Na siderurgia, assim como em muitos setores, a apropriação dos resultados da inovação é maior em relação às inovações de produto, que permitem a prática de preços mais elevados.

No caso brasileiro, o setor siderúrgico foi impulsionado especialmente na década de setenta, sendo considerado prioritário no II PND. Em 1974 foi constituída a Siderurgia Brasileira SA (Siderbrás), *holding* estatal para o controle e coordenação da produção siderúrgica do setor público. O primeiro surto de investimentos do setor ocorreu entre 1974 e 1983, estando relacionado à implantação e expansão de empresas estatais. No final dos anos oitenta, aproximadamente 65% da capacidade produtiva setorial era controlada pelo Estado, mas a queda de investimentos ocasionada pela crise econômica nacional reduziu a modernização do parque industrial, distanciando-o dos padrões internacionais de qualidade. As siderúrgicas estatais, com alto nível de endividamento, passaram a realizar baixos investimentos em tecnologia e conservação ambiental, e demonstravam menor velocidade na reformulação de processos produtivos e na obtenção de ganhos de produtividade.

Em 1988, foi iniciado o processo de privatização da indústria siderúrgica, que se seguiu sob polêmica até 1993. Para Andrade e Cunha (2002), entre os ganhos decorrentes da privatização estão a autonomia para atuar independentemente de interferências políticas, gestão orientada para resultados, redução de custos, elevação da produtividade e da qualidade, realização de investimentos em modernização, meio ambiente, logística e infra-estrutura etc. A partir de 1994, ocorre o segundo surto de investimento da história do setor no Brasil, voltado à produção de laminados, especialmente ao enobrecimento de produtos. Entretanto, alguns investimentos, realizados pela CST, Cosipa e CSN, também têm se direcionado à produção de semi-acabados⁸⁹.

A produção nacional, voltada ao mercado interno até os anos oitenta, direcionou-se às exportações na ‘década perdida’, devido à redução no consumo nacional gerada pela crise econômica. Desde o início dos anos noventa, em função da recuperação do mercado doméstico, da imposição de barreiras protecionistas por outros países ou do próprio crescimento do fluxo comercial de produtos siderúrgicos, a participação das exportações brasileiras no comércio mundial foi se reduzindo, passando de 6,0% (1992) a 3,1% (2000). As exportações, que em 1992 representavam 53% do volume produzido internamente, em 2001 alcançam 37%. Além disto, passam a se concentrar em produtos de menor valor adicionado: a

⁸⁹ Considerando o setor de metalurgia básica como um todo, a participação das empresas sob controle estrangeiro foi 15% (1997) [Moreira (1999b)].

participação dos semi-acabados, em tonelagem, cresce de 39,2% (1990) para 68,4% (2001) das exportações brasileiras de produtos siderúrgicos; em termos monetários, este percentual evoluiu de 28,6% para 47,3% no mesmo período⁹⁰.

Entre 1992-2001, as importações totais de produtos siderúrgicos passaram de 178 mil para 1,09 milhão de toneladas, apresentando crescimento contínuo em todos estes anos, com exceção de 1999. Como resultado, o saldo comercial dos produtos siderúrgicos no período sofreu uma queda de 29,2%, proporcionada pela redução do saldo de aços laminados (planos, 80% e longos, 66%), apesar do incremento de 35,6% no saldo comercial dos produtos semi-acabados. Todavia, tanto nos aços laminados quanto nos semi-acabados as exportações superam significativamente as importações, com exceção de raros produtos, em determinados anos. Vale notar que a penetração das importações é mais elevada em produtos de alto valor agregado, como chapas de aços especiais, inoxidáveis e galvanizadas.

De Paula (2002) conclui que a atual estratégia de crescimento da siderurgia brasileira é dual, uma vez que grandes investimentos em laminação, garantindo a sofisticação dos produtos, têm se voltado ao atendimento ao mercado interno, enquanto aços semi-acabados, de menor valor agregado, estão sendo direcionados ao comércio exterior.

A indústria siderúrgica brasileira possui, atualmente, um dos custos de produção mais baixos no mundo em laminados longos (blocos/tarugos e fiação) e laminados planos (placas e bobinas laminadas a frio). Em relação às matérias-primas, o Brasil possui enorme vantagem competitiva relacionada ao minério de ferro, cuja relação custo/qualidade é unanimemente reconhecida. Os reduzidos custos salariais, em comparação ao padrão internacional, constituem-se em outra primordial vantagem da siderurgia brasileira e dos países em desenvolvimento em geral⁹¹. Por outro lado, as despesas financeiras e, em menor medida, os custos do carvão mineral são historicamente uma desvantagem ao setor.

Atualmente, entre os laminados, o segmento de mercado mais fortalecido no Brasil é o de aços longos comuns, no qual o consumidor é pulverizado, com baixa capacidade de importação; os requerimentos tecnológicos são os menores da indústria; a escala de operação não é tão crítica,

⁹⁰ Entre 1996-1998 e 2000-2001, as exportações foram reduzidas, em volume, em apenas 0,8%: a queda em aços planos foi quase totalmente suprida pelo crescimento em aços longos e semi-acabados. Entretanto, em valor – como visto na tabela II.6 – as exportações apresentaram uma redução de 13,4%.

⁹¹ Em uma pesquisa apresentada em De Paula (2002), os salários-hora praticados na siderurgia brasileira, em 2001, foram superiores somente aos da China e México, sendo aproximadamente 2/3 inferiores aos valores encontrados em países desenvolvidos. Esta vantagem ainda é parcialmente atenuada pela produtividade da siderurgia brasileira, que é cerca de 1/4 inferior à dos países industrializados, apesar de ter crescido substancialmente entre 1991 e 2001, passando de 11 para 5,4 homens-hora por tonelada.

ao mesmo tempo em que existem grandes usinas instaladas no Brasil dedicadas a esse mercado; e o porte empresarial dos principais grupos que operam no segmento (Gerdau e Belgo- Mineira/Arcelor) é satisfatório. O segmento de aços planos comuns se caracteriza por necessidades elevadas e crescentes de investimentos em P&D. Embora as empresas brasileiras atuantes no segmento (CSN, Usiminas e Cosipa) possuam uma escala satisfatória, elas apresentam desenvolvimento tecnológico inferior ao das siderúrgicas européias e japonesas. Já o segmento de longos especiais possui produtos de alto custo unitário, favorecendo a importação, e o leque de produtos ofertado é muito elevado, o que encarece a produção.

No que tange aos esforços tecnológicos das siderúrgicas brasileiras, De Paula (2002) cita, com base em estudos das grandes empresas do setor, que antes e depois da privatização a indústria siderúrgica nacional caracteriza-se por realizar mudanças técnicas incrementais, de cunho adaptativo ou otimizador. O primeiro tipo se refere à adequação da base técnica adquirida, geralmente importada, a condições locais; o segundo busca maximizar o rendimento operacional de uma dada tecnologia já incorporada na produção, sem promover alterações significativas. Para tanto, é primordial a aquisição de tecnologia externa, especialmente as incorporadas em equipamentos. Assim sendo, o aprimoramento tecnológico do setor caracteriza-se, no caso brasileiro, por processos desenvolvidos no exterior.

Os autores destacam que no início da década de noventa, o esforço em pesquisa era inferior ao realizado por concorrentes internacionais, e os gastos em P&D eram prioritariamente direcionados aos recursos humanos. Eles concluem que as estratégias tecnológicas das empresas analisadas estão relacionadas a fatores estruturais ligados à contextualização da siderurgia brasileira no cenário internacional, e não ao predomínio público ou privado. Portanto, a privatização não poderia ser – e não foi – uma medida de ruptura frente à situação de baixa intensidade de pesquisa da siderurgia brasileira. Por outro lado, apesar de importantes, os recursos humanos se tornaram menos significativos em relação aos gastos totais em P&D. De Paula (2002) também menciona os resultados encontrados por Furtado *et al.* (2000): ao analisar seis empresas antes e após serem privatizadas, o autor observa que o esforço tecnológico – mensurado pela relação entre dispêndios em pesquisa e faturamento – não sofreu alterações, mantendo-se inferior ao realizado pelas empresas líderes internacionais.

Vale ressaltar que durante os anos setenta e oitenta, o país adotou, para o setor, restrição ao fluxo de tecnologia desincorporada. A liberalização dos procedimentos para importação de tecnologia no início da década de noventa facilitou a aquisição de tecnologias não disponíveis no Brasil. A CSN, por exemplo, apesar de manter constante a proporção do faturamento

direcionada a P&D, incrementou consideravelmente os gastos em importação tecnológica após sua privatização.

O setor ‘outros equipamentos de transporte’, composto pelas indústrias de aeronaves, motocicletas e bicicletas, veículos ferroviários e embarcações, também apresentou crescimento real significativo entre 1996-1998 e 2000-2001, com aumento de 79,2% no VTI. O fortalecimento do setor vem sendo determinado essencialmente por seu desempenho positivo no mercado internacional. Entre os grupos baseados em ciência e fornecedores especializados, este setor, deficitário no período 1996-1998, torna-se o único superavitário em 2000-2001, resultado impulsionado pelo crescimento de 221,9% das exportações. Neste período, o setor responde pelo segundo maior coeficiente de exportação entre as indústrias de transformação, 70,6%. Este desempenho comercial é determinado pela indústria de aeronaves, que responde por 96,3% das exportações e 87,1% das importações de outros equipamentos de transporte (2000-2001), e apresentou crescimento de 286,0% nas exportações entre os períodos mencionados, tornando-se superavitária a partir de 1999⁹².

Como mencionado anteriormente, a indústria de aeronaves foi uma das únicas que apresentou uma preocupação histórica com a questão tecnológica. Os resultados que vêm colhendo atualmente, como a crescente capacidade de disputar o mercado externo, são resultados de uma política de longo prazo que, apesar de deficiente em alguns momentos, foi imprescindível para a geração dos frutos atuais.⁹³ A capacidade competitiva e comercial desta indústria está diretamente relacionada ao desempenho apresentado pela Embraer; portanto, a compreensão desta indústria exige uma análise da performance desta empresa.

A Embraer foi criada por iniciativa do Governo Federal em 1970, vinculada ao Ministério da Aeronáutica Brasileira, com o objetivo de implantar e disseminar a indústria aeronáutica no país. Desde o início, a empresa contou com um permanente apoio do Estado, sem precedentes na história do desenvolvimento tecnológico e industrial no país, através de incentivos fiscais, políticas governamentais de compra, estímulo à formação de recursos humanos de alto nível e fomento para a execução de pesquisa básica e aplicada. Esta experiência foi viabilizada também graças ao apoio de institutos de excelência como o Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

⁹² Todos demais segmentos de outros equipamentos de transporte, a três dígitos, foram deficitários em 2000-2001.

⁹³ Todas as informações sobre a Embraer foram obtidas em Bernardes, R. (2000).

A Embraer foi concebida para ser uma montadora final, que se dedicaria exclusivamente à montagem de aeronaves. Para não verticalizar desnecessariamente a produção e onerar sua estrutura de custos, foi decidido que o fornecimento de componentes seria efetuado por outras empresas nacionais ou estrangeiras. Entretanto, a empresa teria condições de determinar com autonomia o desenvolvimento do setor, em função da posição que ocupava e da estratégia de capacitação tecnológica que adotou. “A Embraer focalizou seus esforços naquelas tecnologias-chave que determinam o avião como produto final, renunciando aos sonhos dos anos 30 e 40 de construir um avião, com motores, componentes e peças totalmente nacionalizados” [Bernardes (2000)]. Os esforços foram direcionados para a capacitação na área de projetos de aviões e na integração do *mix* de componentes adquiridos pela empresa. O autor enfatiza, tendo em vista a alta densidade tecnológica deste setor, que a autonomia tecnológica não é traduzida necessariamente na intensidade da nacionalização das peças e componentes utilizadas na produção de uma aeronave⁹⁴. No caso da Embraer, o controle de tecnologia através da capacidade de integração de sistemas foi interpretado como uma meta mais crucial que o aumento do índice de nacionalização⁹⁵.

A Embraer é uma empresa que delineou uma trajetória dinâmica em relação aos processos de capacitação e inovação tecnológica desde o tempo em que era uma empresa estatal. O eixo central na estratégia tecnológica adotada pela Embraer não foi estruturado na importação de “pacotes tecnológicos” a serem posteriormente “abertos”, adaptados às condições locais e eventualmente otimizados mediante engenharia reversa. Os esforços visavam adquirir competência através de uma sólida capacitação de pesquisa básica aplicada e uma contínua preocupação com a formação dos recursos humanos capazes de se apropriar de soluções tecnológicas específicas. Também merece destaque a absorção de conhecimentos através da contratação de empresas e mão-de-obra qualificada. Foi possível observar uma combinação

⁹⁴ Duas diferenças podem ser observadas em relação à indústria de informática. Em primeiro lugar, diferentemente do ocorrido no setor de aeronaves, a indústria de informática perseguiu metas de nacionalização, verticalizando excessivamente a produção e encarecendo os produtos finais. Por outro lado, o desenvolvimento atual da indústria de informática vem sendo limitado pela frágil produção de componentes em território nacional, do qual depende grande parte do desenvolvimento tecnológico desta indústria. Já no caso do setor de aeronaves, a autonomia tecnológica pôde ser alcançada mesmo dependendo da importação de insumos sofisticados. Ou seja, a montagem de aeronaves envolve proporcionalmente maior adição de valor que a montagem de produtos eletrônicos finais.

⁹⁵ Segundo Dagnino (1994) *apud* Bernardes (2000), se o índice de nacionalização tivesse sido perseguido como meta, “nos anos 90 ela poderia ter chegado próximo aos 50%, mas este fator teria implicado na adoção de uma estratégia tecnológica completamente diferente. Os custos seriam talvez até mesmos proibitivos e o tempo de entrada no mercado seria seguramente maior, pois tal estratégia implicaria na reprodução de todo o ciclo de desenvolvimento dos países centrais. Basta lembrar, por exemplo, que o número de países que fabricam motores aeronáuticos com tecnologia própria não é superior a cinco”.

entre o conhecimento localmente desenvolvido e o obtido mediante acordos de transferência tecnológica, consultoria externa ou licenciamento, viabilizando a conquista do mercado de aeronaves de médio porte.

A Embraer continua sendo uma empresa que investe altos montantes em P&D, cerca de 8% em relação ao seu faturamento, sendo atualmente uma das poucas empresas nacionais que dispõem de ampla excelência nos processos completos de aprendizagem tecnológica. Dos gastos em atividades de inovação realizados pela empresa, cerca de 50% são destinados em P&D interna, 30% em desenho industrial, 15% em comercialização de novos produtos e 5% são gastos de capital em máquinas, *software* e outros equipamentos associados com novos produtos ou processos. Bernardes (2000) enfatiza que a Embraer vem se dedicando progressivamente às atividades mais nobres de projeto, desenvolvimento, engenharia de sistemas e integração, reduzindo seu grau de verticalização e adotando estratégias de buscar parceiros para executar funções de fabricação de partes e subsistemas, bem como montagens de sistemas e kits. Entretanto, comparando os períodos 1996-1998 e 2000-2001, não foi possível observar uma elevação na relação VTI/VBPI, que se manteve estável no período.

A situação da empresa foi abalada pela crise fiscal do Estado nos anos oitenta, sofrendo um processo de degradação de seu parque produtivo ocasionado pela queda dos investimentos e financiamentos públicos. Entre os problemas enfrentados pela EMBRAER no período merecem destaque a falta de flexibilidade empresarial, mercado externo civil e militar em recessão, desenvolvimento de projetos sem averiguação das condições de mercado e sem estrutura adequada de financiamento etc. Os anos que antecederam a sua privatização, ocorrida em 1994, foram marcados por crescentes dificuldades financeiras e queda nas vendas. Os elevados e contínuos prejuízos, num quadro de crise fiscal e institucional do Estado, no início dos anos noventa, acabaram por inviabilizar qualquer tentativa governamental para a resolução do impasse financeiro sofrido pela empresa, tornando-se impraticável a manutenção de subsídios ou sua capitalização.

O processo de privatização implicou em uma profunda transformação nas formas de gestão, organização institucional, cultura empresarial e na visão de negócio da EMBRAER. O lançamento do projeto ERJ-145, seu primeiro jato regional, foi o responsável pela recuperação da empresa após sua desestatização, devido ao aquecimento do mercado internacional de aviação regional. O projeto havia sido elaborado em 1989, mas só foi viabilizado pelas parcerias estabelecidas com empresas mundiais e pela agilidade e flexibilidade conquistadas após o processo de privatização. Ressalve-se que a excelência tecnológica sempre foi o ponto

forte da empresa, e que os novos controladores souberam preservá-la mantendo, por exemplo, seu departamento de engenharia. Por deter o *design* e a tecnologia que as outras empresas não possuíam, a EMBRAER conseguiu atrair parceiros internacionais para investir no projeto ERJ 145: se a empresa não desfrutasse de uma posição estratégica no mercado, enquanto geradora de tecnologia, as possibilidades de celebrar estas alianças poderiam não ter sido promissoras. Além do bem-sucedido lançamento do projeto ERJ-145, a empresa elaborou um plano de reestruturação organizacional e também implementou um processo de modernização e informatização das linhas de produção. Os resultados da capacidade competitiva da empresa e do setor de aeronaves brasileiro, portanto, estão relacionados à recuperação da empresa após a privatização, mas também à capacitação tecnológica acumulada ao longo de sua história.

Diferentemente do observado em relação aos setores deficitários, as indústrias superavitárias escolhidas apresentam comportamentos diferenciados entre si. Entre as semelhanças observadas, destaca-se o fato dos três setores terem sido considerados prioritários nos anos setenta, sendo alvo de políticas públicas específicas que determinaram, em grande parte, seu grau de desenvolvimento atual. No caso de celulose e produtos siderúrgicos, eles se destacam, em tempos recentes, pela realização em investimentos voltados à modernização; no caso de celulose e aeronaves, é possível afirmar que ambos priorizam a realização de pesquisa. E em todos, foi possível observar ganhos de produtividade entre 1996-1998 e 2000-2001, mensurado pela variação entre VTI real e pessoal ocupado. Também vale destacar que nos três casos a participação de empresas sob controle estrangeiro na ROLIT foi inferior à média observada pela indústria de transformação.

III. INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

A estrutura da indústria brasileira, assim como a análise de setores selecionados, foi realizada no capítulo anterior com o objetivo de suportar a discussão sobre inovação tecnológica, tema central do trabalho. Estatísticas apresentadas anteriormente serão em alguns casos mostradas novamente, quando isto facilitar a compreensão do argumento defendido. Entretanto, isto só será feito quando realmente necessário pois, caso contrário, o trabalho ficaria desnecessariamente repetitivo. O mesmo é válido em relação à análise dos setores selecionados, também apresentada no capítulo anterior. Em resumo, a discussão sobre inovação tecnológica terá como base a apresentação da estrutura produtiva, e dará um enfoque especial aos setores que foram analisados com maior detalhe⁹⁶.

Inicialmente, será discutido o desempenho dos setores com base em indicadores tecnológicos já mencionados na parte teórica, como a taxa de inovação industrial, os recursos investidos nas atividades tecnológicas, as relações de cooperação com outras organizações, entre outras. Estes dados revelarão a importância da inovação para as empresas, quais são as atividades mais relevantes para cada setor, o desempenho do setor dentro de cada grupo etc. A definição de alguns conceitos, como taxa de inovação, inovação de produto e processo, definição de cada atividade inovadora, será realizada antes da apresentação dos dados. A base de dados utilizada é a Pesquisa Industrial - Inovação Tecnológica (PINTEC), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrangendo informações de empresas industriais atuantes no território nacional com 10 ou mais pessoas ocupadas⁹⁷. A maior parte das variáveis qualitativas se refere a um período de três anos - 1998 a 2000 - enquanto as variáveis quantitativas e algumas qualitativas incluem apenas o ano 2000. Os setores industriais foram apresentados de acordo com a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE), particularmente as seções 'Indústrias extrativas' e 'Indústrias de transformação', entretanto apenas a última foi incluída neste trabalho.

A segunda parte do capítulo se concentrará em um importante indicador de inovação: medidas relativas ao esforço tecnológico. Inicialmente serão apresentadas algumas medidas de esforço tecnológico, como a) os dispêndios em atividades inovadoras em relação ao valor da produção

⁹⁶ Se setores de menor porte, como instrumentação, fumo e reciclagem, apresentarem dados diferenciados, eles poderão ser mencionados, mas sem que se entre no mérito deste diferencial.

⁹⁷ Existe uma diferença entre a amostra da PIA e da PINTEC, pois a PIA inclui empresas industriais com cinco ou mais pessoas ocupadas. Durante a realização deste trabalho, o IBGE, que divulga as duas pesquisas, estava elaborando uma compatibilização entre ambas, mas que não foi concluída a tempo para ser utilizada. Entretanto, a equipe técnica da PIA informou que esta diferença é pouco significativa, pois a maior parte do valor produzido encontra-se em empresas acima de 10 funcionários.

industrial e b) a relação entre mão-de-obra de nível superior dedicada a atividades de pesquisa e desenvolvimento e o total de pessoas ocupadas na indústria. A seguir, uma destas medidas – gastos em atividades internas de P&D em relação ao valor da produção industrial – será comparada ao esforço realizado por um grupo de dezenove países da OCDE selecionados como referência. Este indicador permitirá observarmos em quais setores o Brasil vem direcionando proporcionalmente mais recursos à pesquisa e desenvolvimento. O trabalho ideal seria comparar os diversos indicadores tecnológicos nacionais, que serão apresentados na primeira parte do capítulo, com similares de um conjunto representativo de outros países. Entretanto, as estatísticas internacionais obtidas não permitem que esta comparação seja realizada, pois uma pesquisa similar à PINTEC, baseada no Manual Oslo, foi encontrada somente para a Espanha⁹⁸.

Antes de iniciarmos a apresentação dos resultados, uma ressalva deve ser realizada. Como citado anteriormente, as informações estatísticas da PIA e da PINTEC classificam cada empresa de acordo com sua principal atividade, mesmo que esta participe de mais de um segmento produtivo. Foi também observado que, em termos gerais, a diferença entre as duas classificações é mínima, não prejudicando a análise da indústria de transformação. Esta diferença se mostrou mais significativa, no entanto, no caso de petróleo, pois o percentual destinado à extração está incluído no resultado da indústria de transformação. Em relação às estatísticas de inovação tecnológica, surge um problema adicional: as atividades de pesquisa e as principais inovações realizadas pela Petrobrás, principal companhia do setor, estão concentradas na extração do produto. Portanto, ao observarmos os resultados inovadores da indústria de transformação, estamos observando também os dispêndios direcionados às atividades extrativas de petróleo. Feita esta ressalva, acrescenta-se que, em alguns casos – especialmente quantitativos – apresentamos também os dados da indústria de transformação excluindo petróleo.

Neste capítulo, a apresentação dos setores seguirá o padrão realizado anteriormente. Os grupos setoriais serão apresentados a dois dígitos, com exceção de celulose e papel e metalurgia básica, cujos dados também serão divulgados a três dígitos. O setor de petróleo, incluído em ‘fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e

⁹⁸ O IBGE informou não ter conhecimento da realização de pesquisa similar à PINTEC para diversos países da OCDE, o que permitiria a realização de uma comparação abrangente. O Instituto mencionou o conhecimento da pesquisa espanhola, e a possibilidade de haver algo similar para Portugal e Canadá. Mas com exceção da Espanha, os dados não foram encontrados para os demais países.

produção de álcool’, é o único apresentado somente a três dígitos, dada a sua importância em termos produtivos e inovadores perante o grupo.

III.1. Indicadores de inovação tecnológica nas indústrias de transformação

Como debatido na parte teórica, diversos indicadores podem ser utilizados na avaliação do processo de inovação tecnológica. Na tabela a seguir, III.1, optou-se por iniciar esta discussão apresentando algumas medidas de resultado, como a taxa de inovação industrial e um indicador de patentes. A taxa de inovação reflete a relação entre as empresas inovadoras e o total de empresas do universo. Este indicador permite avaliar a importância do aprimoramento tecnológico para as empresas brasileiras, buscando verificar se a inovação faz parte do comportamento das firmas de cada setor. Inclui, teoricamente, tanto as grandes inovações tecnológicas que, lembrando Schumpeter, são capazes de gerar alterações profundas na economia, quanto as inovações incrementais, relativas às criações de impacto menos radical e aos aperfeiçoamentos em produtos e processos existentes.

As inovações podem ser de produto ou de processo, de acordo com a definição apresentada abaixo. Também são apresentadas, em todos os casos, quais são inéditas para o mercado nacional, que caracterizariam efetivamente uma inovação, e quais são novidades apenas para a empresa, já tendo sido implementadas anteriormente no Brasil, caracterizando o processo de difusão tecnológica. Por último, é também divulgada a relação entre as empresas inovadoras com patentes em vigor e o total de empresas do universo.

De acordo com a definição apresentada pelo IBGE, produto tecnologicamente novo é aquele cujas características fundamentais (especificações técnicas, usos pretendidos, software ou outro componente imaterial) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa. A inovação de produto também pode ser progressiva, através de um significativo aperfeiçoamento tecnológico de produto previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aprimorado. São excluídas mudanças puramente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

Um processo tecnologicamente novo ou substancialmente aprimorado envolve a introdução de tecnologia de produção, métodos de manuseio e entregas de produtos (acondicionamento e preservação) novos ou significativamente aperfeiçoados. Estes novos métodos podem envolver mudanças nas máquinas e equipamentos e na organização produtiva, desde que acompanhada de mudanças no processo técnico de transformação do produto. Sua adoção

deve ser significativa em relação ao nível e qualidade do produto ou dos custos de produção e entrega. Estão excluídas as mudanças rotineiras nos processos produtivos existentes e as puramente administrativas ou organizacionais, a criação de redes de distribuição e os desenvolvimentos necessários para o comércio eletrônico de produtos.

Em relação à taxa de inovação, os dados indicam que apenas 31,9% das empresas da indústria de transformação realizaram algum tipo de inovação no período considerado. Este percentual é fortemente determinado pelo desempenho dos setores dominados por fornecedores e intensivos em escala que, conjuntamente, possuem 85,5% do total de empresas da indústria de transformação e 78,2% do total de empresas inovadoras. Como nestes setores a taxa de inovação é, em geral, inferior à encontrada nos demais grupos, o percentual de inovação médio da indústria de transformação acaba refletindo este padrão⁹⁹.

⁹⁹ É importante mencionar que 65,4% das empresas nacionais possuem de 10 a 29 empregados, enquanto apenas 1,9% possuem mais de 500. Entretanto, no primeiro caso a taxa de inovação é de 25,3%, enquanto no segundo alcança 76,2%. Portanto, as estatísticas nacionais revelam que as grandes empresas inovam proporcionalmente mais que as de pequeno porte.

Tabela III.1
Indicadores de Resultado do Processo de Inovação Tecnológica:
Taxa de Inovação em Produto e/ou Processo e Indicador de Patentes
(1998-2000)

SETORES	Empresas inovadoras						
	em produto e/ou processo		em produto		em processo		com patentes em vigor / total de empresas do universo
	Total *	Inovações inéditas para o mercado nacional **	Total *	Inovações inéditas para o mercado nacional **	Total *	Inovações inéditas para o mercado nacional **	
Indústria de transformação	31,9%	4,9%	17,9%	4,2%	25,4%	2,8%	2,7%
Dominados por fornecedores	29,6%	2,5%	14,7%	1,7%	25,0%	1,7%	1,7%
Produtos têxteis	31,9%	4,3%	18,9%	3,0%	26,3%	3,4%	1,2%
Confecção	26,2%	1,0%	11,6%	0,5%	21,2%	0,8%	0,3%
Artigos de couro e calçados	33,6%	1,9%	17,4%	1,3%	27,8%	1,4%	1,6%
Produtos de madeira	14,3%	0,9%	7,0%	0,6%	13,0%	0,7%	0,2%
Editoração	33,1%	2,7%	8,9%	1,6%	32,9%	1,9%	0,8%
Artigos de borracha e plástico	39,7%	6,0%	22,3%	4,5%	33,1%	4,1%	6,1%
Móveis e indústrias diversas	34,4%	2,7%	19,6%	2,1%	27,7%	1,7%	2,6%
Reciclagem	13,1%	2,7%	2,4%	1,6%	13,1%	1,6%	0,0%
Intensivos em escala	28,6%	4,2%	14,5%	3,1%	24,1%	2,8%	2,2%
Prod. alimentícios e bebidas	29,5%	3,7%	16,4%	2,3%	24,9%	3,2%	1,8%
Produtos do fumo	34,8%	12,1%	25,7%	8,7%	15,6%	8,7%	8,7%
Celulose e papel	24,8%	5,2%	11,7%	3,8%	22,6%	3,8%	2,6%
- Celulose e outras pastas	51,8%	20,3%	33,3%	18,5%	47,2%	18,5%	13,9%
- Papel e produtos de papel	24,4%	4,9%	11,3%	3,6%	22,2%	3,6%	2,5%
Refino de petróleo	39,4%	3,6%	33,7%	3,1%	31,2%	3,1%	11,8%
Prod. minerais não-metálicos	21,0%	2,8%	9,8%	2,0%	18,4%	1,9%	1,2%
Metalurgia básica	31,4%	7,9%	15,7%	6,9%	22,8%	3,7%	2,3%
- Produtos siderúrgicos	19,7%	5,4%	8,8%	4,1%	19,1%	4,9%	3,7%
- Metais não ferrosos	36,2%	8,9%	18,4%	8,0%	24,3%	3,3%	1,7%
Produtos de metal	32,8%	3,0%	13,9%	2,3%	27,5%	1,5%	2,5%
Veículos	36,4%	12,3%	21,8%	11,5%	28,7%	6,8%	7,2%
Fornecedores especializados	46,7%	13,4%	34,5%	14,7%	29,1%	4,7%	9,4%
Máquinas e equipamentos	44,4%	13,0%	33,5%	14,5%	28,2%	4,4%	9,4%
Instrumentação	59,1%	15,9%	40,3%	15,5%	34,3%	6,4%	9,3%
Baseados em ciência	48,7%	14,6%	39,6%	15,5%	31,8%	7,4%	5,9%
Produtos químicos	46,1%	14,2%	37,7%	15,0%	30,8%	7,8%	5,5%
Informática	68,5%	18,9%	67,7%	26,3%	33,5%	4,2%	9,2%
Materiais elétricos	48,2%	12,3%	37,1%	13,8%	35,9%	5,4%	5,4%
Material eletrônico/comunicações	62,5%	21,5%	49,8%	19,8%	37,4%	14,1%	9,1%
Outros equipam. de transporte	43,7%	15,3%	38,6%	16,1%	15,5%	3,8%	4,3%

*Total: empresas inovadoras em relação ao total de empresas do universo

**Empresas que implementaram inovações inéditas para o mercado nacional / Total de empresas do universo

Fonte: PINTEC/IBGE

Elaboração própria

Alguns resultados estão de acordo com o esperado, dadas as diferentes oportunidades tecnológicas presentes em cada setor. Como concluído por Dosi *et al.* (1990) na discussão taxonômica apresentada na parte teórica deste trabalho, o percentual de empresas inovadoras nos grupos ‘baseados em ciência’ e ‘fornecedores especializados’ é significativamente superior ao apresentado pelos demais, dada a maior capacidade de geração e difusão de novas

tecnologias. Os setores eletrônico e informática foram os que apresentaram as taxas de inovação mais elevadas. Este resultado não se deve apenas às maiores oportunidades tecnológicas presentes nestas indústrias, afinal a taxa apresentada pelas indústrias de bens de capital e química, por exemplo, foi significativamente menor¹⁰⁰. É necessário lembrar que os setores eletrônico e informática são beneficiados pela Lei de Informática, e a concessão de incentivos fiscais vem estimulando o interesse das empresas pela realização das atividades de P&D. A taxa de inovação encontrada, maior que a dos demais setores, pode ser considerada um indicador que os incentivos às atividades de pesquisa e desenvolvimento estão gerando frutos positivos, dado que grande parte das empresas realizou inovações.

Foi mencionado no capítulo anterior que o setor de aeronaves brasileiro é tecnologicamente autônomo, tendo historicamente uma preocupação com a inovação. Entretanto, observando a taxa de inovação de ‘outros equipamentos de transporte’, ela é a mais baixa do grupo baseados em ciência. Neste caso, vale ressaltar que o comportamento inovador do setor de aeronaves tende a ser sobrepujado pelo maior número de empresas que compõem os demais segmentos de ‘outros equipamentos de transporte’, como a indústria naval, motocicletas etc, nos quais a inovação é menos enfatizada. Também merece destaque o setor de celulose, composto por poucas e grandes empresas, no qual a taxa de inovação, 51,8%, fica atrás apenas das indústrias eletrônica, de informática e de instrumentação. Este percentual, acima do encontrado em alguns setores intensivos em tecnologia, revela a importância da inovação para a maioria das suas empresas.

De acordo com as características tecnológicas inerentes a cada setor, também identificadas por Dosi *et al.* (1990), nos grupos ‘baseados em ciência’ e ‘fornecedores especializados’ as inovações de produto superam as de processo, o contrário ocorrendo nos demais. Devido ao peso mais elevado – maior número de empresas - das indústrias ‘intensivas em escala’ e ‘dominadas por fornecedores’, as inovações de processo superam as de produto para a indústria de transformação como um todo. No caso das inovações de produto, destacam-se os setores eletrônico e informática; no caso das inovações de processo, o percentual mais elevado aparece no setor de celulose. Em nenhum dos casos, o setor siderúrgico aparece em destaque em relação aos demais. Ou seja, mesmo que o setor como um todo despenda recursos elevados

¹⁰⁰ Já argumentamos que o setor químico não pode ser considerado baseado em ciência em todos os seus segmentos. A presença de segmentos não intensivos em tecnologia poderia ser responsabilizada pela baixa taxa de inovação apresentada pelo setor, em comparação à indústria eletrônica e informática. No entanto, considerando separadamente a taxa de inovação do setor farmacêutico, em relação aos demais produtos químicos, a diferença é praticamente inexistente: 46,8% e 46,0%, respectivamente. Portanto, é possível afirmar que mesmo em relação aos produtos mais dinâmicos da indústria química, os setores eletrônico e informática vêm apresentando uma taxa de inovação mais substancial.

em atividades voltadas ao aprimoramento tecnológico, é possível afirmar que o comportamento inovador está concentrado em um percentual limitado de empresas.

Além de apresentar o percentual de empresas inovadoras, a tabela destaca aquelas que realizaram inovações inéditas para o mercado. Com este dado, é possível diferenciar a efetiva inovação, explicitada pelas empresas que implementaram processo ou produto não existente no mercado nacional, da difusão tecnológica, pela qual as empresas passaram a produzir bens ou utilizar processos já realizados por outras firmas no Brasil. Os resultados revelam que, em todos os setores, a difusão prevalece em grande medida sobre a inovação, dado que um percentual baixo de firmas introduziu inovações inexistentes no mercado nacional (coluna 3). Isto é mais verdadeiro para os grupos dominados por fornecedores e intensivos em escala, nos quais o percentual de empresas que implementaram produtos ou processos novos para o mercado nacional, em relação às empresas que realizaram algum tipo de inovação, é inferior ao percentual observado nos demais grupos¹⁰¹. Além de apresentarem elevadas taxas de inovação, os setores eletrônico, informática e celulose são também os que o ineditismo para o mercado é mais significativo (coluna três). Para todos os grupos industriais, com exceção dos ‘dominados por fornecedores’, as inovações para o mercado de produto predominam sobre a de processo, por motivos melhor explicados mais à frente.

O comportamento dos setores no que se refere às patentes, em geral, não diverge do apresentado pela taxa de inovação industrial. O coeficiente de Spearman indica uma elevada correlação entre a medida de patentes (coluna oito) e o percentual de empresas que implementaram inovações totais inéditas para o mercado (coluna três) ou o percentual total de empresas inovadoras (coluna dois). Nos dois casos, o coeficiente alcançou 0,86 a 1% de significância. Salvo algumas exceções, entre as quais se destacam o setor de máquinas e equipamentos e petróleo, o percentual de empresas com depósitos de patentes é ainda menor do que o já reduzido percentual de empresas que implementaram produtos ou processos inéditos para o mercado. Como esperado, de acordo com a tipologia utilizada, as empresas com depósitos de patentes estão mais concentradas nos segmentos baseados em ciência e fornecedores especializados. A exceção fica por conta da indústria de celulose, na qual esta taxa alcança 13,9%, e petróleo, 11,8%. Cabe destacar a frágil participação do setor químico nos indicadores apresentados, no qual o percentual de empresas que realizou inovações ou possuía patentes em vigor fica muito aquém do esperado em um setor fundamental na geração

¹⁰¹ Este valor pode ser obtido dividindo-se a coluna 3 pela coluna 2 da tabela. No caso da indústria de transformação, este valor seria de 4,9% / 31,9%, equivalente a 15,5%.

e difusão tecnológica¹⁰². Entre os setores baseados em ciência, os melhores desempenhos ficam novamente por conta de informática e eletrônicos. Quanto à ‘outros equipamentos de transporte’, o baixo percentual de empresas com patentes em vigor não reflete necessariamente a situação do segmento de aeronaves, dada a inclusão de outros setores que não seriam baseados em ciência.

Dado os benefícios da inovação já apresentados, cabe perguntar: por que muitas empresas não inovaram? Os principais motivos alegados pelas empresas não inovadoras, para o total da indústria de transformação, foram elevados os custos da inovação (27,9%), risco econômico excessivo (24,4%) e falta de fontes de apropriadas financiamento (18,9%)¹⁰³. Estas também foram apresentadas como as principais dificuldades pelas empresas que implementaram inovações. O percentual de empresas inovadoras que considerou os problemas e obstáculos mencionados de alta ou média importância foi de, respectivamente, 45,4%, 41,8% e 34,0%. As duas primeiras justificativas são intrínsecas ao processo de inovação, que envolve alto custo e elevada incerteza, estando de acordo com o discutido na parte teórica. Entretanto, estas questões poderiam ser minimizadas se fontes adequadas de financiamento estivessem sendo viabilizadas, reduzindo o custo e o risco com o qual a empresa teria que arcar. A terceira justificativa, no entanto, indica que a falta de financiamento também é um problema importante¹⁰⁴.

O limitado percentual de recursos despendido com atividades inovadoras através de financiamento público é uma amostra de seus limites. Para a indústria de transformação, apenas 8% das atividades de P&D foram realizadas via financiamento público, com destaque para ‘outros equipamentos de transporte’ (33%) e veículos (29%) e instrumentação (20%). Para os demais setores, este percentual não ultrapassa 8%. O setor privado não supre a deficiência do público: financiou apenas 4% destas atividades; o restante – 88% foi financiado pelas próprias empresas. Para as demais atividades inovadoras¹⁰⁵, este percentual alcança 16% para o setor público e 19% para o privado.

¹⁰² Novamente, cabe destacar que o setor farmacêutico não se diferencia do restante da indústria química: o percentual de empresas que realizou patentes no setor farmacêutico foi 5,3%, contra 5,6% para os demais setores químicos.

¹⁰³ O valor entre parênteses indica o percentual de empresas não inovadoras que considerou o problema ou obstáculo de alta ou média importância para a não realização da inovação.

¹⁰⁴ A questão do financiamento para atividades relacionadas à inovação tecnológica é de extrema importância e complexidade, entretanto foge do foco estabelecido para este trabalho. Aqui, foi necessário apenas demonstrar que a falta de fontes adequadas de financiamento é uma questão relevante na ótica das empresas industriais.

¹⁰⁵ Inclui aquisição de P&D e outros conhecimentos, de máquinas e equipamentos, projetos industriais, treinamento e introdução de inovações no mercado. As definições de cada atividade serão apresentadas a seguir.

A justificativa ‘fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos’ foi considerada relevante por apenas 6,7% das empresas não inovadoras e 14,0% das inovadoras, um dos menores percentuais entre todas as opções. Estas justificativas revelam que a inovação é vista como algo interessante, dado que um baixo percentual de empresas não identifica resultados positivos perante o consumidor, mas que as dificuldades em implementá-la vêm impedindo sua ocorrência. As demais respostas – inexistência de cooperação com outras empresas, falta de pessoal qualificado, falta de informação sobre tecnologia e sobre mercados, rigidez organizacional etc – alcançaram percentuais entre 5,8% e 10,8% para as não inovadoras e entre 11,5% e 25,0% para as que implementaram inovações. Por outro lado, as principais razões para inovar foram manter (79,7%) ou ampliar (71,1%) a participação de mercado e melhorar a qualidade dos produtos ofertados (78,4%), enquanto as menores foram redução do consumo da matéria-prima (23,0%) e de energia (23,6%), e enquadramento em regulamentações relativas ao mercado externo (10,4%).

Como já mencionado brevemente na parte teórica, a inovação pode surgir como fruto de diversas atividades, que variam desde a realização de P&D até procedimentos mais simples. As atividades tecnológicas¹⁰⁶ não são um indicador direto da inovação, ou seja, não são uma medida de resultado, mas indicam os procedimentos implementados voltados para a sua ocorrência. Inspirada no manual Oslo, a PINTEC/IBGE selecionou algumas das atividades mais significativas ao processo inovador, cujas definições são apresentadas abaixo¹⁰⁷:

- Atividades internas de P&D: compreende o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou tecnologicamente aprimorados. O desenho, a construção e o teste de protótipos e de instalações piloto constituem muitas vezes a fase mais importante das atividades de P&D. Inclui também o desenvolvimento de software, desde que este envolva um avanço tecnológico ou científico.
- Aquisição externa de P&D: compreende as atividades descritas acima, realizadas por outra organização (empresas ou instituições tecnológicas) adquiridas pela empresa.
- Aquisição de outros conhecimentos externos: compreende os acordos e transferências de tecnologia originados da compra de licença de direitos e exploração de patentes e uso de

¹⁰⁶ Ou atividades inovadoras: os termos serão utilizados como sinônimos.

¹⁰⁷ Estas atividades devem ter sido realizadas ou adquiridas pelas empresas industriais, não importando a fonte de financiamento, se próprio ou de terceiros, incluindo o setor público.

marcas, aquisição de *know-how*, *software* e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros, para que a empresa desenvolva ou implemente inovações¹⁰⁸.

- Aquisição de máquinas e equipamentos: compreende a aquisição de máquinas, equipamentos, *hardware*, especificamente utilizados na implementação de produtos ou processos novos ou tecnologicamente aperfeiçoados.
- Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição: procedimentos e preparações técnicas necessários para efetivar a implementação de inovações de produto ou processo. Inclui plantas e desenhos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias à implementação de inovações de processo ou de produto. Inclui mudanças nos procedimentos de produção e controle de qualidade, métodos e padrões de trabalho e *software*, requeridos para a implementação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados. Assim como as atividades de tecnologia industrial básica (metrologia, normalização e avaliação de conformidade), os ensaios e os testes (que não são incluídos em P&D) para registro final do produto e para o início efetivo da produção.
- Treinamento: compreende o treinamento da força de trabalho voltado ao desenvolvimento e implantação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovadoras da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos.
- Introdução das inovações tecnológicas no mercado: compreende as atividades de comercialização diretamente ligadas ao lançamento de um produto tecnologicamente novo ou aperfeiçoado, podendo incluir: pesquisa de mercado, teste de mercado e publicidade para o lançamento. Exclui a construção de redes de distribuição de mercado para as inovações.

A tabela III.2 mostra o percentual de empresas inovadoras que realizou cada uma das atividades mencionadas e a considerou de alta ou média importância. Os dados indicam que, para a indústria de transformação, a aquisição de máquinas e equipamentos é a principal atividade inovadora. Em seguida aparecem ‘treinamento’ e ‘projetos industriais’, atividades que são complementares à aquisição de bens de capital tecnologicamente mais avançados, importantes tanto na operação dos novos equipamentos como em sua instalação [PINTEC (2001)]. Novamente, ressalta-se que este perfil é predominantemente influenciado pelo

¹⁰⁸ As aquisições externas de P&D ou de outros conhecimentos incluem, em muitos casos, pesquisas desenvolvidas nas matrizes e adquiridas por filiais nacionais a custo zero; o mesmo valendo para patentes, licenças etc.

comportamento dos grupos dominados por fornecedores e intensivos em escala, que incluem a maior parte das empresas da indústria de transformação. Nos grupos baseados em ciência e fornecedores especializados, a aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais continuam sendo importantes, mas as atividades de P&D também são incluídas entre as mais relevantes.

Tabela III.2
Importância Relativa das Atividades Inovadoras
(1998 – 2000)

SETORES	Importância das atividades inovadoras						
	(Percentual de empresas inovadoras que realizou a atividade e atribuiu a ela importância alta ou média)						
	Atividades internas de P&D	Aquisição externa de P&D	Aquisição de outros conhecimentos externos	Aquisição de máquinas e equipamentos	Treinamento	Projetos industriais	Introdução de inovações tecnológicas no mercado
Indústria de transformação	34,2%	8,1%	16,4%	76,2%	58,8%	43,7%	27,8%
Dominados por fornecedores	24,3%	6,3%	13,6%	80,7%	58,2%	41,5%	24,0%
Produtos têxteis	36,4%	8,2%	18,0%	73,4%	56,4%	40,1%	42,8%
Confecção	9,2%	3,7%	11,1%	79,8%	54,6%	33,7%	16,4%
Artigos de couro e calçados	35,8%	13,2%	14,9%	74,0%	61,1%	36,6%	31,6%
Produtos de madeira	19,6%	4,5%	12,9%	89,5%	69,4%	59,5%	23,7%
Editoração	8,7%	3,6%	14,1%	87,5%	54,9%	29,1%	10,2%
Artigos de borracha e plástico	34,6%	4,9%	16,1%	82,2%	64,3%	47,0%	24,0%
Móveis e indústrias diversas	31,6%	8,1%	12,0%	80,5%	54,6%	49,9%	28,0%
Reciclagem	0,0%	0,0%	0,0%	87,9%	45,8%	25,7%	0,0%
Intensivos em escala	30,2%	8,3%	15,7%	78,4%	57,2%	41,1%	24,6%
Prod. alimentícios e bebidas	28,7%	8,3%	17,1%	76,2%	55,0%	35,9%	25,9%
Produtos do fumo	31,4%	0,0%	8,0%	43,2%	68,6%	32,9%	12,3%
Celulose e papel	43,7%	9,2%	12,9%	82,6%	65,4%	39,6%	18,5%
- Celulose e outras pastas	71,5%	55,3%	53,6%	82,1%	80,4%	53,6%	8,9%
- Papel e produtos de papel	42,7%	7,6%	11,5%	82,6%	64,9%	39,1%	18,9%
Refino de petróleo	56,4%	13,7%	56,2%	35,6%	49,1%	70,4%	49,2%
Prod. minerais não-metálicos	25,2%	11,0%	16,9%	79,9%	47,2%	47,1%	27,4%
Metalurgia básica	34,6%	7,6%	8,1%	73,9%	67,1%	54,0%	29,3%
- Produtos siderúrgicos	56,0%	17,7%	25,5%	83,4%	69,7%	81,8%	25,2%
- Metais não ferrosos	29,9%	5,3%	4,3%	71,8%	66,5%	47,9%	30,2%
Produtos de metal	28,4%	6,1%	11,4%	83,0%	62,2%	40,4%	19,8%
Veículos	42,2%	10,1%	24,7%	75,0%	62,4%	48,5%	26,5%
Fornecedores especializados	57,1%	8,9%	17,3%	64,0%	56,9%	49,6%	36,8%
Máquinas e equipamentos	59,5%	8,9%	16,8%	63,3%	55,5%	48,9%	36,5%
Instrumentação	46,9%	8,9%	19,0%	67,1%	62,6%	52,4%	37,8%
Baseados em ciência	64,0%	13,0%	28,0%	64,9%	68,3%	55,2%	44,8%
Produtos químicos	64,0%	13,3%	28,4%	64,1%	65,1%	58,1%	54,1%
Informática	88,5%	27,7%	33,5%	64,4%	81,3%	54,4%	28,8%
Materiais elétricos	58,3%	8,3%	26,7%	72,9%	83,0%	56,5%	34,5%
Material eletrônico/comunicações	64,1%	17,1%	28,1%	55,4%	59,2%	46,4%	37,8%
Outros equipam. de transporte	71,1%	12,8%	26,7%	57,8%	44,2%	43,8%	35,0%

Fonte: PINTEC/IBGE

Elaboração própria

O aprimoramento tecnológico de um país em desenvolvimento, como discutido na parte teórica, depende fortemente da absorção de tecnologias existentes, sobre as quais inovações

incrementais são realizadas. A aquisição de tecnologias oriundas de países avançados é de fundamental importância. Mas para que a absorção ocorra efetivamente, tais aquisições não são suficientes: as empresas precisam criar condições de assimilá-las internamente. Países nos quais a difusão tecnológica ocorreu efetivamente associaram a implantação de máquinas e equipamentos tecnologicamente avançados à aquisição de conhecimentos (patentes, licenças etc) e à realização de atividades voltadas à assimilação e ao aprendizado, como o desenvolvimento próprio de pesquisa e desenvolvimento.

No Brasil, os dados sugerem a importância na aquisição de máquinas e equipamentos e atividades correlatas para a maior parte das empresas, em detrimento das demais atividades. Mesmo nos setores intensivos em tecnologia, o percentual de empresas inovadoras que realizou P&D, apesar de mais elevado, somente é significativamente superior ao percentual que efetivou a compra de máquinas e equipamentos nas indústrias eletrônica e informática, cujas motivações ao investimento em P&D não precisam ser novamente enfatizadas, e em outros equipamentos de transporte. Como o percentual observado é relativo às indústrias que implementaram inovações, o setor de aeronaves deixa de ser sobrepujado pelos demais pertencentes à ‘outros equipamentos de transporte’, dado que as empresas não inovadoras deste setor não estão incluídas.

Pela metodologia adotada (Manual Oslo), a aquisição de máquinas e equipamentos mais modernos é considerada inovação de processo. Entretanto, muitas vezes a empresa não está buscando aprimorar-se tecnologicamente, mas apenas investimentos realizados para compensar a depreciação de bens de capital antigos. Ou seja, a empresa, ao expandir sua capacidade produtiva ou substituir máquinas depreciadas, acaba adquirindo equipamentos mais recentes, e conseqüentemente mais modernos. Se associarmos o predomínio da difusão de processos já implementados em território nacional (tabela III.1) com a prioridade dada à aquisição de máquinas e equipamentos entre as atividades tecnológicas, pode-se concluir que o movimento predominante nacionalmente volta-se mais à modernização tecnológica do que propriamente a um esforço inovador intencional.

Merece forte destaque o reduzido interesse pela aquisição de P&D e outros conhecimentos externos, atividades realizadas generalizadamente por poucas empresas. Adquirir tecnologias na forma de patentes, licença, *know-how* etc foram e são atividades de alta relevância para nações desenvolvidas ou que vêm realmente se desenvolvendo, fato comprovado pelo elevado fluxo de serviços tecnológicos ainda presentes entre os países avançados. As empresas brasileiras, ao ignorarem a importância desta atividade, limitam fortemente seu

aprimoramento tecnológico. É necessário observar, entretanto, o comportamento diferenciado da indústria de celulose, na qual a importância das atividades internas de P&D se assemelha à encontrada em setores intensivos em tecnologia, e a relevância das aquisições de P&D e demais conhecimentos externos é superior a apresentada por todas as outras indústrias. São indicadores de uma estratégia diferenciada, voltada à geração e apropriação de inovações tecnológicas.

Em resumo, diferentemente do comportamento observado em países nos quais o processo de difusão tecnológica ocorre de modo efetivo, no caso brasileiro as empresas inovadoras dão elevada ênfase à aquisição de máquinas e equipamentos e atividades correlatas. As demais atividades não aparecem com a importância necessária à efetivação da difusão tecnológica, não tendo seu potencial suficientemente aproveitado. No caso da aquisição de máquinas e equipamentos, a tabela II.6, em associação à apresentação realizada sobre este setor, deixou claro que o Brasil vem tendo acesso aos bens de capital desenvolvidos no exterior, tecnologicamente mais sofisticados, fato comprovado pelo elevado déficit comercial setorial, gerado especialmente com os países desenvolvidos, fabricantes dos equipamentos mais elaborados. Apesar disto, como mencionado por Vermulm e Erber (2002), o ajuste efetivado pelas empresas brasileiras nos anos noventa concentrou-se em mudanças organizacionais e de gestão, e na busca por contenção de custos, a aquisição de bens de capital ficou em segundo plano. Atualmente, a taxa de investimento da economia brasileira mantém-se em patamares baixos¹⁰⁹. Portanto, além da aquisição de máquinas e equipamentos ser generalizadamente a principal atividade desenvolvida pelas empresas, ainda assim isto vem ocorrendo em montantes insatisfatórios, como indicam os baixos investimentos realizados pela economia brasileira.

O predomínio da aquisição de bens de capital, em detrimento das demais atividades, indica a manutenção da estratégia defensiva adotada pelas empresas brasileiras, que continuariam a não buscar ganhos competitivos através do desenvolvimento de atividades que permitam a absorção e difusão de tecnologias. Uma inserção ofensiva no mercado exigiria que as demais atividades ganhassem espaço na estratégia de atuação das firmas brasileiras. Como explicado ao longo do texto, a abertura comercial e as mudanças econômicas e institucionais ocorridas na década de noventa exigiram que as empresas brasileiras promovessem alterações em sua atuação para se manter no mercado. Entretanto, a maior parte realizou um ajuste caracterizado por significativo aumento de produtividade, maior eficiência do processo produtivo gerada por

¹⁰⁹ Abaixo de 20%, percentual que se manteve também na maior parte dos anos noventa.

inovações organizacionais e melhoria dos sistemas de qualidade, terceirização de atividades e especialização da produção, assim como crescimento da importação de insumos [Haguenauer (2001)].

A tabela III.3 a seguir permite a avaliação das prioridades das empresas nacionais. Ela apresenta três indicadores de atividades inovadoras – realização interna de P&D, aquisição de outros conhecimentos externos e aquisição de máquinas e equipamentos - e dois indicadores de mudanças estratégicas e organizacionais, que podem ser denominadas inovações não tecnológicas.

Inicialmente, cabe observar a elevada relação existente entre a taxa de inovação de processo (coluna seis da tabela III.1) e o percentual de empresas que adquiriram máquinas e equipamentos (coluna quatro da tabela III.3). O coeficiente de Spearman indica uma correlação de 0,93 entre as variáveis, aceito a 1% de significância. Esta relação sugere que a grande maioria das inovações de processo reflete diretamente a aquisição de bens de capital.

Em associação, os valores apresentados na última coluna da tabela III.3 demonstram que em todas as indústrias a maior parte das inovações de processo não é desenvolvida pela empresa inovadora, o que nos leva a confirmar a predominância da compra de máquinas e equipamentos como principal inovação de processo, em detrimento das inovações desenvolvidas na própria empresa.

Tabela III.3
Atividades Inovadoras e Mudanças Estratégicas / Organizacionais
(1998 - 2000)

SETORES	Percentual de empresas que realizou a atividade / mudança em relação ao total de empresas do universo					Desenvolvimento da inovação de processo: outra empresa ou instituto
	Atividades inovadoras			Mudanças estratégicas ou organizacionais		
	Atividades internas de P&D	Aquisição de outros conhecimentos externos	Aquisição de máquinas e equipamentos	Na estrutura organizacional	Implementação de técnicas avançadas de gestão	
Indústria de transformação	10,9%	5,2%	24,3%	26,5%	19,1%	83,7%
Dominados por fornecedores	7,2%	4,0%	23,9%	26,1%	17,9%	89,5%
Produtos têxteis	11,6%	5,7%	23,4%	27,5%	16,6%	82,0%
Confecção	2,4%	2,9%	20,9%	26,4%	16,7%	97,4%
Artigos de couro e calçados	12,0%	5,0%	24,9%	28,6%	17,1%	84,8%
Produtos de madeira	2,8%	1,8%	12,8%	21,2%	9,3%	91,1%
Editoração	2,9%	4,7%	29,0%	30,8%	22,3%	96,7%
Artigos de borracha e plástico	13,8%	6,4%	32,7%	27,3%	26,9%	78,4%
Móveis e indústrias diversas	10,9%	4,1%	27,7%	24,3%	19,0%	90,3%
Reciclagem	0,0%	0,0%	11,5%	17,6%	2,2%	100,0%
Intensivos em escala	8,6%	4,5%	22,5%	23,2%	17,3%	83,2%
Prod. alimentícios e bebidas	8,5%	5,0%	22,5%	19,3%	14,8%	86,1%
Produtos do fumo	10,9%	2,8%	15,0%	35,6%	14,6%	54,2%
Celulose e papel	10,8%	3,2%	20,5%	30,6%	26,2%	85,0%
- Celulose e outras pastas	37,0%	27,8%	42,5%	33,3%	27,8%	60,7%
- Papel e produtos de papel	10,4%	2,8%	20,1%	30,6%	26,2%	85,8%
Refino de petróleo	22,2%	22,1%	14,0%	57,1%	17,3%	69,9%
Prod. minerais não-metálicos	5,3%	3,6%	16,8%	21,2%	11,5%	84,9%
Metalurgia básica	10,9%	2,6%	23,2%	23,0%	24,0%	80,6%
- Produtos siderúrgicos	11,0%	5,0%	16,4%	26,5%	24,8%	61,6%
- Metais não ferrosos	10,8%	1,6%	26,0%	21,7%	23,6%	86,7%
Produtos de metal	9,3%	3,7%	27,2%	25,7%	20,4%	83,3%
Veículos	15,4%	9,0%	27,3%	37,5%	30,3%	65,2%
Fornecedores especializados	26,6%	8,1%	29,9%	39,0%	27,0%	75,8%
Máquinas e equipamentos	26,4%	7,5%	28,1%	38,0%	25,7%	75,9%
Instrumentação	27,7%	11,2%	39,6%	44,2%	34,4%	75,3%
Baseados em ciência	31,2%	13,7%	31,6%	36,1%	29,4%	64,5%
Produtos químicos	29,5%	13,1%	29,6%	34,9%	30,6%	59,5%
Informática	60,6%	22,9%	44,1%	50,0%	40,6%	87,0%
Materiais elétricos	28,1%	12,8%	35,1%	35,2%	24,1%	70,8%
Material eletrônico/comunicações	40,1%	17,6%	34,6%	40,9%	27,6%	61,6%
Outros equipam. de transporte	31,0%	11,7%	25,2%	36,4%	36,8%	76,8%

Fonte: IBGE/PINTEC

Elaboração própria

Os demais indicadores da tabela acima confirmam a predominância de uma estratégia defensiva na indústria de transformação brasileira. A maior parte das empresas ainda vem priorizando a modernização, através da compra equipamentos melhorados, e a realização de inovações não tecnológicas, tais como mudanças na estrutura organizacional e implementação de novas técnicas de gestão. Estas atividades se sobrepõem à realização interna de P&D e, principalmente, à aquisição de conhecimentos externos. Observando somente as atividades

internas de pesquisa e desenvolvimento, novamente cabe destacar as indústrias eletrônica e de informática, além do comportamento positivamente destoante do setor de celulose.

Considerando os dados apresentados até aqui, em relação aos baseados em ciência e fornecedores especializados é possível observar que as indústrias eletrônica e informática têm mostrado um dinamismo mais elevado em comparação aos setores químico e máquinas e equipamentos, com um percentual mais elevado de empresas inovadoras e voltadas às atividades de P&D. Vimos que, grosso modo, todos estes setores apresentam um padrão produtivo pouco sofisticado, concentrado em bens padronizados e de baixo valor adicionado. Entretanto, os incentivos fornecidos pela Lei de Informática em benefício das indústrias de equipamentos de telecomunicações e informática são um diferencial em relação a estes setores, estimulando-os a realizar P&D e, conseqüentemente, inovar.

O setor de aeronaves é ‘contaminado’ pela presença dos demais setores pertencentes a ‘outros equipamentos de transporte’, cujo perfil inovador só pode ser observado na tabela III.2, quando as empresas não inovadoras são excluídas. Neste caso, é possível notar o dinamismo setorial, ao observarmos, por exemplo, o elevado percentual de empresas inovadoras que se dedica a atividades de P&D. Em relação a produtos siderúrgicos, quando observamos as estatísticas referentes a todas as empresas do setor (tabelas III.1 e III.3), não é possível observar um padrão inovador diferenciado em relação às indústrias intensivas em escala. Entretanto, observando a tabela III.2, referente somente às empresas inovadoras, o setor siderúrgico se destaca em relação a grande parte das atividades, especialmente projetos industriais e P&D. Pode-se concluir que existe uma significativa diferença em relação às suas empresas: apesar de muitas não inovarem, as que inovam apresentam um comportamento diferenciado, dedicando-se não somente à aquisição de máquinas e equipamentos, mas também a outras atividades relevantes, como a realização e aquisição de pesquisa e desenvolvimento. Quanto à indústria de celulose, todas as estatísticas reveladas apontam sua boa performance no que se refere à inovação.

A importância da aquisição de máquinas e equipamentos e atividades correlatas é confirmada quando observamos o direcionamento dos dispêndios em atividades inovadoras (tabela III.4).

Tabela III.4

SETORES	Alocação de recursos por atividade inovadora (2000)				
	Atividades internas de P&D	Aquisição de conhecimentos externos	Aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais	Introdução de inovações tecnológicas no mercado	Dispêndios totais
Indústria de transformação	16,8%	8,1%	68,8%	6,4%	100%
Dominados por fornecedores	7,7%	4,9%	82,7%	4,7%	100%
Produtos têxteis	7,4%	4,9%	84,2%	3,5%	100%
Confecção	10,1%	3,1%	80,2%	6,6%	100%
Artigos de couro e calçados	16,3%	6,2%	54,7%	22,8%	100%
Produtos de madeira	3,6%	1,9%	92,4%	2,0%	100%
Editoração	2,0%	3,4%	93,0%	1,5%	100%
Artigos de borracha e plástico	9,2%	4,2%	85,1%	1,4%	100%
Móveis e indústrias diversas	9,0%	10,5%	70,8%	9,7%	100%
Reciclagem	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	100%
Intensivos em escala	10,0%	7,2%	75,5%	7,3%	100%
Prod. alimentícios e bebidas	10,2%	4,0%	73,7%	12,1%	100%
Produtos do fumo	55,8%	0,0%	41,0%	2,9%	100%
Celulose e papel	9,0%	1,9%	84,6%	4,4%	100%
- Celulose e outras pastas	10,1%	4,5%	85,3%	0,0%	100%
- Papel e produtos de papel	8,7%	1,2%	84,3%	5,8%	100%
Petróleo	67,7%	12,1%	18,6%	1,6%	100%
Prod. minerais não-metálicos	6,1%	10,7%	81,1%	2,1%	100%
Metalurgia básica	6,4%	3,0%	90,1%	0,4%	100%
- Produtos siderúrgicos	5,5%	2,7%	91,5%	0,4%	100%
- Metais não ferrosos	12,6%	5,5%	81,3%	0,6%	100%
Produtos de metal	10,0%	5,3%	76,3%	8,4%	100%
Veículos	12,5%	12,4%	64,9%	10,1%	100%
Fornecedores especializados	28,8%	4,4%	60,2%	6,6%	100%
Máquinas e equipamentos	27,7%	4,3%	61,7%	6,3%	100%
Instrumentação	35,1%	5,5%	50,8%	8,5%	100%
Baseados em ciência	25,4%	11,7%	56,6%	6,4%	100%
Produtos químicos	16,3%	10,1%	64,5%	9,1%	100%
Informática	41,7%	14,5%	38,2%	5,6%	100%
Materiais elétricos	30,6%	9,9%	56,6%	2,9%	100%
Material eletrônico/comunicações	33,1%	20,3%	43,7%	2,9%	100%
Outros equipam. de transporte	46,1%	4,6%	45,9%	3,4%	100%

Fonte: PINTEC/IBGE

Elaboração própria

Os dispêndios em máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais representam 68,8% dos recursos da indústria de transformação voltados a atividades inovadoras. Para todos os setores, os dispêndios tecnológicos da indústria brasileira estão concentrados fortemente na aquisição de máquinas e equipamentos. Esta concentração ocorre mais fortemente nas indústrias intensivas em escala e dominadas por fornecedores, por sua própria natureza tecnológica. Entretanto, mesmo para os demais grupos, o dispêndio com estas atividades ainda é elevado, sendo que poucas indústrias direcionam mais recursos à pesquisa e desenvolvimento realizada internamente do que para a aquisição de equipamentos e demais

atividades correlacionadas. Destacam-se as indústrias de informática, outros equipamentos de transporte, fumo e especialmente o setor de petróleo, cujo esforço em pesquisa voltado à extração do produto vem resultando em uma das inovações nacionais mais bem-sucedidas.

As indústrias eletrônica e informática vêm direcionando, proporcionalmente, mais recursos para atividades de P&D do que, por exemplo, o setor químico, cujas significativas oportunidades tecnológicas não vêm sendo exploradas nacionalmente. Associado aos dados anteriormente apresentados, este é mais um indicador dos efeitos positivos possivelmente relacionados à Lei de Informática, estimulando a pesquisa e o comportamento inovador das empresas. Entretanto, não se pode esquecer que a produção nacional se concentra na montagem dos produtos finais, dependendo da importação de insumos cada vez mais sofisticados. Apesar dos resultados positivos, como a Lei não estimula a produção interna de componentes eletrônicos, a produção setorial e os investimentos em P&D ficam concentrados apenas na parte final da cadeia produtiva¹¹⁰. Isto pode não ser suficiente para alterar o resultado negativo da balança comercial setorial nem para dinamizá-lo significativamente, dado que a tecnologia se encontra crescentemente concentrada nas partes e componentes. Portanto, se por um lado as estatísticas sugerem que os incentivos da Lei de Informática vêm gerando bons resultados, por outro a manutenção de elevados déficits comerciais indica que estímulos complementares precisam ser implementados para que o padrão produtivo do setor seja dinamizado.

A indústria ‘outros equipamentos de transporte’ direcionou proporcionalmente elevado montante de recursos para as atividades de P&D. A priorização histórica com as atividades de pesquisa, vista no caso da Embraer, é uma das fontes da autonomia tecnológica e capacidade competitiva alcançada pelo setor. Vale lembrar que a empresa não se contentou em utilizar tecnologias externas, mas desenvolveu maneiras de efetivamente absorvê-las e domina-las e, para tanto, a realização contínua de P&D foi fundamental.

Merece destaque o frágil padrão de gastos do setor químico, uma indústria caracterizada por elevadas oportunidades tecnológicas mas que, no Brasil, direciona à P&D proporcionalmente o mesmo montante de recursos que setores dominados por fornecedores, como por exemplo a indústria de couro e calçados¹¹¹. Este resultado não surpreende, dado que a concentração da

¹¹⁰ O segmento de material eletrônico básico, que inclui a produção de componentes e no qual o país é fortemente deficitário, representa 13,7% do valor da produção da indústria eletrônica e 5,8% dos gastos do setor em atividades internas de P&D.

¹¹¹ A proporção de gastos direcionada à P&D interna é baixa tanto para a indústria farmacêutica (14,6%) quanto para os demais segmentos químicos em conjunto (16,8%). Mas enquanto o setor químico direciona mais recursos à aquisição de máquinas e atividades correlatas (69,7%), o farmacêutico aplica proporcionalmente mais recursos

produção em produtos padronizados e etapas que adicionam pouco valor não exige a realização de investimentos de grande porte em pesquisa. Este padrão produtivo, associado à inexistência de incentivos a realização de P&D, acarreta no baixo percentual destinado a esta atividade. Outra justificativa para a baixa priorização a atividades de pesquisa em determinados setores está relacionada à presença do controle estrangeiro entre as empresas¹¹²: por um lado, a participação estrangeira estaria mais presente nos fornecedores especializados e baseados em ciência, apresentando um comportamento médio mais inovador em comparação às firmas nacionais, condizente com sua orientação setorial; por outro, como as multinacionais tendem a manter as pesquisas quase integralmente nos centros de pesquisa na matriz, as atividades de P&D desenvolvidas nacionalmente nestes setores acabam sendo limitadas. Apesar de correto, não se pode deixar de notar que tanto o setor químico como o setor de informática e, especialmente, o eletrônico, possuem elevada presença de empresas estrangeiras sob controle estrangeiro, entretanto a diferença em relação aos dispêndios em P&D entre estes setores é considerável.

Em relação à máquinas e equipamentos, a prioridade nos dispêndios de inovação é a aquisição de outras máquinas e equipamentos, ficando as atividades de P&D com um papel limitado. Este perfil também é condizente com a característica produtiva atual do setor, concentrado em bens de menor valor e dependente das importações de produtos mais sofisticados. Ao mesmo tempo, com a incorporação das inovações advindas da indústria eletrônica nos bens de capital, a relação com fornecedores especializados torna-se especialmente gratificante. Erber e Vermulm (2002) enfatizam que “a produção destes bens é uma operação de montagem de componentes, parte dos quais é fabricado pela própria empresa de bens de capital e outra parte é comprada de fornecedores especializados”. Neste contexto, torna-se claro, no caso brasileiro, a importância da aquisição de equipamentos e a baixa relevância direcionada a atividades de P&D.

Dentre os intensivos em escala, vale mencionar que a participação de projetos industriais – atividade inclusa em aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais (coluna quatro) - é mais elevada que nos demais grupos (18,0%, contra 9,7% nos dominados por fornecedores). Portanto, de acordo com a taxonomia apresentada no capítulo I, nos dois grupos as inovações de processo de destacam sobre as de produto, mas enquanto nos

em aquisição de conhecimentos externos (16,5%) e especialmente, introdução de inovações no mercado (20,9%). Como observamos no capítulo anterior, grande parte da indústria farmacêutica no Brasil está concentrada nos estágios de fabricação e comercialização interna dos produtos – que envolve dispêndios elevados em *marketing*, - enquanto as atividades de pesquisa majoritariamente são mantidas no exterior.

¹¹² Ver Erber (2001).

dominados por fornecedores ela se concentra na aquisição de máquinas e equipamentos, nos intensivos em escala o desenvolvimento próprio de inovações tem maior importância. No setor de metalurgia e veículos, a participação dos dispêndios em projetos industriais ganha especial significado, alcançando respectivamente 23,8% e 22,3% do total.

A tabela III.5 a seguir apresenta a distribuição dos dispêndios em atividades inovadoras entre os setores da indústria de transformação. Mostra também a participação setorial no VTI, visando relacioná-la com a participação nos gastos em inovação¹¹³. Em associação à tabela apresentada anteriormente, será compreendido o padrão geral de gastos em atividades inovadoras da indústria de transformação¹¹⁴.

¹¹³ A tabela II.4, visando obter uma comparação entre dois períodos divididos pela desvalorização cambial de 1999 e realizar uma apresentação ampla das variáveis relacionadas à indústria brasileira, divulgou a participação setorial no VTI como média entre os anos 2000-2001. Entretanto, como os dados quantitativos da PINTEC incluem apenas o ano 2000, a tabela III.5 apresenta a participação no VTI apenas deste ano. A diferença entre os percentuais observados nas duas tabelas, apesar de existir, é mínima.

¹¹⁴ A distribuição dos dispêndios realizados pela indústria de transformação é explicada conjuntamente pelas tabelas III.4 e III.5. Os percentuais observados refletem a distribuição dos gastos realizados por cada setor, assim como a participação de cada setor nos dispêndios totais de cada atividade inovadora. Por exemplo, considerando os quatro grupos setoriais, se todos dispenderem o mesmo valor monetário em atividades tecnológicas, mas em dois grupos estes recursos estiverem concentrados somente na atividade 'X', enquanto nos demais os recursos forem proporcionalmente distribuídos entre as todas as atividades, para a indústria de transformação ao todo a atividade 'X' aparecerá como a mais significativa. Por outro lado, se dois grupos investem todos os seus recursos na atividade X e os demais, na atividade Y, para a indústria de transformação a atividade mais relevante será aquela realizada pelo grupo que, ao todo, investiu maior montante total de recursos em atividades inovadoras.

Tabela III.5
Participação dos Setores Industriais
no VTI e nos Dispêndios em Atividades Inovadoras Seleccionadas
(2000)

SETORES	Participação das indústrias de transformação				
	VTI	nos dispêndios em			
		atividades inovadoras - total	atividades internas de P&D	aquisição de conhecimentos externos*	aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais
Indústria de transformação	100%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Dominados por fornecedores	18,1%	15,1%	6,9%	9,2%	18,2%
Produtos têxteis	2,9%	2,8%	1,2%	1,7%	3,4%
Confecção	1,8%	1,0%	0,6%	0,4%	1,1%
Artigos de couro e calçados	1,9%	0,9%	0,9%	0,7%	0,7%
Produtos de madeira	1,2%	1,5%	0,3%	0,4%	2,0%
Editoração	4,2%	2,3%	0,3%	1,0%	3,2%
Artigos de borracha e plástico	3,7%	4,5%	2,5%	2,4%	5,5%
Móveis e indústrias diversas	2,2%	2,1%	1,1%	2,7%	2,1%
Reciclagem	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Intensivos em escala	53,9%	50,7%	40,4%	47,3%	53,2%
Prod. alimentícios e bebidas	14,4%	10,1%	6,1%	5,0%	10,8%
Produtos do fumo	0,8%	0,2%	0,6%	0,0%	0,1%
Celulose e papel	4,4%	3,7%	2,0%	0,9%	4,5%
- Celulose e outras pastas	1,2%	0,8%	0,5%	0,5%	1,0%
- Papel e produtos de papel	3,2%	2,8%	1,5%	0,4%	3,5%
Petróleo	13,7%	3,0%	12,0%	4,4%	0,8%
Prod. minerais não-metálicos	3,8%	3,8%	1,4%	5,0%	4,5%
Metalurgia básica	6,5%	10,2%	3,9%	3,8%	13,4%
- Produtos siderúrgicos	4,5%	8,8%	2,9%	2,9%	11,7%
- Metais não ferrosos	2,0%	1,4%	1,0%	0,9%	1,6%
Produtos de metal	3,2%	2,7%	1,6%	1,8%	3,0%
Veículos	7,0%	17,1%	12,7%	26,3%	16,1%
Fornecedores especializados	6,3%	6,5%	11,1%	3,5%	5,7%
Máquinas e equipamentos	5,4%	5,6%	9,2%	2,9%	5,0%
Instrumentação	0,9%	0,9%	1,9%	0,6%	0,7%
Baseados em ciência	20,9%	27,5%	41,6%	39,9%	22,6%
Produtos químicos	12,2%	14,6%	14,2%	18,4%	13,7%
Informática	1,1%	1,2%	2,9%	2,1%	0,7%
Materiais elétricos	2,5%	3,8%	7,0%	4,7%	3,2%
Material eletrônico/comunicações	3,5%	5,3%	10,4%	13,3%	3,4%
Outros equipam. de transporte	1,6%	2,5%	7,0%	1,4%	1,7%

*inclui P&D e outros conhecimentos externos

Fonte: PIA e PINTEC/IBGE

Elaboração própria

Considerando os gastos totais, observa-se que a distribuição setorial é semelhante à observada em relação ao VTI. Os setores baseados em ciência apresentam uma participação um pouco maior nos dispêndios em atividades tecnológicas que no valor adicionado, ocorrendo o contrário com os demais grupos.

Quando observamos os percentuais por cada atividade tecnológica, esta relação sofre algumas alterações. No quesito ‘aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais’, a participação setorial torna-se ainda mais semelhante à observada no valor adicionado (VTI). É um indicador que o esforço no sentido de modernizar a capacidade produtiva tem sido similar em todos os setores. As diferenças ocorrem essencialmente dentro do grupo intensivos em escala, no qual este esforço ocorreu com maior intensidade no setor siderúrgico e veículos, e com menor destaque na indústria alimentícia e petróleo. Com a consolidação do processo de privatizações, a indústria siderúrgica iniciou um processo de modernização do parque produtivo, que reflete a sua intensa participação nos gastos em máquinas e equipamentos observada. Como, segundo a tabela III.4, a compra de máquinas e equipamentos é principal atividade realizada por quase todos os setores, sua distribuição setorial condiciona em grande medida a distribuição verificada em relação aos gastos totais em atividades inovadoras.

Em relação aos dispêndios internos em pesquisa e desenvolvimento, as indústrias dominadas por fornecedores e intensivas em escala perdem espaço para os demais grupos. Nos baseados em ciência e fornecedores especializados, a participação no VTI é inferior à observada nos gastos internos em P&D, ocorrendo o oposto nos outros grupos. Esta diferença é especialmente significativa em ‘outros equipamentos de transporte’, setor no qual a participação em atividades internas de P&D representa mais de quatro vezes sua participação no valor adicionado da indústria de transformação. Novamente, em relação a estes grupos, a participação do setor químico nos dispêndios em P&D da indústria de transformação é, em relação à sua participação no valor adicionado, a que menos se destaca. Em relação à aquisição tecnológica externa, novamente os dispêndios concentram-se especialmente em produtos químicos, eletrônicos e, especialmente, veículos.

Em resumo, o fato dos grupos dominados por fornecedores e intensivos em escala responderam conjuntamente por 65,8% dos gastos totais em inovação e de, nestes grupos, a aquisição de máquinas e atividades correlatas predominar consideravelmente sobre as demais, é em grande parte responsável pelo predomínio desta atividade nos dispêndios totais em atividades inovadoras da indústria de transformação, observado na tabela III.4.

Em relação às atividades internas de P&D, para a indústria de transformação os dispêndios contínuos representaram 90% do total de gastos direcionados a esta atividade. Entretanto, o percentual de empresas que realiza continuamente P&D foi de somente 42,8%. Isto indica que

menos da metade das empresas é responsável pela quase totalidade dos gastos direcionados à pesquisa e desenvolvimento.

Além dos dispêndios em atividades inovadoras, um outro indicador capaz de revelar a performance tecnológica setorial é o pessoal ocupado em pesquisa e desenvolvimento (tabela III.6). Em relação a este indicador, três medidas foram selecionadas: a participação de cada indústria no total de pessoas ocupadas em P&D e na mão-de-obra com nível superior e pós-graduação ocupada em P&D, que serão comparadas à participação no total de pessoas ocupadas na indústria.

Tabela III.6
Pessoal Ocupado: Total e Dedicado a P&D
(Participação Setorial – Ano 2000)

SETORES	TOTAL	Total em P&D	Nível superior em P&D	Pós-graduados em P&D
Indústria de transformação	100%	100,0%	100,0%	100,0%
Dominados por fornecedores	37,3%	18,6%	12,5%	4,8%
Produtos têxteis	5,5%	2,7%	1,7%	0,7%
Confecção	7,4%	2,3%	1,5%	0,3%
Artigos de couro e calçados	6,2%	4,4%	1,4%	0,5%
Produtos de madeira	4,0%	1,0%	0,6%	0,2%
Editoração	3,4%	1,3%	1,7%	0,5%
Artigos de borracha e plástico	5,3%	4,0%	3,5%	1,2%
Móveis e indústrias diversas	5,4%	3,0%	2,1%	1,4%
Reciclagem	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Intensivos em escala	42,3%	32,3%	32,9%	47,2%
Prod. alimentícios e bebidas	18,7%	8,4%	8,1%	11,3%
Produtos do fumo	0,3%	0,7%	0,7%	0,9%
Celulose e papel	2,8%	1,6%	1,6%	2,9%
- Celulose e outras pastas	0,1%	0,4%	0,4%	1,3%
- Papel e produtos de papel	2,6%	1,2%	1,3%	1,6%
Petróleo	0,8%	4,2%	4,3%	15,3%
Prod. minerais não-metálicos	5,3%	2,1%	1,7%	2,4%
Metalurgia básica	3,4%	3,0%	3,6%	5,5%
- Produtos siderúrgicos	2,0%	2,3%	2,9%	4,0%
- Metais não ferrosos	1,4%	0,7%	0,7%	1,5%
Produtos de metal	5,4%	3,2%	2,7%	1,3%
Veículos	5,6%	9,0%	10,1%	7,6%
Fornecedores especializados	7,6%	16,6%	15,0%	12,8%
Máquinas e equipamentos	6,6%	13,0%	10,6%	7,9%
Instrumentação	1,0%	3,6%	4,4%	4,9%
Baseados em ciência	12,0%	32,4%	39,5%	35,2%
Produtos químicos	6,2%	12,6%	14,9%	17,1%
Informática	0,4%	2,7%	3,7%	1,5%
Materiais elétricos	2,9%	5,3%	6,6%	2,2%
Material eletrônico/comunicações	1,5%	6,0%	7,5%	5,3%
Outros equipam. de transporte	0,8%	5,9%	6,7%	9,0%

Fonte: PINTEC/IBGE

Elaboração própria

Pela lógica, a participação dos setores baseados em ciência e fornecedores especializados deveria ser maior ao considerarmos, por exemplo, a mão-de-obra de nível superior dedicada a P&D do que o pessoal ocupado total na indústria de transformação, ocorrendo o contrário no caso dos dominados por fornecedores. E isto realmente ocorre. As únicas exceções são os setores de celulose, petróleo, produtos siderúrgicos, fumo e veículos, indicando que possuem mão-de-obra, em geral, de qualificação superior aos demais setores de seu grupo.

É também interessante compararmos, dentro do pessoal ocupado em P&D, quais setores tem maior participação entre os pós-graduados – indicando maior qualidade da mão-de-obra – do que no total de pessoas ocupadas em P&D, que inclui pós-graduados, graduados, nível médio e outros. A mesma lógica descrita no parágrafo anterior seria esperada, entretanto alguns casos aparecem como exceção. Entre os baseados em ciência e fornecedores especializados, apenas as indústrias química¹¹⁵, instrumentação e outros equipamentos de transporte possuem uma participação mais elevada na coluna quatro (pós-graduados) que nas colunas dois e três (respectivamente, total e graduados). Por outro lado, nas indústrias intensivas em escala o grau de sofisticação da mão-de-obra é crescente, com exceção de alimentos e bebidas, produtos de metal e veículos.

Destacando especialmente celulose e produtos siderúrgicos, como observado nas tabelas II.4 e II.5 apresentadas no capítulo anterior, verificou-se nestes setores uma redução do número de trabalhadores empregados na virada para o século XXI e simultaneamente, crescimento no VTI real. Além disto, ambos apresentam remuneração média acima do padrão de seu grupo. Conjuntamente, os indicadores revelam que nestas indústrias vêm ocorrendo ganhos de produtividade, mas sem que a mão-de-obra qualificada perca seu espaço. Pelo contrário, nos dois casos, a participação destes setores no pessoal ocupado da indústria de transformação é menor que sua participação na mão-de-obra direcionada a P&D, crescendo quando são considerados os trabalhadores de nível superior e pós-graduados. Considerando que a presença de mão-de-obra qualificada é um indicador do grau de sofisticação tecnológica setorial, estas indústrias aparecem bem posicionadas.

A tabela III.7, apresentada a seguir, revela alguns indicadores de inovação tecnológica por empresa (média). O padrão setorial encontrado é similar ao verificado na relação VTI/pessoal ocupado, que indica a intensidade de mão-de-obra relativa a cada setor. Nos setores intensivos em escala e baseados em ciência, nos quais predominam empresas de maior porte, os

¹¹⁵ Válido para os produtos farmacêuticos e demais produtos químicos.

dispêndios médios por empresa, total ou em P&D interna, são mais elevados que nos demais grupos.

Tabela III.7
Indicadores de Inovação Tecnológica: Valores Médios por Empresa

SETORES	VTI / pessoal ocupado* (1.000 R\$)	Gasto médio em atividades inovadoras/ empresa inovadora** (1.000 R\$)	Gasto médio em P&D / empresa inovadora que realizou P&D** (1.000 R\$)	PO em P&D - nível superior / empresa inovadora que realizou P&D**
Indústria de transformação	50,0	989,0	484,0	2,6
Dominados por fornecedores	23,1	337,7	106,4	1,0
Produtos têxteis	26,4	676,8	138,2	1,0
Confecção	11,4	93,3	102,4	1,4
Artigos de couro e calçados	15,7	187,5	85,5	0,7
Produtos de madeira	16,5	497,7	92,0	1,0
Editoração	51,6	466,2	107,9	3,5
Artigos de borracha e plástico	34,0	591,0	157,0	1,2
Móveis e indústrias diversas	19,5	221,1	62,7	0,7
Reciclagem	21,7	451,6	0,0	0,0
Intensivos em escala	63,3	1.481,7	654,3	2,5
Prod. alimentícios e bebidas	40,8	738,1	262,2	1,9
Produtos do fumo	131,0	2.340,9	4.167,4	23,6
Celulose e papel	81,1	2.432,7	503,7	2,2
- Celulose e outras pastas	374,7	16.453,2	2.333,8	9,5
- Papel e produtos de papel	64,2	1.947,5	397,7	1,8
Petróleo	900,2	36.465,9	44.463,7	85,9
Prod. minerais não-metálicos	35,1	669,6	161,9	1,1
Metalurgia básica	100,2	5.715,8	1.058,8	5,3
- Produtos siderúrgicos	116,7	27.432,9	2.676,8	14,5
- Metais não ferrosos	76,1	934,0	392,4	1,5
Produtos de metal	29,0	319,3	113,0	1,0
Veículos	66,2	5.919,9	1.753,0	7,5
Fornecedores especializados	44,9	663,5	334,6	2,4
Máquinas e equipamentos	45,1	706,9	329,7	2,0
Instrumentação	43,5	481,6	360,7	4,6
Baseados em ciência	92,1	2.244,2	889,6	4,5
Produtos químicos	101,5	2.327,4	591,2	3,3
Informática	162,9	2.405,9	1.134,5	7,7
Materiais elétricos	44,0	1.220,6	640,2	3,3
Material eletrônico/comunicações	120,4	3.456,6	1.785,2	6,9
Outros equipam. de transporte	110,9	3.228,3	2.095,6	10,7

* Período: média 2000-2001

** Período: numerador – ano 2000; denominador – média 1998 –2000

Fonte: PIA e PINTEC/IBGE

Elaboração própria

A última coluna apresenta a relação entre pessoal ocupado de nível superior em P&D em relação ao total de empresas que realizaram atividades internas de P&D. Com exceção de alguns setores, como petróleo e, em menor grau, fumo, siderurgia, outros equipamentos de

transporte e celulose, chama a atenção o baixo número de pessoas que se dedicam a esta atividade por empresa. Em média, cada firma que realiza P&D emprega 2,6 pessoas de nível superior para realizá-la. Este é um sério indicador da deficiência tecnológica da indústria como um todo. Como visto na parte teórica deste trabalho, a capacitação tecnológica de uma empresa está parcialmente embutida em sua força de trabalho, pois sem trabalhadores habilidosos, as companhias têm dificuldade em dominar novas tecnologias, deixando de inovar. Também foi ressaltada a importância do fluxo de tecnologia através das pessoas (*people embodied*), que em países como a Coréia foi fundamental para a acumulação tecnológica das empresas, enquanto na América Latina este tipo de capacitação foi historicamente baixo, ou delimitado a setores particulares. No caso brasileiro, é especialmente mencionada a construção de infra-estrutura científica de excelência, baseado em um amplo sistema de pesquisa e formação de recursos humanos altamente qualificados nas universidades públicas, que não foi acompanhado pelo desenvolvimento da competência tecnológica nas empresas. As estatísticas apresentadas revelam que, pelo lado das firmas, esta situação não se alterou, dada a baixa quantidade de pessoas qualificadas empregadas em atividades de pesquisa no setor privado.

Na tipologia apresentada na parte teórica, Dosi *et al.* (1990) destacam a relação entre empresas e clientes, fornecedores e universidades como sendo capaz de diferenciar os grupos setoriais. A cooperação entre empresas e universidades e institutos de pesquisa estaria mais presente nos setores baseados em ciência; já as indústrias intensivas em escala teriam uma relação forte com seus fornecedores. A tabela III.8 indica como estas relações se estabelecem no país. A segunda coluna indica a relação entre o total de empresas que atuaram de forma cooperativa e o total de empresas inovadoras. As colunas seguintes indicam o parceiro com o qual a empresa se relacionou, sendo cada parceria dividida em duas colunas: a primeira mede a relação entre a cooperação com determinada organização e o total de empresas inovadoras; a segunda indica, dentro desta parceria, o percentual de organizações localizadas no exterior.

Tabela III.8

SETORES	Relações de Cooperação entre Empresas Inovadoras e Demais Organizações (1998 - 2000)				
	TOTAL	Clientes ou consumidores		Fornecedores	
		T*	E**	T*	E**
Indústria de transformação	10,9%	5,7%	7,4%	6,8%	17,9%
Dominados por fornecedores	8,3%	4,6%	5,1%	5,4%	8,8%
Produtos têxteis	7,1%	4,1%	7,0%	6,4%	10,5%
Confecção	6,5%	4,4%	0,0%	3,7%	3,7%
Artigos de couro e calçados	12,2%	3,9%	23,1%	7,7%	9,7%
Produtos de madeira	7,8%	4,9%	14,9%	6,2%	10,6%
Editoração	8,1%	0,6%	0,0%	1,9%	63,4%
Artigos de borracha e plástico	13,2%	10,4%	3,2%	9,3%	5,8%
Móveis e indústrias diversas	5,1%	2,7%	0,0%	4,0%	3,0%
Reciclagem	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Intensivos em escala	10,6%	5,8%	10,6%	6,5%	21,7%
Prod. alimentícios e bebidas	10,2%	5,0%	11,3%	6,4%	17,7%
Produtos do fumo	26,9%	20,6%	0,0%	26,9%	23,4%
Celulose e papel	13,2%	9,4%	9,5%	7,4%	22,3%
- Celulose e outras pastas	71,5%	53,6%	50,0%	44,7%	40,0%
- Papel e produtos de papel	11,2%	7,9%	0,0%	6,1%	17,8%
Petróleo	27,3%	12,9%	0,0%	13,7%	0,0%
Prod. minerais não-metálicos	11,4%	4,1%	12,3%	5,0%	39,0%
Metalurgia básica	10,8%	7,9%	19,2%	8,2%	18,8%
- Produtos siderúrgicos	26,1%	16,8%	33,3%	18,2%	30,8%
- Metais não ferrosos	7,4%	5,9%	10,4%	5,9%	10,7%
Produtos de metal	7,7%	4,9%	3,3%	6,3%	18,9%
Veículos	17,3%	11,4%	15,1%	8,6%	22,7%
Fornecedores especializados	14,8%	7,9%	4,8%	8,6%	11,4%
Máquinas e equipamentos	14,1%	7,8%	6,0%	7,6%	12,5%
Instrumentação	17,4%	8,5%	0,0%	12,5%	8,6%
Baseados em ciência	17,5%	7,9%	7,9%	11,4%	32,0%
Produtos químicos	20,6%	7,9%	8,8%	13,8%	39,5%
Informática	30,6%	16,7%	0,0%	18,8%	5,9%
Materiais elétricos	10,5%	5,5%	8,4%	7,7%	20,0%
Material eletrônico/comunicações	16,7%	11,7%	7,6%	7,4%	39,8%
Outros equipam. de transporte	13,5%	5,5%	10,7%	9,8%	6,0%

Tabela III.8 (continuação)

SETORES	Relações de Cooperação entre Empresas Inovadoras e Demais Organizações (1998 - 2000)					
	Concorrentes		Outra empresa do grupo		Universidades e institutos de pesquisa	
	T*	E**	T*	E**	T*	E**
Indústria de transformação	2,0%	18,9%	2,4%	68,0%	3,9%	3,7%
Dominados por fornecedores	1,0%	19,0%	0,9%	65,3%	2,4%	3,2%
Produtos têxteis	1,3%	19,2%	1,1%	76,0%	1,2%	11,2%
Confecção	0,1%	0,0%	0,4%	11,9%	3,7%	0,0%
Artigos de couro e calçados	0,9%	0,0%	1,3%	49,0%	1,1%	9,7%
Produtos de madeira	0,7%	28,6%	1,4%	64,1%	1,9%	0,0%
Editoração	2,2%	40,0%	0,2%	53,5%	2,2%	4,6%
Artigos de borracha e plástico	2,0%	13,0%	1,3%	70,0%	4,4%	3,0%
Móveis e indústrias diversas	0,7%	10,9%	1,2%	85,6%	0,7%	12,1%
Reciclagem	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Intensivos em escala	2,7%	12,9%	2,5%	60,8%	3,8%	6,0%
Prod. alimentícios e bebidas	3,3%	7,6%	1,9%	43,5%	4,0%	6,0%
Produtos do fumo	12,5%	0,0%	12,5%	100,0%	6,3%	0,0%
Celulose e papel	1,6%	18,7%	3,2%	69,1%	3,8%	16,9%
- Celulose e outras pastas	17,9%	0,0%	8,9%	0,0%	53,6%	16,7%
- Papel e produtos de papel	1,0%	29,9%	3,0%	76,3%	2,1%	17,1%
Petróleo	8,0%	100%	14,5%	0,0%	15,1%	0,0%
Prod. minerais não-metálicos	3,4%	8,4%	2,2%	52,2%	5,6%	1,6%
Metalurgia básica	2,3%	44,3%	3,9%	38,9%	6,3%	11,1%
- Produtos siderúrgicos	5,6%	50,0%	14,6%	28,8%	19,9%	0,0%
- Metais não ferrosos	1,6%	39,8%	1,5%	60,0%	3,4%	25,6%
Produtos de metal	1,5%	8,4%	0,9%	62,5%	1,2%	0,0%
Veículos	2,9%	36,0%	8,5%	89,0%	5,3%	11,8%
Fornecedores especializados	2,8%	35,7%	4,2%	63,7%	6,6%	1,2%
Máquinas e equipamentos	1,8%	62,0%	4,5%	60,8%	6,1%	0,0%
Instrumentação	6,9%	6,2%	3,1%	81,6%	9,0%	4,8%
Baseados em ciência	2,9%	21,5%	6,1%	81,2%	7,4%	2,9%
Produtos químicos	3,5%	22,5%	7,5%	82,0%	9,9%	4,2%
Informática	13,6%	0,0%	9,7%	52,4%	15,0%	0,0%
Materiais elétricos	0,5%	33,3%	3,2%	100,0%	4,1%	0,0%
Material eletrônico/comunicações	2,5%	47,0%	7,6%	75,1%	4,5%	0,0%
Outros equipam. de transporte	2,3%	25,4%	1,8%	68,5%	2,3%	0,0%

*T: Total de empresas que atuaram cooperativamente em relação ao total de empresas inovadoras

**E: Total de empresas que realizaram parceria com organizações estrangeiras em relação ao total de empresas que atuaram cooperativamente.

Fonte: PINTEC/IBGE

Elaboração própria

A importância de todas as parcerias cresce com o aumento do grau de sofisticação tecnológica dos grupos setoriais, ou seja, em média os setores baseados em ciência realizaram mais parcerias, seguidos pelos fornecedores especializados, intensivos em escala e, por fim, dominados por fornecedores. Ela está presente principalmente nos setores de informática, petróleo, fumo e siderúrgico, mas o maior destaque fica por conta da celulose, no qual 71,5% das empresas inovadoras atuaram, de alguma forma, em parceria com outras organizações.

Anteriormente haviam sido mencionadas as parcerias com universidades e institutos de pesquisa em torno de inovações relacionadas à celulose de eucalipto, mas as estatísticas indicam que o setor também vem estabelecendo relações especialmente com clientes e fornecedores. No caso da celulose, predomina a parceria realizada com organizações localizadas nacionalmente. Os clientes estrangeiros aparecem como a única exceção, cujo elevado percentual se deve à tendência exportadora do setor, que permite o fortalecimento da troca com consumidores internacionais. Este alto grau de cooperação do setor é mais um indício de sua busca por aprimoramento tecnológico, dado que a cooperação com demais organizações é um dos elementos essenciais no processo de inovação e difusão.

Assim como no caso da celulose, os setores nos quais a relação com clientes estrangeiros é mais elevada também são os que apresentam coeficiente de exportação acima da média da indústria de transformação, como metalurgia básica, couro e calçados, outros equipamentos de transporte e veículos; a exceção fica por conta de minerais não metálicos. Estes casos indicam que não somente a inovação tecnológica pode incrementar a competitividade, considerando o desempenho exportador como critério, mas também que a participação no comércio exterior pode estimular o processo inovador e de difusão de novas tecnologias, elevando, em um círculo virtuoso, a capacidade competitiva das empresas exportadoras.

A cooperação com fornecedores é a realizada pelo maior percentual de empresas em todos os setores, se destacando como a mais significativa. Entre todos os tipos de cooperação, a maior parte ocorre com parceiros localizados em território nacional. A única exceção aparece em 'outras empresas do grupo', refletindo a relação estabelecida entre a matriz e as filiais de multinacionais atuantes em diversos países.

Sobre as relações de cooperação entre empresas e universidades, vale lembrar que alguns programas de incentivos públicos exigem a realização destas parcerias para fornecer os benefícios. Como exemplo, temos a citada Lei de Informática, pela qual 2% do faturamento bruto obtido na venda de bens de informática e microeletrônica devem ser direcionados a atividades de P&D realizadas em parceria com universidade ou institutos de pesquisa. Entretanto, se observarmos o percentual de empresas inovadoras dos setores eletrônico e de informática que realizaram atividades de P&D (tabela III.2) e o compararmos com o percentual que atuou em parcerias com universidades (tabela III.8), chegaremos a um resultado contraditório, indicando ou o não cumprimento da Lei por parte das empresas, ou que elas estão realizando atividades de P&D independentemente dos benefícios concedidos pela legislação.

III.2. Esforço tecnológico da indústria brasileira

O esforço tecnológico é uma importante medida de desempenho setorial no que se refere à inovação de tecnologias. Ao indicar o percentual de recursos que está sendo direcionado para atividades inovadoras, o esforço tecnológico revela a importância desta(s) atividades(s) para cada setor. A relação entre gastos em atividades de P&D e o valor da produção, valor adicionado ou receita líquida setorial é uma das medidas tradicionalmente utilizadas. Nesta seção, além de discutirmos a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial¹¹⁶, apresentaremos os esforços tecnológicos relativos a outras atividades inovadoras, como aquisição de máquinas e equipamentos e atividades correlatas e aquisição de conhecimentos externos. Outro indicador interessante se refere à mão-de-obra de nível superior atuante em atividades de P&D realizada pelas empresas em relação ao pessoal ocupado na indústria.

A tabela III.9 apresenta o esforço tecnológico segundo os dispêndios direcionados às atividades inovadoras mencionadas. Também inclui a participação setorial no valor da produção (VBPI)¹¹⁷, dado que, associado ao esforço tecnológico de cada setor, revela o esforço tecnológico total da indústria de transformação.

O esforço tecnológico total da indústria de transformação – 4,02% - é formado majoritariamente pelos gastos realizados em máquinas e equipamentos. Estes dispêndios são predominantes em todos os grupos setoriais mas, principalmente, nos dominados por fornecedores e intensivos em escala, que por representarem conjuntamente 70,2% do valor da produção industrial, são os maiores responsáveis pelo esforço inovador total. Se os setores ‘baseados em ciência’ e ‘fornecedores especializados’ tivessem uma participação maior no valor da produção industrial, o esforço tecnológico da indústria de transformação, além de ser mais elevado, teria uma composição diferente, com maior participação das atividades internas de P&D.

¹¹⁶ Optou-se por utilizar o valor da produção, ao invés do valor adicionado ou receita líquida, pois posteriormente será realizada uma comparação entre o esforço tecnológico setorial brasileiro e de alguns países da OCDE, e a medida obtida para estes países é a relação entre gastos em P&D e valor da produção.

¹¹⁷ Pelos motivos já mencionados em relação às variáveis VTI e pessoal ocupado, a participação setorial no VBPI refere-se somente ao ano 2000.

Tabela III.9

SETORES	VBPI	Esforço Tecnológico por Atividade Inovadora - Dispêndio em Relação ao Valor da Produção Industrial (2000)			
		Total	Atividades internas de P&D	Aquisição de conhecimentos externos*	Aquisição de máquinas e equipamentos, treinamento e projetos industriais
Indústria de transformação	100%	4,02%	0,67%	0,32%	2,77%
Ind. transf. excluindo petróleo*	100%	3,90%	0,59%	0,31%	2,74%
Dominados por fornecedores	17,8%	3,42%	0,26%	0,17%	2,83%
Produtos têxteis	3,1%	3,60%	0,27%	0,18%	3,03%
Confecção	1,8%	2,16%	0,22%	0,07%	1,73%
Artigos de couro e calçados	2,2%	1,72%	0,28%	0,11%	0,94%
Produtos de madeira	1,1%	5,59%	0,20%	0,11%	5,16%
Editoração	3,0%	3,17%	0,06%	0,11%	2,95%
Artigos de borracha e plástico	4,4%	4,13%	0,38%	0,18%	3,52%
Móveis e indústrias diversas	2,2%	3,74%	0,33%	0,39%	2,65%
Reciclagem	0,0%	4,21%	0,00%	0,00%	4,20%
Intensivos em escala	52,0%	3,92%	0,52%	0,29%	2,83%
Prod. alimentícios e bebidas	18,2%	2,22%	0,23%	0,09%	1,64%
Produtos do fumo	0,6%	1,19%	0,67%	0,00%	0,49%
Celulose e papel	3,7%	3,94%	0,36%	0,08%	3,34%
- Celulose e outras pastas	0,7%	4,58%	0,46%	0,21%	3,90%
- Papel e produtos de papel	3,0%	3,79%	0,33%	0,04%	3,20%
Petróleo**	7,9%	1,52%	1,03%	0,18%	0,28%
Prod. minerais não-metálicos	3,2%	4,73%	0,29%	0,51%	3,84%
Metalurgia básica	6,5%	6,29%	0,40%	0,19%	5,67%
- Produtos siderúrgicos	4,4%	8,01%	0,44%	0,21%	7,33%
- Metais não ferrosos	2,1%	2,63%	0,33%	0,14%	2,14%
Produtos de metal	3,2%	3,46%	0,35%	0,18%	2,63%
Veículos	8,6%	7,94%	0,99%	0,99%	5,16%
Fornecedores especializados	5,9%	4,42%	1,27%	0,20%	2,66%
Máquinas e equipamentos	5,2%	4,31%	1,20%	0,18%	2,66%
Instrumentação	0,7%	5,27%	1,85%	0,29%	2,68%
Baseados em ciência	23,5%	4,71%	1,19%	0,55%	2,66%
Produtos químicos	13,6%	4,32%	0,70%	0,44%	2,78%
Informática	1,5%	3,19%	1,33%	0,46%	1,22%
Materiais elétricos	2,6%	5,96%	1,82%	0,59%	3,38%
Material eletrônico/comunicações	4,1%	5,21%	1,73%	1,06%	2,28%
Outros equipam. de transporte	1,7%	6,06%	2,80%	0,28%	2,78%

* Inclui P&D e demais conhecimentos externos

** Ver nota de rodapé abaixo

Fonte: PINTEC/IBGE

Elaboração própria

A tabela também apresenta o esforço tecnológico da indústria de transformação excluindo os dispêndios em atividades inovadoras realizadas pela indústria petrolífera, dado que as pesquisas do setor voltam-se especialmente para a extração do produto¹¹⁸. Neste caso, devido à grande participação deste setor tanto na produção industrial quanto nos dispêndios totais em

¹¹⁸ Nota-se que o setor não foi excluído da amostra, apenas foram retirados seus gastos com atividades inovadoras, considerando que estes recursos estariam em sua totalidade voltados à indústria extrativa. Portanto, é mantida a sua participação no que se refere ao valor da produção.

pesquisa e desenvolvimento, o percentual observado para a indústria de transformação no que se refere aos gastos em P&D interna reduz-se de 0,64% para 0,59%. Para as demais atividades, a diferença observada é pouco significativa; os gastos totais se reduzem a 3,9%.

Considerando exclusivamente a relação entre dispêndios em aquisição de máquinas e atividades correlatas e o valor da produção industrial (coluna seis), os grupos setoriais têm um comportamento semelhante entre si. Em todos, o esforço realizado se assemelha ao padrão observado para a indústria de transformação, indicando que a busca por modernização através da aquisição de novas máquinas tem ocorrido de maneira similar entre as indústrias. Apesar disto, alguns setores se destacam ao realizarem um esforço mais elevado que os demais, como produtos siderúrgicos, veículos, madeira, celulose e reciclagem. No caso de madeira, celulose e produtos siderúrgicos, este esforço reflete a busca pela melhoria dos processos produtivos. Como já mencionado, ambos apresentaram crescimento real tanto no valor da produção quanto no valor adicionado, acompanhado de redução do pessoal ocupado. Este ganho de produtividade é, entre outros fatores, um reflexo da utilização de equipamentos mais sofisticados, um dos instrumentos fundamentais para elevar a capacidade competitiva em indústrias intensivas em escala. Com exceção de veículos, todos os setores mencionados apresentaram crescimento real entre 1996-1998 e 2000-2001; portanto, a aquisição de novas máquinas foi impulsionada não somente pela busca da modernização, mas também pelo crescimento da produção.

O caso de produtos siderúrgicos merece um comentário à parte. Este foi o setor que apresentou o maior esforço tecnológico total, condicionado pelo seu esforço na aquisição de máquinas e equipamentos, pois em relação às demais variáveis seu desempenho não foi tão notório. Este perfil condiz com o analisado no capítulo anterior. Ou seja, trata-se atualmente de um setor que vem se reestruturar e buscando modernizar-se após a ocorrência das privatizações, o que explica o atual direcionamento de recursos à aquisição de máquinas e equipamentos. Por outro lado, a maior capacidade competitiva está concentrada em aços longos comuns, nos quais os requerimentos tecnológicos são menores, e portanto o setor apresenta esforço em P&D limitado.

Em relação às atividades internas de P&D, o maior esforço é realizado por ‘outros equipamentos de transporte’. Nas demais indústrias do grupo ‘baseados em ciência’, a relação entre dispêndios em atividades internas de P&D e valor da produção é significativamente inferior. Este resultado é condizente com o apresentado na discussão realizada sobre estas indústrias: foi enfatizado que a única na qual o país realmente possui autonomia tecnológica,

associada a uma produção competitiva internacionalmente, é a indústria de aeronaves. Nas demais, apesar da produção nacional agregar pouco valor e/ou produzir bens não diferenciados, o esforço tecnológico observado apresenta diferenças. Mais uma vez, no setor químico a relação entre gastos em P&D interna e valor da produção é inferior ao observado nas indústrias eletrônica e de informática¹¹⁹. Portanto, apesar das fragilidades encontradas nestas indústrias, elas apresentam uma propensão a investir em pesquisa mais elevada¹²⁰. Entre os intensivos em escala e dominados por fornecedores, os maiores esforços são realizados por petróleo, veículos, fumo, celulose e produtos siderúrgicos.

O esforço em aquisição de conhecimentos externos é generalizadamente baixo em todas as indústrias, com exceção do setor eletrônico e veículos, nos quais esta atividade aparece com maior intensidade.

Foram realizados três testes visando identificar a existência de correlação entre taxa de inovação (tabela III.1) e esforço tecnológico: a) taxa de inovação total em relação ao esforço tecnológico total, b) taxa de inovação em processo em relação ao esforço tecnológico na aquisição de máquinas, equipamentos e atividades correspondentes e c) taxa de inovação em produto inédito para o mercado em relação ao esforço tecnológico em atividades internas de P&D. Apenas a última alternativa apresentou uma taxa de correlação positiva (0,88) e significativa a 1%. Nos demais casos, a correlação foi rejeitada a 10%.

A tabela III.10 apresenta a relação entre o pessoal ocupado com nível superior dedicado a P&D e o pessoal ocupado total nas indústrias de transformação, também utilizado tradicionalmente como indicador de esforço tecnológico (coluna três).

¹¹⁹ Comparação válida tanto para a indústria farmacêutica quanto para os demais setores químicos, que apresentam esforço tecnológico relacionado às atividades internas de P&D de, respectivamente, 0,9% e 0,7%

¹²⁰ Em relação à indústria eletrônica, cabe notar que o esforço realizado pelo segmento 'material eletrônico básico' (0,7%) é significativamente inferior ao apresentado pelo segmento de equipamentos de comunicações (1,9%), que envolve os aparelhos receptores e transmissores segundo a classificação apresentada na discussão sobre esta indústria. Esta diferença é reflexo da fragilidade produtiva e tecnológica do setor de componentes no Brasil.

Tabela III.10
Esforço Tecnológico: Pessoal Ocupado em P&D
(2000)

SETORES	Participação setorial no pessoal ocupado total	Pessoal ocupado - nível superior em atividades de P&D / PO total	Pós-graduados / pessoal ocupado - nível superior em atividades de P&D	Remuneração média mensal (R\$)
Indústria de transformação	100,0%	0,41%	14,6%	935,0
Ind. transf. excluindo petróleo	100,0%	0,39%	12,9%	935,0
Dominados por fornecedores	37,3%	0,14%	5,6%	621,6
Produtos têxteis	5,5%	0,12%	5,9%	644,6
Confecção	7,4%	0,08%	3,2%	394,9
Artigos de couro e calçados	6,2%	0,09%	5,1%	444,8
Produtos de madeira	4,0%	0,06%	3,6%	428,7
Editoração	3,4%	0,20%	4,3%	1.254,3
Artigos de borracha e plástico	5,3%	0,27%	5,1%	903,7
Móveis e indústrias diversas	5,4%	0,16%	9,5%	558,8
Reciclagem	0,1%	0,00%	0,0%	618,2
Intensivos em escala	42,3%	0,32%	20,9%	992,5
Prod. alimentícios e bebidas	18,7%	0,18%	20,3%	682,3
Produtos do fumo	0,3%	0,84%	19,5%	1.429,4
Celulose e papel	2,8%	0,24%	25,8%	1.222,9
- Celulose e outras pastas	0,1%	1,14%	50,3%	2.469,2
- Papel e produtos de papel	2,6%	0,20%	18,5%	1.151,4
Petróleo	0,8%	2,23%	52,0%	4.667,1
Prod. minerais não-metálicos	5,3%	0,13%	20,6%	667,3
Metalurgia básica	3,4%	0,44%	21,8%	1.492,6
- Produtos siderúrgicos	2,0%	0,59%	19,9%	1.693,2
- Metais não ferrosos	1,4%	0,22%	29,7%	1.200,8
Produtos de metal	5,4%	0,21%	6,7%	789,8
Veículos	5,6%	0,74%	11,0%	1.743,1
Fornecedores especializados	7,6%	0,81%	12,4%	1.161,0
Máquinas e equipamentos	6,6%	0,66%	10,9%	1.180,2
Instrumentação	1,0%	1,83%	15,9%	1.036,4
Baseados em ciência	12,0%	1,34%	13,0%	1.630,5
Produtos químicos	6,2%	0,99%	16,7%	1.776,3
Informática	0,4%	3,64%	5,9%	2.080,1
Materiais elétricos	2,9%	0,92%	4,9%	1.148,0
Material eletrônico/comunicações	1,5%	1,83%	10,3%	1.931,2
Outros equipam. de transporte	0,8%	3,36%	19,8%	1.550,9

Fonte: PIA/IBGE e PINTEC/IBGE

Elaboração própria

Para a indústria de transformação, a relação entre pessoal ocupado com nível superior dedicado a P&D e pessoal ocupado total alcança 0,41%, resultado condicionado pela elevada participação das indústrias dominadas por fornecedores e intensivas em escala no emprego total, que atinge 79,6% e nas quais o esforço tecnológico é consideravelmente inferior ao dos demais grupos. Neste caso, se as indústrias baseadas em ciência e fornecedores especializados tivessem participação mais elevada no emprego total, *ceteris paribus*, o indicador da indústria de transformação seria maior que percentual observado. Excluindo o esforço tecnológico

realizado pelo setor de petróleo, o valor para a indústria de transformação apresentaria uma pequena queda, alcançando 0,39%.

Entre os setores estudados dos grupos baseados em ciência e fornecedores especializados, os que apresentaram um esforço mais elevado são informática, outros equipamentos de transporte e eletrônico¹²¹, enquanto os piores desempenhos foram atingidos pela indústria química¹²² e máquinas e equipamentos, repetindo o resultado apresentado por outros indicadores. Entre os demais grupos, vale destacar os setores de petróleo e celulose, que além de apresentarem um esforço tecnológico elevado, também são os setores nos quais se observa o percentual mais elevado de pós-graduados entre os profissionais de nível superior que atua em P&D, respectivamente 52,0% e 50,3%. A existência de significativa participação de mão-de-obra de alta qualificação dedicada à pesquisa e desenvolvimento é um importante indicador da significância do aprimoramento tecnológico para estes setores, também já observada por outras variáveis utilizadas como critério. Além de petróleo e celulose, os que realizam maior esforço entre os intensivos em escala, segundo o critério relativo a pessoal ocupado, são veículos, fumo e produtos siderúrgicos.

Por ultimo, é possível observar a relação existente entre esforço tecnológico, mensurado pela relação entre pessoal ocupado de nível superior em atividades de P&D e pessoal ocupado total, e remuneração média. Observando a tabela, fica claro que os setores com esforço mais elevado são, em geral, os que pagam os melhores salários, dado que atuam com mão-de-obra mais qualificada. A relação entre estas variáveis, pelo coeficiente de Spearman, foi 0,86 aceito a 1%. Lembrando a elevada correlação inversa entre remuneração setorial e intensidade de mão-de-obra, encontrada no capítulo anterior, pode-se concluir que os setores mais intensivos em mão-de-obra são também os que realizam menor esforço tecnológico, pelo critério da ocupação.

III.2.1. Esforço tecnológico da indústria brasileira: comparação com países selecionados

A análise realizada até agora permitiu observarmos o desenvolvimento tecnológico brasileiro segundo diversas variáveis apresentadas e relacionadas acima. Para aprofundarmos o entendimento sobre esta questão, será apresentada neste tópico uma comparação do

¹²¹ Na indústria eletrônica novamente aparece uma diferença significativa entre o esforço realizado por material eletrônico básico (0,7%) e pelos segmentos de aparelhos receptores e transmissores (2,3%).

¹²² O esforço realizado pelo setor farmacêutico (1,00%) é similar ao realizado pelas demais indústrias químicas (0,98%).

desempenho tecnológico da indústria de transformação brasileira em relação a um grupo de países selecionados como referência, que nos permitirá observar se a indústria nacional é realmente pouco inovadora e se este comportamento é válido para todos os setores que a compõem.

A variável utilizada para realizar esta comparação será a relação entre os dispêndios em atividades internas de P&D e o valor da produção industrial. Certamente o trabalho seria enriquecido se esta comparação pudesse ser realizada com base nos diversos indicadores de inovação tecnológica apresentados anteriormente, como o número de empresas inovadoras, os gastos em aquisições externas de P&D e de outros conhecimentos etc. Entretanto, para um conjunto amplo de países somente foram encontradas estatísticas relativas aos mencionados gastos em pesquisa e desenvolvimento¹²³. Estes dispêndios foram relativizados pela produção industrial de cada setor, por país, gerando uma medida de esforço tecnológico, ou seja, uma variável que indica o percentual de recursos que cada setor está direcionando às atividades internas de P&D e, portanto, a importância desta atividade para cada indústria. Deste modo, neste tópico a expressão ‘medida de esforço tecnológico’, ou simplesmente ‘esforço tecnológico’, será sinônimo da relação entre dispêndios em atividades internas de pesquisa e desenvolvimento e valor da produção industrial.

Para a realização desta comparação, a utilização de estatísticas relativas a patentes seria a outra opção disponível. Entretanto, como argumentado na parte teórica, para o caso brasileiro os gastos em P&D são um indicador mais adequado, pois para os em países em desenvolvimento em geral a difusão tecnológica e a capacidade de absorção de tecnologias já desenvolvidas são tão ou mais importantes do que a geração de produtos ou processos únicos no mercado, que se transformam em patentes. As atividades de P&D, por outro lado, são um indicador tanto dos gastos voltados à criação de produtos exclusivos quanto daqueles que colaboram para a assimilação tecnológica. Vale ressaltar que, como medida de esforço, os dispêndios em atividades de P&D representam somente o montante de recursos destinado a esta atividade, não sendo um indicador direto de inovação tecnológica - apesar de termos encontrado uma relação entre taxa de inovação em produto inédito para o mercado e esforço tecnológico em atividades internas de P&D, apresentada acima. Por outro lado, as patentes, como indicadores de resultado, já representam em si um produto ou processo exclusivo, mas que não será necessariamente produzido e lançado no mercado.

¹²³ Como mencionado anteriormente, estatísticas similares às divulgadas sobre a indústria brasileira pela PINTEC-IBGE só foram encontradas para a Espanha.

As estatísticas brasileiras, tanto os dispêndios em atividades internas de P&D quanto o valor da produção industrial, foram divulgadas pelo IBGE, respectivamente pela PINTEC e pela PIA, referentes ao ano 2000¹²⁴. Os dispêndios em P&D dos países selecionados fazem parte da publicação “*R&D expenditures in industry 1987-2000*”, divulgada pela OCDE em 2002, com informações sobre 19 países membros; os dados de produção industrial são divulgados pela mesma Organização, na publicação “*Structural statistics for industry and services - production data*”. Para a maior parte dos países foram usadas estatísticas do ano 2000, entretanto pela indisponibilidade de dados ou de produção industrial ou de gastos em P&D, em alguns casos foi necessário utilizar o ano de 1999. As estatísticas internacionais foram publicadas segundo a classificação ISIC¹²⁵ revisão 3; no caso brasileiro, tanto a PIA quanto a PINTEC foram divulgadas de acordo com a CNAE, classificação nacional elaborada com base na ISIC revisão 3, sendo similar a ela. Destarte, os dados nacionais são perfeitamente comparáveis às informações selecionadas do exterior.

É recorrente o argumento que inovar não é uma prioridade especialmente para o setor privado brasileiro. Como vimos anteriormente, durante décadas foi possível se manter no mercado ignorando o desenvolvimento de produtos e processos inovadores, que atualmente são vitais à sobrevivência empresarial em um ambiente crescentemente globalizado. A comparação a ser realizada permitirá constatar se, em relação aos países selecionados, a indústria brasileira, após uma década de abertura comercial, ainda é pouco inovadora. Caso esta hipótese seja confirmada, observaremos se o esforço nacional é reduzido em todos os setores da indústria de transformação, ou se existem alguns nos quais a relação entre dispêndios em atividades de P&D e o valor da produção industrial é comparativamente significativa.

Será também realizada uma comparação entre a estrutura produtiva da indústria brasileira e a dos países selecionados, visando verificar se os setores intensivos em tecnologia possuem, no Brasil, uma participação na produção industrial inferior à observada nestes países de referência. Se isto for verdade, o esforço tecnológico da indústria de transformação estará sendo limitado pela menor presença destes setores, nos quais a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção, como vimos, é mais elevada.

Neste caso, mesmo que todos os países apresentassem esforço similar para cada indústria, os países nos quais os setores intensivos em tecnologia tivessem maior participação na estrutura

¹²⁴ As estatísticas de P&D da PINTEC foram divulgadas somente para o ano 2000, enquanto as estatísticas da PIA segundo a classificação CNAE são divulgadas desde 1996.

¹²⁵ *International Standard Industrial Classification*

produtiva teriam, no total da indústria de transformação, uma relação entre dispêndios em P&D e produção mais elevada. Matesco & Hasenclever (1996) mencionam que, segundo metodologia utilizada pela OCDE, a intensidade das despesas de P&D, em grande parte, é explicada pela estrutura econômica dos países: o alto volume de dispêndios com pesquisa e desenvolvimento nos Estados Unidos seria explicado pelo elevado peso das indústrias de alta tecnologia no país, assim como a baixa intensidade de despesas com P&D em países como a Itália podia ser atribuída à existência de uma parcela maior de indústrias menos intensivas em tecnologia.

A tabela III.11 é apresentada de forma mais ampla que as anteriores. Inclui, além dos setores apresentados nas tabelas anteriores, a indústria de aeronaves e separadamente, produtos farmacêuticos e demais produtos químicos. No caso do setor eletrônico, não foi possível fazer uma comparação a três dígitos, pois poucos países da amostra apresentaram separadamente os dispêndios em P&D de ‘material eletrônico básico’ e ‘aparelhos transmissores e receptores’. Devido à heterogeneidade observada entre os países da OCDE utilizados como referência, eles foram divididos em três grupos, segundo o esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação: grupo um, incluindo os países que apresentaram elevado esforço tecnológico industrial, acima de 2,4%; grupo dois, países que realizaram esforço intermediário, entre 1,2 e 2,4%; e grupo três, países cujo esforço tecnológico da indústria de transformação foi reduzido, situando-se abaixo de 1,2%. Em média, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial dos dezenove países selecionados foi 1,8%. Entre os que apresentaram esforço tecnológico elevado estão as três maiores economias mundiais - Estados Unidos, Japão, Alemanha -, além de Finlândia, França e Suécia. Os países classificados no segundo grupo foram Austrália, Bélgica, Coreia do Sul, Dinamarca, Países Baixos e Reino Unido; enquanto Canadá, Espanha, Irlanda, Itália, Noruega, Polônia e República Tcheca incluem-se entre os que realizaram esforço tecnológico reduzido¹²⁶.

¹²⁶ Neste terceiro grupo, merece ser destacado o comportamento de Canadá e Noruega, cujos esforços tecnológicos em ambos os casos foram de 1,17%, ou seja, na transição entre os grupos de esforço baixo e intermediário.

Tabela III.11

SETORES	Esforço Tecnológico: Brasil e OCDE Dispêndio em Atividades Internas de P&D / Valor da Produção Industrial (2000)					
	Brasil	Grupos de países da OCDE				Brasil / Média da OCDE
		Média da OCDE	1 - esforço elevado	2 - esforço intermediário	3 - esforço reduzido	
Indústria de transformação	0,67%	1,82%	3,14%	1,75%	0,74%	37,1%
Ind. transf. excluindo petróleo	0,59%	1,82%	3,14%	1,75%	0,74%	32,7%
Dominados por fornecedores	0,30%	0,53%	0,90%	0,48%	0,25%	57,0%
Têxteis, confecção, couro e calçados	0,26%	0,42%	0,63%	0,34%	0,32%	61,0%
Produtos de madeira (1)	0,20%	0,17%	0,32%	0,11%	0,08%	116,2%
Artigos de borracha e plástico	0,38%	1,00%	1,63%	0,91%	0,54%	38,0%
Móveis e indústrias diversas (2)	0,33%	0,51%	0,80%	0,51%	0,21%	65,9%
Intensivos em escala	0,49%	0,77%	1,49%	0,57%	0,31%	64,2%
Intens. escala - s/petróleo	0,35%	0,77%	1,49%	0,57%	0,31%	46,0%
Prod. alimentícios, bebidas e fumo (3)	0,24%	0,31%	0,46%	0,41%	0,14%	78,1%
Celulose, papel e editoração (8)	0,23%	0,27%	0,50%	0,18%	0,12%	84,7%
Celulose e papel (4)	0,36%	0,33%	0,61%	0,25%	0,19%	106,7%
Petróleo e outros (5)	0,93%	0,45%	0,65%	0,35%	0,32%	205,5%
Produtos de minerais não-metálicos	0,29%	0,61%	1,05%	0,49%	0,28%	47,3%
Metalurgia básica (6)	0,40%	0,70%	0,99%	0,74%	0,41%	57,9%
- Produtos siderúrgicos (7)	0,44%	0,65%	0,96%	0,72%	0,28%	67,8%
- Metais não ferrosos e fundição (7)	0,33%	0,70%	1,07%	0,40%	0,52%	47,4%
Produtos de metal	0,35%	0,46%	0,70%	0,40%	0,29%	76,3%
Veículos automotores	0,99%	2,23%	3,64%	1,67%	1,51%	44,4%
Fornecedores especializados	1,27%	2,64%	4,01%	2,71%	1,21%	48,2%
Máquinas e equipamentos (8)	1,20%	1,98%	2,59%	2,19%	1,16%	60,3%
Instrumentação (9)	1,85%	4,94%	8,70%	4,64%	1,44%	37,4%
Baseados em ciência	1,19%	4,33%	6,49%	4,84%	2,05%	27,5%
Produtos químicos	0,70%	3,96%	6,08%	4,92%	1,32%	17,7%
- Prod. químicos excl. farmac. (10)	0,66%	1,97%	2,92%	2,32%	0,73%	33,3%
- Produtos farmacêuticos (10)	0,93%	10,03%	14,02%	12,05%	4,37%	9,3%
Informática	1,33%	4,28%	5,57%	5,55%	2,08%	31,2%
Materiais elétricos	1,82%	2,23%	3,75%	2,10%	1,04%	81,6%
Material eletrônico/comunicações (11)	1,73%	7,57%	8,03%	7,04%	7,54%	22,8%
Outros equipamentos de transporte	2,80%	4,17%	6,72%	2,78%	3,18%	67,0%
- Aeronaves (12)	8,00%*	7,96%	9,73%	5,68%	8,56%	100,5%

(1) não inclui Noruega e Reino Unido; (2) não inclui Austrália e Noruega; (3) não inclui França e Suécia; (4) não inclui Austrália, Dinamarca, EUA, Japão, Noruega e Reino Unido; (5) não inclui República Tcheca, Irlanda, Dinamarca e Canadá; (6) não inclui Austrália; (7) não inclui Austrália, Países Baixos e Polônia; (8) não inclui Canadá; (9) não inclui Canadá e Países Baixos; (10) não inclui Austrália e Polônia; (11) não inclui Países Baixos; (12) não inclui Irlanda e Polônia

* relação entre gastos em P&D e faturamento da Embraer. Fonte: Bernardes (2000).

Fonte: estatísticas internacionais: P&D - OCDE/Research and development expenditures in industry; valor da produção industrial - OCDE/Structural statistics for industry and services-production data. Brasil: P&D - IBGE/PINTEC; produção industrial - IBGE/PIA

Elaboração própria

A tabela acima mostra que o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira representa apenas 37,1% do realizado, em média, pelos países da OCDE. As exceções, não

surpreendentemente, ficam por conta de petróleo¹²⁷, aeronaves e da cadeia ‘madeira, celulose e papel’, os únicos nos quais o esforço nacional superou a média dos países selecionados. Entre todos, a indústria de petróleo é a que apresentou, em comparação aos demais países, o maior esforço tecnológico. Todavia, pelas razões já descritas, este dado deve ser observado com cautela, lembrando que no caso brasileiro o esforço se direciona à extração do produto. Mesmo com esta ressalva, o esforço em pesquisa representado por este setor se destaca como um dos principais realizados nacionalmente, fato demonstrado também por variáveis anteriormente apresentadas, como o pessoal qualificado direcionado à P&D. Excluindo os dispêndios em P&D realizados pelo setor, o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira passa a representar 32,7% do realizado pela média dos países selecionados¹²⁸. Considerando os grupos setoriais, o maior esforço é realizado pelos intensivos em escala, seguido pelos dominados por fornecedores, fornecedores especializados e baseados em ciência. Entretanto, excluindo os gastos do setor petrolífero, esta ordem se altera, com os intensivos em escala perdendo a liderança e indo para a terceira colocação.

No caso do setor de aeronaves, o resultado não surpreende já que, como discutido, a Embraer é uma empresa que sempre priorizou o desenvolvimento tecnológico. No Canadá, país em que se encontra a Bombardier - empresa que se destaca internacionalmente como concorrente da Embraer -, a relação entre gastos em P&D e valor da produção do setor de aeronaves foi inferior à brasileira, 6,2%.

No caso de celulose e papel, como ressaltado no capítulo anterior, a positiva performance tecnológica está diretamente relacionada ao fortalecimento da indústria nacional de celulose, que vem apresentando crescente capacidade competitiva e desempenho no comércio internacional. O menor custo mundial de produção alcançado pela celulose de eucalipto brasileira está associado a vantagens naturais desenvolvidas por investimentos em pesquisa realizadas especialmente desde os anos setenta, que continuam a ser implementadas atualmente. Em um ciclo virtuoso, as vantagens naturais são mantidas e incrementadas, fazendo com que o setor seja um dos únicos que apresenta esforço tecnológico comparável aos dos países selecionados.

Entretanto, apesar de ser superior à média da OCDE, o esforço brasileiro é inferior ao realizado pelos países do grupo 1, que inclui grandes representantes mundiais do setor. Entre

¹²⁷ Inclui todos os segmentos da atividade 23 da CNAE, pois os países da OCDE não apresentaram a estatística de refino de petróleo separadamente. O mesmo é válido para as próximas tabelas, onde estiver ‘petróleo e outros’

¹²⁸ Foram excluídos somente os dispêndios em P&D realizados pelo setor de petróleo no caso brasileiro.

os sete principais produtores mundiais de celulose, o maior esforço tecnológico é realizado pela Suécia (1,35%), seguido por Finlândia (0,47%), Brasil (0,36%) e Canadá (0,30%)¹²⁹. Deste modo, apesar de, nesta indústria, o desempenho brasileiro ser comparativamente superior ao dos demais setores nacionais, em relação aos países mais relevantes o esforço nacional ainda deixa a desejar. Vale ressaltar que no caso brasileiro este resultado pode ser consequência da concentração de pesquisas no aprimoramento da celulose de eucalipto, enquanto os demais países dedicam-se ao incremento da cadeia como um todo: EUA, Japão, Canadá, China, Suécia, Finlândia e Brasil são os sete maiores produtores mundiais de celulose, mas destes países, somente o Brasil não se encontra entre os sete maiores produtores de papel (2000). Como resultado, as atividades de pesquisa e desenvolvimento nestes países estão voltadas não somente ao segmento celulose, mas também ao aprimoramento da produção papelreira¹³⁰.

No entanto, além dos países já citados, os outros grandes produtores mundiais de papel, e seus respectivos esforços tecnológicos, são Alemanha (0,26%), França (0,37%), Itália (0,07%) e Coreia (0,09%). Todos realizaram esforços similar ou inferior ao nacional, e nenhum se destaca como fabricante de celulose, estando entre os grandes importadores desta *commodity*. O Brasil, 7º maior produtor mundial de celulose, é o 11º em papel (2000).

Considerando conjuntamente ‘celulose, papel e editoração’, para o qual há informações para todos os países da amostra, com exceção do Canadá, a relação entre dispêndios em P&D e produção industrial do Brasil é levemente inferior à média da OCDE. Em relação aos três grupos de países selecionados, novamente o esforço brasileiro é inferior somente ao realizado pelo primeiro. Em comparação aos maiores fabricantes de celulose, o esforço brasileiro (0,23%) é o menor: EUA (1,10%), Japão (0,41%), Suécia (0,84%) e Finlândia (0,39%), entretanto, diferentemente do Brasil, estes países se destacam não só como produtores de celulose, mas também são competitivos na fabricação de papel.

No caso do setor siderúrgico, foram mencionadas no capítulo anterior pesquisas indicativas dos baixos dispêndios em P&D realizados por empresas nacionais, em comparação ao padrão observado internacionalmente. Esta afirmação é confirmada ao confrontarmos os dados totais do setor com similares para os países da OCDE: o esforço nacional alcança 67,8% do realizado, em média, pelos países selecionados. Entretanto, considerando, por exemplo, os

¹²⁹ EUA e Japão só divulgaram dado conjunto para celulose, papel e editoração; China não faz parte da base de dados utilizada.

¹³⁰ A grande maioria dos países incluídos na base de dados da OCDE utilizada neste trabalho não divulga os dispêndios em P&D separadamente para celulose e papel.

maiores produtores mundiais de aço bruto e os esforços tecnológicos daqueles que pertencem à amostra utilizada – respectivamente, China, Japão (1,37%), EUA (0,30%), Rússia, Alemanha (0,51%), Coreia do Sul (0,29%), Ucrânia, Índia e Brasil (0,44%) – o esforço realizado pela siderurgia nacional é em alguns casos superior.

Com exceção dos setores mencionados, em todos os demais o esforço realizado foi inferior à média dos países selecionados. Contudo, em algumas indústrias ou grupos setoriais esta discrepância foi mais significativa que em outras. As indústrias baseadas em ciência apresentam o pior desempenho entre todos os grupos: a relação entre dispêndios em P&D e produção industrial do Brasil representa apenas 27,5% do realizado pelos países selecionados.

O baixo esforço tecnológico do grupo ‘baseados em ciência’ é determinado pelo sofrível desempenho dos setores químico e eletrônico, nos quais a relação entre o Brasil e a média da OCDE foi de, respectivamente, 17,7% e 22,8%, os piores desempenhos entre todos os setores da indústria de transformação. Especificamente no caso de produtos farmacêuticos, este percentual é ainda mais frágil, alcançando somente 9,3%. Este resultado reflete o padrão nacional de produção vigente nestas indústrias. Como vimos anteriormente, no Brasil elas estão concentradas ou em produtos *commoditizados*, como é o caso da indústria química, ou em etapas da cadeia produtiva que adicionam pouco valor, como a fabricação de produtos eletrônicos baseados na montagem de componentes importados adquiridos na forma de kits. Este resultado é parte da divisão internacional produtiva vigente nestes setores, nos quais a parte pouco sofisticada de sua produção é mantida nos países em desenvolvimento, enquanto a fabricação e exportação de bens não *commoditizados* se concentra nos países desenvolvidos. Para países como o Brasil, restou a importação de produtos diferenciados e um elevado déficit comercial.

Neste contexto, em que nos tornamos uma plataforma de fabricação de produtos básicos, não caberia esperar que as atividades de pesquisa e desenvolvimento fossem expressivamente desempenhadas em território nacional. Estas indústrias, que se destacam pela atuação das multinacionais, tendem a concentrar as atividades de pesquisa nas nações de suas matrizes, ou próximas a ela [Erber (2001)]. Todavia, esta situação é preocupante porque se trata das principais indústrias geradoras e difusoras do progresso técnico, nas quais são encontradas as maiores oportunidades tecnológicas e com possibilidade de gerar externalidades para as demais. Vale ressaltar que, para alterar este quadro, diversos autores defendem a existência de políticas industriais específicas para estas indústrias, pois “por serem consideradas as atividades mais dinâmicas da economia, as indústrias de alta tecnologia acabam por merecer

um papel privilegiado por parte do poder público, sob pena de comprometer o potencial de desenvolvimento econômico nacional” [Nassif (2002)]¹³¹.

Apesar dos setores químico, eletrônico e informática apresentarem em geral, além de um padrão produtivo que adiciona pouco valor, um baixo esforço tecnológico em relação aos países da OCDE, é novamente possível observar diferenças entre eles. Os extremos são representados de um lado pelo setor de informática e de outro, pelos produtos farmacêuticos. Não se pode deixar de associar estes exemplos às políticas que vigoraram em relação a estes setores na maior parte dos anos noventa. De um lado, o setor de informática sendo incentivado a realizar pesquisa e desenvolvimento; de outro, o setor farmacêutico não sendo alvo de nenhuma política de apoio governamental, e sob o qual recaiu uma ampla redução de tarifas de importação. Em relação aos setores deficitários estudados no capítulo anterior, máquinas e equipamentos apresentou a menor discrepância quando comparado à média dos países selecionados.

Em relação a esta tabela, alguns comentários adicionais merecem ser realizados. Os dados dos setores ‘têxtil, confecção, couro e calçados’, que representam três setores a dois dígitos pela classificação utilizada, aparecem agrupados para aproximadamente 37% dos países da amostra – Austrália, Canadá, Dinamarca, Japão, Noruega, Reino Unido e Suécia. Desconsiderando estes países, o esforço tecnológico brasileiro é superior à média da OCDE tanto no caso de confecção quanto no de couros e calçados, sendo inferior para produtos têxteis.

Considerando a indústria de transformação, a relação entre dispêndios em P&D e produção industrial brasileira, de 0,67%, foi inferior à dos três grupos de países selecionados, que apresentaram percentuais de 3,14%, 1,75% e 0,74%. Nenhum setor brasileiro¹³² realizou esforço tecnológico mais elevado que a média do grupo 1, do qual fazem parte as maiores economias mundiais. Neste caso, o melhor desempenho ficou com o setor de aeronaves, cujo esforço relativo alcançou 82,2%. Somente as indústrias de madeira; celulose, papel e editoração; e outros equipamentos de transporte realizaram esforço superior à média dos países pertencentes ao grupo 2, pelas razões discutidas acima. No entanto, em relação ao terceiro grupo, que engloba os países nos quais os dispêndios em atividades de P&D foram proporcionalmente menos expressivos, o esforço tecnológico brasileiro foi superior para todos os setores dos grupos dominados por fornecedores, intensivos em escala e fornecedores

¹³¹ Krugman (1993) *apud* Além (2000) defende uma política industrial seletiva que privilegie os setores que geram externalidades, principalmente de cunho tecnológico.

¹³² Desconsiderando petróleo, por motivos citados.

especializados, com exceção de ‘têxteis, confecção, couro e calçados’, artigos de borracha e plástico, metais não ferrosos e veículos automotores. Neste caso, apenas nas indústrias baseadas em ciência o desempenho brasileiro deixa a desejar, superando os países de referência apenas no setor de materiais elétricos. Excluindo deste grupo o Canadá e a Noruega, países com esforço tecnológico mais elevado, o percentual da indústria de transformação do grupo 3 se torna inferior ao brasileiro. Em relação aos dezenove países da OCDE observados, o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira no ano 2000 foi similar ou superior ao da Espanha (0,52%), Itália (0,60%), Polônia (0,27%) e República Tcheca (0,65%); excluindo petróleo, ficamos na frente apenas de Espanha e Polônia. (ver tabela III.12)

Tabela III.12

SETORES	Esforço Tecnológico Relativo: Brasil / Grupos de Países da OCDE (2000)		
	Brasil / Grupo 1	Brasil / Grupo 2	Brasil / Grupo 3
Total	21,5%	38,5%	91,1%
Total s/ petróleo	18,9%	33,9%	80,2%
Dominados por fornecedores	33,5%	63,1%	118,8%
Têxteis, confecção, couro e calçados	41,3%	76,1%	80,3%
Produtos de madeira (1)	62,4%	184,5%	260,4%
Artigos de borracha e plástico	23,3%	41,7%	70,7%
Móveis e indústrias diversas (2)	41,9%	65,5%	156,4%
Intensivos em escala	33,5%	86,6%	160,2%
Intens. escala - s/petróleo	23,6%	61,1%	113,0%
Prod. alimentícios, bebidas e fumo (3)	53,0%	59,5%	168,8%
Celulose, papel e editoração (8)	45,2%	126,8%	185,7%
Celulose e papel (4)	58,1%	141,4%	188,8%
Petróleo e outros (5)	143,3%	269,2%	291,7%
Produtos de minerais não-metálicos	27,3%	45,4%	101,5%
Metalurgia básica (6)	40,6%	54,2%	98,4%
- Produtos siderúrgicos (7)	45,7%	60,5%	155,8%
- Metais não ferrosos e fundição (7)	30,8%	81,7%	64,0%
Produtos de metal	49,5%	86,2%	119,8%
Veículos automotores	27,3%	59,4%	65,7%
Fornecedores especializados	31,8%	47,0%	104,9%
Máquinas e equipamentos (8)	46,2%	54,5%	102,7%
Instrumentação (9)	21,3%	39,8%	128,8%
Baseados em ciência	18,4%	24,7%	58,2%
Produtos químicos	11,5%	14,3%	53,2%
- Prod. químicos excl. farmacêuticos (10)	22,5%	28,3%	89,6%
- Produtos farmacêuticos (10)	6,7%	7,8%	21,4%
Informática	24,0%	24,0%	64,0%
Materiais elétricos	48,6%	86,8%	175,0%
Material eletrônico/comunicações (11)	21,5%	24,5%	22,9%
Outros equipamentos de transporte	41,6%	100,5%	88,1%
- Aeronaves (12)	82,2%	140,8%	93,4%

1) não inclui Noruega e Reino Unido; (2) não inclui Austrália e Noruega; (3) não inclui França e Suécia; (4) não inclui Austrália, Dinamarca, EUA, Japão, Noruega e Reino Unido; (5) não inclui República Tcheca, Irlanda, Dinamarca e Canadá; (6) não inclui Austrália; (7) não inclui Austrália, Países Baixos e Polônia; (8) não inclui Canadá; (9) não inclui Canadá e Países Baixos; (10) não inclui Austrália e Polônia; (11) não inclui Países Baixos; (12) não inclui Irlanda e Polônia

Fontes: Estatísticas internacionais - P&D: OCDE/Research and development expenditures in industry. Valor da produção industrial: OCDE/Structural statistics for industry and services-production data.

Brasil - P&D: IBGE/PINTEC. Produção industrial: IBGE/PIA

Elaboração própria

Vimos até agora que, com poucas exceções, todos os setores brasileiros realizaram um esforço tecnológico inferior à média dos países selecionados como referência. *Ceteris paribus*, todos têm sua ‘parcela de responsabilidade’ no fraco desempenho da indústria de transformação, alguns com mais destaque, como os setores químico e eletrônico, por apresentarem comparativamente maior hiato tecnológico. A tabela III.13 nos permitirá observar se esta

performance pouco inovadora¹³³ da indústria de transformação é potencializada pela estrutura produtiva nacional. Em geral, os setores dos grupos baseados em ciência e fornecedores especializados apresentam uma relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial superior às indústrias dos demais grupos. Assim sendo, se estes setores forem menos representativos na indústria de transformação brasileira do que nos países da OCDE, esta baixa participação estará contribuindo para a redução do esforço tecnológico agregado.

¹³³ As expressões ‘hiato tecnológico’ e ‘performance pouco inovadora’ utilizadas no parágrafo referem-se, de acordo com o texto, somente ao critério de esforço tecnológico. Ou seja, os setores estão sendo considerados pouco inovadores porque, comparativamente, despendem poucos recursos em P&D. Ressalta-se que atividade de P&D não é sinônimo de atividade inovadora, dado que esta representa um conceito mais amplo, incluindo a realização de pesquisa e desenvolvimento mas também de outras atividades vistas anteriormente. Entretanto, dado que a aferição de inovação foi aqui estabelecida segundo o critério de esforço, é permitido denominar as indústrias que realizam baixo esforço tecnológico de pouco inovadoras.

Tabela III.13

SETORES	Estrutura Produtiva da Indústria de Transformação Brasil e Grupos de Países da OCDE (Participação Setorial Média em 2000)					
	Brasil*	Grupos de países da OCDE				Brasil / Média da OCDE
		Média da OCDE	1 - esforço elevado	2 - esforço intermediário	3 - esforço reduzido	
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO (1)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	-
Dominados por fornecedores	14,8%	13,3%	11,8%	13,2%	14,7%	111,1%
Têxteis, confecção, couro e calçados	7,1%	4,0%	2,7%	4,4%	4,9%	175,7%
Produtos de madeira	1,1%	2,6%	2,8%	1,9%	3,1%	40,6%
Artigos de borracha e plástico	4,4%	3,7%	3,8%	3,8%	3,4%	118,9%
Móveis e indústrias diversas	2,2%	2,9%	2,4%	3,0%	3,4%	76,1%
Intensivos em escala	55,8%	51,1%	48,0%	53,0%	52,1%	109,2%
Produtos alimentícios, bebidas e fumo	18,9%	16,3%	11,0%	18,4%	17,5%	116,0%
Celulose, papel e editoração (2)	6,7%	8,9%	10,2%	8,5%	7,8%	75,7%
Celulose e papel	3,7%	4,2%	6,0%	3,8%	3,0%	88,9%
Petróleo e outros (3)	8,7%	5,1%	3,9%	5,6%	6,3%	168,5%
Produtos de minerais não-metálicos (2)	3,2%	3,6%	2,7%	3,7%	4,4%	91,1%
Metalurgia básica (4)	6,5%	5,2%	5,1%	4,8%	5,5%	126,2%
- Produtos siderúrgicos (5)	4,4%	3,4%	3,4%	3,7%	3,3%	129,7%
- Metais não ferrosos e fundição (5)	2,1%	1,9%	1,7%	1,7%	2,2%	110,7%
Produtos de metal	3,2%	6,0%	6,1%	6,1%	5,8%	52,9%
Veículos automotores	8,6%	9,2%	12,6%	6,8%	8,4%	93,5%
Fornecedores especializados	5,9%	9,8%	12,5%	8,5%	8,4%	60,0%
Máquinas e equipamentos (2)	5,2%	7,9%	10,0%	7,2%	6,6%	65,7%
Instrumentação (6)	0,7%	2,0%	2,6%	1,6%	1,8%	34,5%
Baseados em ciência	23,5%	24,8%	27,5%	23,8%	23,2%	94,9%
Produtos químicos	13,6%	10,3%	9,3%	11,7%	10,0%	132,3%
- Prod. químicos excl. farmacêuticos (7)	11,4%	7,9%	6,5%	8,9%	8,3%	145,7%
- Produtos farmacêuticos (7)	2,2%	2,7%	2,8%	3,2%	2,2%	81,5%
Informática	1,5%	2,3%	1,8%	1,8%	3,3%	64,0%
Materiais elétricos	2,6%	3,4%	4,0%	3,0%	3,3%	75,6%
Material eletrônico/comunicações (8)	4,1%	5,9%	9,7%	5,6%	2,9%	69,0%
Outros equipamentos de transporte	1,7%	3,1%	2,7%	2,7%	3,8%	54,6%
- Aeronaves (9)	1,0%	1,2%	1,6%	1,0%	1,0%	79,4%

*difere dos percentuais apresentados anteriormente, pois editoração teve que ser incluído em intensivos em escala para que a comparação pudesse ser realizada.

(1) para os países da OCDE, a soma dos grupos setoriais não equivale a 100%, assim como a soma dos setores pode diferir do percentual observado em cada grupo setorial (em especial no caso dos intensivos em escala) devido à inexistência de dados de algumas indústrias para determinados países.

(2) não inclui Canadá; (3) não inclui República Tcheca, Irlanda e Canadá; (4) não inclui Austrália; (5) não inclui Austrália, Países Baixos e Polônia; (6) não inclui Canadá e Países Baixos; (7) não inclui Austrália e Polônia; (8) não inclui Países Baixos; (9) não inclui Irlanda e Polônia.

Fontes - Produção industrial internacional: OCDE/*Structural statistics for industry and services-production data*.
Produção industrial brasileira: PIA/IBGE.

Elaboração própria

A tabela confirma a diferença existente entre a estrutura industrial brasileira e a dos países da OCDE. Enquanto a indústria nacional é mais concentrada nos dominados por fornecedores e intensivos em escala, que realizam esforço tecnológico inferior aos demais grupos, as indústrias baseadas em ciência e fornecedoras especializadas têm uma participação mais elevada, em média, nos países da OCDE, onde alcançam 34,6%, contra 29,4% no Brasil.

Destarte, estes setores contribuem para o baixo esforço tecnológico da indústria de transformação tanto por apresentarem esforço tecnológico inferior ao dos países selecionados quanto por sua menor participação na produção nacional, em comparação aos mesmos países.

Vale ressaltar, no entanto, que enquanto a participação conjunta dos baseados em ciência e fornecedores especializados na produção industrial brasileira equivale a 85,0% da participação destes grupos na OCDE, a relação entre o esforço tecnológico nacional e o dos países selecionados, para os mesmos grupos, chega somente a 31,6%¹³⁴. Portanto, este último fator é mais importante do que a estrutura produtiva como determinante do diferencial entre o esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação brasileira e o realizado pelos países selecionados.

Entretanto, se considerarmos os cinco setores nos quais os países de referência realizam maior esforço tecnológico – instrumentação, farmacêutico, informática, eletrônicos e outros equipamentos de transporte – observa-se que representam 16,0% da produção industrial dos países da OCDE (média), 19,6% se considerarmos os países que realizaram esforço elevado, contra somente 10,1% para o caso brasileiro.

Em comparação aos países da OCDE, o padrão estrutural brasileiro menos se assemelha aos que fazem parte do grupo 1, nos quais os fornecedores especializados e baseados em ciência possuem uma participação mais expressiva. Além disto, vale lembrar que, como visto na tabela III.12, a diferença entre o esforço brasileiro e o realizado pelos países do grupo 1 da OCDE nos setores baseados em ciência é a mais elevada entre todas as comparações realizadas.

Alguns cálculos foram realizados visando verificar a importância da estrutura produtiva e do esforço tecnológico no desempenho inovador da indústria de transformação. Se o esforço tecnológico brasileiro de cada setor fosse mantido, mas nossa estrutura produtiva se igualasse à dos países do grupo 1 (esforço elevado) da OCDE, a relação entre dispêndios em P&D e valor da produção industrial passaria de 0,67% para 0,76%. Similarmente, se multiplicarmos o esforço tecnológico brasileiro pela estrutura industrial média da OCDE, o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira chega a 0,71%. No entanto, se a distribuição setorial da produção brasileira não sofresse alteração, mas o esforço tecnológico de cada setor se igualasse ao realizado pelos países do grupo 1, a relação entre dispêndios em P&D e valor da

¹³⁴ Dado que a participação destes grupos na indústria de transformação é de 29,4% no Brasil e de 34,6% para os países da OCDE (média), a relação entre 29,4% e 34,6% é de 85,0%. Seguindo a mesma lógica para o esforço tecnológico, a relação entre o Brasil e a média da OCDE, respectivamente 1,2% e 3,8%, alcança 31,6%.

produção da indústria de transformação alcançaria 2,7%. Se por outro lado adotássemos o esforço tecnológico realizado pela média da OCDE, o esforço realizado pela indústria de transformação brasileira atingiria 1,7%¹³⁵. Portanto, conclui-se que o baixo esforço tecnológico brasileiro tem maior relação com o esforço limitado realizado pelas indústrias em geral, em especial as baseadas em ciência, do que com a estrutura produtiva nacional.

	Dominados por fornecedores	Intensivos em escala	Fornecedores especializados	Baseados em ciência
A: esforço tecnológico brasileiro	0,30%	0,49%	1,27%	1,19%
B: estrutura produtiva brasileira	14,8%	55,8%	5,9%	23,5%
C: esforço tecnológico - média OCDE	0,53%	0,77%	2,64%	4,33%
D: estrutura produtiva - média OCDE	13,3%	51,1%	9,8%	24,8%
E: esforço tecnológico - grupo 1	0,90%	1,49%	4,01%	6,49%
F: estrutura produtiva - grupo 1	11,8%	48,0%	12,5%	27,5%
Esforço tecnológico da indústria de transformação				
AxD: esforço tecnológico brasileiro X estrutura produtiva - média OCDE -> 0,71%				
AxF: esforço tecnológico brasileiro X estrutura produtiva - grupo 1 OCDE -> 0,76%				
BxE: esforço tecnológico - média OCDE X estrutura produtiva brasileira -> 1,7%				
BxC: esforço tecnológico - grupo 1 OCDE X estrutura produtiva brasileira -> 2,7%				

III.2.2. Esforço tecnológico: relação com indicadores selecionados

Este breve tópico objetiva relacionar o esforço tecnológico relativo da indústria brasileira com algumas variáveis selecionadas.

Inicialmente – e de modo breve - tentou-se observar a relação existente entre esforço tecnológico setorial e controle das empresas estrangeiras. Como argumentado por autores citados, as multinacionais tendem a concentrar nos países sede de suas matrizes – invariavelmente países desenvolvidos – as etapas produtivas de maior valor adicionado e a fabricação de produtos tecnologicamente mais sofisticados. Também concentram nas nações mais avançadas as atividades de pesquisa e desenvolvimento. Portanto, de acordo com estes argumentos, o esperado seria obter uma correlação inversa entre o grau de participação estrangeira e o esforço tecnológico relativo. As estatísticas da tabela III.14 sugerem a veracidade desta hipótese.

¹³⁵ A inexistência de estatísticas de alguns setores, para diferentes países, gera algumas imprecisões nesta análise. Se fizermos a mesma comparação com base não nos grupos setoriais, mas nos setores individualmente, seguindo a mesma sequência apresentada neste parágrafo, o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira passaria de 0,67% para respectivamente, 0,87%, 0,78%, 2,4% e 1,7%. Apesar destas diferenças numéricas, as conclusões gerais sobre a importância relativa da estrutura produtiva e do esforço tecnológico industrial são mantidas.

Tabela III.14
Controle Estrangeiro na ROL* e Esforço Tecnológico Relativo

SETORES	Controle estrangeiro na ROL*	Esforço tecnológico relativo: Brasil / Média da OCDE
Indústria de Transformação	35	37,1%
Produtos têxteis, confecção, couro e calçados	9	61,0%
Produtos de madeira	9	116,2%
Artigos de borracha e plástico	29	38,0%
Móveis e indústrias diversas	21	65,9%
Produtos alimentícios, bebidas e fumo	24	78,1%
Celulose e papel	21	84,7%**
Produtos de minerais não-metálicos	29	47,3%
Metalurgia básica	15	57,9%
Produtos de metal	29	76,3%
Veículos	83	44,4%
Máquinas e equipamentos	42	60,3%
Instrumentação	58	37,4%
Produtos químicos	48	17,7%
Informática	45	31,2%
Materiais elétricos	54	81,6%
Material eletrônico/comunicações	59	22,8%
Outros equipamentos de transporte	34	67,0%

*Receita Operacional Líquida. Dados de 1997.

**Inclui editoração

Fontes:

Estatísticas internacionais - P&D: OCDE/*Research and development expenditures in industry*.

Produção industrial: OCDE/*Structural statistics for industry and services-production data*.

Brasil - P&D: IBGE/PINTEC. Produção industrial: IBGE/PIA.

Controle estrangeiro na ROL: Moreira (1999b)

Elaboração própria

É interessante comparar os percentuais apresentados para cada setor com a média da indústria de transformação. Para 13 dos 17 setores presentes na tabela anterior (76,5%), observa-se que se o esforço tecnológico relativo é superior (inferior) à média da indústria de transformação, o controle estrangeiro na receita operacional encontra-se abaixo (acima) da média. Com base nestes dados, identificou-se uma correlação entre as variáveis, mensurada pelo coeficiente de Spearman, de -0,57, significativa a 5%¹³⁶.

Objetiva-se agora realizar um exercício similar ao elaborado por autores como Soete (1987) e Breschi & Helg (1996), que consiste em verificar a existência de correlação entre inovação tecnológica e competitividade para os setores brasileiros. Por razões já consideradas, nosso indicador de inovação será o esforço tecnológico comparativo construído na seção anterior, ou seja, o esforço dos setores brasileiros em relação ao realizado pela média dos países da OCDE.

¹³⁶ Na realização do teste de correlação, foram excluídos os setores 'produtos de metal' e 'produtos de minerais não-metálicos'.

Como medida de competitividade, será utilizada tanto a participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais como um indicador de vantagem comparativa revelada relacionado ao saldo comercial. Lembrando o que foi apresentado na parte teórica, o desempenho no comércio exterior é uma medida tradicionalmente utilizada como indicador da capacidade competitiva.

Ressalva-se que só foi possível mensurar a correlação existente entre estas variáveis, sem entretanto estabelecer a relação de causalidade entre ambas, devido à limitação dos dados existentes. Pelo modelo dos hiatos tecnológicos, o componente tecnológico é fundamental no desempenho comercial. Por outro lado, é possível que em um determinado setor, um país possua, por exemplo, vantagens relacionadas à abundância de determinados recursos naturais e, para manter sua capacidade competitiva já privilegiada por esta vantagem natural, sejam realizados investimentos em inovação tecnológica. Neste caso, é possível haver uma especialização tecnológica em alguns dos setores nos quais este país já possui outras vantagens produtivas, ou seja, um privilégio pré-existente teria estimulado determinado setor a investir em pesquisa e incrementar sua capacidade competitiva. Mas, mesmo neste caso, apesar dos investimentos tecnológicos estarem sendo estimulados por uma vantagem pré-existente, eles também estarão sendo determinantes da manutenção e incremento desta competitividade. Como ressaltam Dosi *et al.* (1990), dinamicamente as variáveis dependente e independente interagem entre si, e os diferentes níveis de competitividade internacional são afetados e afetam a capacidade de inovação e imitação.

Inicialmente, é necessário apresentar com maior detalhe as variáveis utilizadas como medida de competitividade, dado que o indicador de esforço tecnológico relativo já foi detalhado acima. As variáveis foram apresentadas para dois períodos, 1996-1998 e 2000-2001, permitindo observar se ocorreram mudanças seguidas à desvalorização cambial. Em relação à participação das exportações brasileiras no mundo, supõe-se que nos setores em que um país é mais competitivo, ele consegue concorrer mais intensamente no mercado internacional e, conseqüentemente, suas exportações tendem a obter uma participação mais elevada no exterior. Já a medida de vantagem comparativa revelada, parte do pressuposto de que o comércio exterior de um país revela suas vantagens comparativas. Ela é obtida segundo a fórmula: $(X_i - M_i) / (X_i + M_i)$, na qual X_i e M_i equivalem respectivamente às exportações e importações do setor i . O país possui vantagens competitivas nos setores em que este indicador é superior a zero, ou seja, quando há saldos comerciais positivos. E quanto maior este saldo em relação ao total comercializado, mais elevada é esta vantagem.

Tabela III.15
Indicadores de Competitividade Relacionados ao Comércio Exterior:
Participação das Exportações Brasileiras no Mundo e Vantagem Comparativa Revelada

SETORES	Participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais		Vantagem comparativa revelada (VCR)	
	96-98	00-01	96-98	00-01
INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	1,01%	1,02%	-0,10	-0,03
DOMINADOS POR FORNECEDORES	0,95%	1,03%	0,32	0,45
Produtos têxteis	0,78%	0,72%	0,13	0,24
Confecção	0,15%	0,18%	-0,23	0,17
Artigos de couro e calçados	3,83%	4,16%	0,71	0,80
Produtos de madeira	2,07%	2,78%	0,82	0,91
Editoração	*	*	*	*
Artigos de borracha e plástico	0,83%	0,80%	-0,19	-0,15
Móveis e indústrias diversas	0,38%	0,47%	0,38	0,55
Reciclagem	*	*	*	*
INTENSIVOS EM ESCALA	1,83%	1,74%	0,19	0,27
Produtos alimentícios e bebidas	3,30%	3,47%	0,45	0,66
Produtos do fumo	3,43%	0,20%	*	*
Celulose, papel e produtos de papel	1,93%	2,18%	0,27	0,43
- Celulose e outras pastas	6,11%	7,62%	0,71	0,73
- Papel e produtos de papel	1,11%	1,05%	0,00	0,13
Refino de petróleo	0,66%	1,31%	-0,77	-0,58
Produtos de minerais não-metálicos	1,01%	1,04%	0,18	0,33
Metalurgia básica	2,61%	2,43%	0,54	0,48
- Produtos siderúrgicos	3,35%	3,17%	0,67	0,65
- Metais não ferrosos e fundição	1,82%	1,72%	0,33	0,25
Produtos de metal	0,72%	0,67%	-0,23	-0,12
Veículos	0,93%	0,87%	-0,06	0,10
FORNECEDORES ESPECIALIZADOS	0,73%	0,67%	-0,47	-0,41
Máquinas e equipamentos	0,85%	0,78%	-0,42	-0,35
Instrumentação	0,30%	0,31%	-0,79	-0,70
BASEADOS EM CIÊNCIA	0,45%	0,61%	-0,49	-0,36
Produtos químicos	0,80%	0,70%	-0,47	-0,50
Informática	0,14%	0,15%	-0,66	-0,62
Materiais elétricos	0,37%	0,36%	-0,50	-0,54
Material eletrônico/comunicações	0,19%	0,40%	-0,71	-0,45
Outros equipamentos de transporte	0,78%	2,32%	-0,08	0,30
- aeronaves	1,04%	3,67%	-0,08	0,35

Fonte: ONU, base de dados BNDES

Elaboração própria

Nos dois períodos observados, a participação das exportações da indústria de transformação brasileira no comércio internacional se manteve constante¹³⁷. Considerando que os setores nos quais o país apresenta vantagens comerciais são aqueles nos quais a participação exportadora no total mundial se encontra acima da média da indústria de transformação, o Brasil obtém

¹³⁷ A vantagem comparativa revelada foi calculada pela mesma base de dados das estatísticas divulgadas na tabela II.6, fornecida pela equipe do BNDES. Já a participação das exportações brasileiras no comércio mundial foi calculada segundo a base de dados da ONU/PCTAS, cujas informações a três dígitos foram compatibilizadas com a classificação CNAE. Portanto, é importante esclarecer que existem algumas diferenças entre as duas compatibilizações realizadas.

vantagens comparativas similares nos dois períodos, concentradas em couro e calçados, produtos de madeira, produtos alimentícios e bebidas, celulose e papel, produtos minerais não metálicos e metalurgia básica. Entre as exceções merecem ser mencionados os setores de refino de petróleo e outros equipamentos de transporte, nos quais o país passou a apresentar vantagens comparativas no segundo período; mas se considerarmos somente o segmento de aeronaves, o país já possui ligeira vantagem no período inicial. Observando apenas a indústria de aeronaves, ou o setor de ‘outros equipamentos de transporte’ como um todo, estes foram os setores que apresentaram o maior crescimento na participação mundial entre todos os observados, ou seja, obtiveram por este critério os melhores ganhos de competitividade.

Ressalta-se que, com exceção de outros equipamentos de transporte, todos os setores nos quais o país apresenta vantagens comparativas estão concentrados nos grupos dominados por fornecedores e intensivos em escala. Entretanto, mesmo nestes grupos alguns setores perderam participação internacional entre os períodos considerados, como papel e metalurgia básica; do mesmo modo, vários setores nos quais o Brasil não possui vantagem comparativa melhoraram sua participação internacional, com destaque para o setor de eletrônicos. No caso de metalurgia, entre as razões relacionadas a esta perda estão a concentração das exportações em produtos de valor agregado mais baixo, cujo valor por tonelada exportada é inferior, e o direcionamento da parte mais sofisticada da produção para o atendimento ao mercado interno. Por outro lado, o crescimento das exportações de produtos eletrônicos concentra-se, como visto, em aparelhos transmissores, nos quais o Brasil tornou-se uma plataforma exportadora com a chegada de várias empresas de grande porte a partir da segunda metade da década de noventa.

Entre todas as indústrias de transformação brasileiras, celulose é a que apresenta a maior participação nas exportações mundiais totais, que também apresentou crescimento entre os períodos considerados. Como grupo, os dominados por fornecedores e baseados em ciência melhoraram sua performance internacional, enquanto nos fornecedores especializados e intensivos em escala houve piora, neste último caso impulsionada pela queda na participação internacional de metalurgia básica, produtos de metal e veículos.

Pelo indicador VCR, a indústria de transformação em 2000-2001 não apresentava vantagens competitivas, apesar de seu desempenho ter melhorado em relação ao período anterior. Todas as indústrias dominadas por fornecedores e intensivas em escala, com exceção de borracha e plástico, refino de petróleo e artigos de metal, apresentavam vantagens competitivas em 2000-2001. No caso de refino de petróleo, por exemplo, apesar da crescente participação nas

exportações mundiais, as altas importações de determinados produtos fizeram com que ele fosse considerado competitivo somente segundo o primeiro critério¹³⁸. Os melhores desempenhos se assemelham ao observado segundo o critério anterior: respectivamente madeira, couro e calçados, celulose, produtos alimentícios e bebidas e produtos siderúrgicos. A indústria de aeronaves, apesar do bom desempenho demonstrado por diversos critérios utilizados durante o trabalho, não se destaca devido às comparativamente elevadas importações que complementam sua produção. Entretanto, ‘outros equipamentos de transporte’ é o único setor entre os fornecedores especializados e baseados em ciência que apresentou vantagens competitivas, ou seja, saldo comercial positivo.

Entre os setores estudados, celulose e principalmente aeronaves apresentaram ganhos de competitividade entre os períodos mencionados, ou seja, além de terem elevado suas participações nas exportações internacionais, também apresentaram melhora no indicador VCR. Os setores de informática, eletrônicos e máquinas e equipamentos, apesar de possuírem baixa participação nas exportações mundiais e de apresentarem elevados déficits comerciais, também incrementaram seu desempenho segundo o critério VCR. Por outro lado, os produtos siderúrgicos perderam espaço no comércio mundial e pioraram seu desempenho segundo as vantagens comparativas reveladas, apesar de ainda responderem por elevados saldos comerciais e por uma das maiores participações nacionais nas exportações mundiais. Por último, o setor químico, altamente deficitário, com baixa importância relativa no comércio exterior, e ainda apresentou perda de competitividade segundo os dois critérios observados.

Todos os testes de correlação realizados tiveram resultados positivos e significativos¹³⁹. O primeiro, relacionando o esforço tecnológico comparativo à participação brasileira nas exportações mundiais, foi de 0,61, significativo a 1%. Em relação ao indicador de VCR explicitado no capítulo anterior, o teste indicou uma correlação de 0,63 (foi errado na versão enviada para biblioteca, foi como 0,7), também significativa a 1%. Um terceiro teste foi realizado, considerando a vantagem comparativa revelada mensurada por fórmula desenvolvida por Lafay (1990)¹⁴⁰ [Piccinini & Puga (2001)], chegando a resultados similares: 0,60, a 5% de significância.

¹³⁸ Os dados de petróleo utilizados na tabela III.14 incluem somente o setor de refino.

¹³⁹ O setor de petróleo foi excluído na elaboração dos testes, dado que as estatísticas relacionadas à P&D se referem à extração do produto, enquanto os dados de comércio exterior abrangem apenas o setor de refino.

¹⁴⁰ $VCR = 1000 / PIB [(X_i - M_i) - \{(X_i + M_i) / (X + M)\} * (X - M)]$; X_i e M_i : respectivamente, exportações e importações do setor i ; X e M , respectivamente, exportações e importações totais do país.

Para o primeiro teste, por exemplo, os setores brasileiros em que há especialização tecnológica e setorial – ou seja, nos quais, para as duas variáveis, o indicador setorial é maior que a média da indústria de transformação, são ‘têxteis, confecção, couro e calçados’, ‘produtos de madeira’, ‘produtos alimentícios, bebidas e fumo’, ‘celulose, papel e editoração’, ‘metalurgia básica’ e ‘outros equipamentos de transporte’¹⁴¹. Já em ‘material eletrônico/comunicações’, ‘informática’, ‘produtos químicos’, ‘instrumentação’ e ‘artigos de borracha e plástico’ o Brasil não apresenta uma especialização nem tecnológica nem comercial.

Similarmente, foi encontrada uma correlação inversa entre a medida de esforço tecnológico comparativo e o índice de penetração das importações (relação entre as importações e o valor da produção), apresentado no capítulo anterior (tabela III.6), de -0,57, significativa a 5%. Ou seja, os setores que apresentaram coeficiente importador elevado, como informática, materiais elétricos e eletrônicos, químicos e instrumentação, também se destacam entre os que realizam esforço mais limitado.

Para finalizar, serão apresentadas algumas considerações específicas sobre o setor de celulose. Como observado ao longo do texto, segundo vários indicadores analisados este setor se destaca entre os que apresentaram maior preocupação com a realização de inovações e aprimoramentos tecnológicos - ressaltando os limites relativos às oportunidades tecnológicas a ele relacionadas. É o setor nacional com maior presença nas exportações mundiais; gera elevados saldos comerciais positivos, proporcionalmente à sua presença na estrutura industrial; e vem apresentando crescimento elevado impulsionado por seu desempenho exportador. Em relação ao esforço tecnológico realizado pelos países da OCDE, o setor também aparece bem posicionado, devido especialmente às pesquisas que vêm sendo desenvolvidas relacionadas à celulose de eucalipto.

Em resumo, é um setor que, sob vários critérios, pode ser considerado competitivo. Entretanto, para verificar com maior profundidade a sua capacidade competitiva, será realizada uma abertura da pauta comercial a cinco dígitos, visando observar se os produtos presentes no setor de celulose que vêm apresentando maior crescimento nas exportações mundiais são os mesmos nos quais as exportações nacionais também vêm se

¹⁴¹ Alguns setores foram agrupados, dado que as estatísticas internacionais amplas somente foram divulgadas desta maneira. O setor ‘refino de petróleo’ foi excluído do teste, dado que, como comentado, o esforço tecnológico é voltado a atividades extrativas.

especializando¹⁴². Todos os dados serão apresentados para dois períodos: 1993-1994 e 2000-2001 (tabela III.16).

Tabela III.16

Produtos da Indústria de Celulose	Exportações da Indústria de Celulose - Participação por Produto			
	Mundo		Brasil	
	93-94	00-01	93-94	00-01
pasta mecânica	2,9%	1,8%	0,09%	0,00%
celulose dissolvente	7,0%	6,2%	0,77%	3,81%
celulose fibra longa não branqueada	3,0%	2,9%	0,00%	0,00%
celulose fibra curta não branqueada	0,2%	0,1%	0,60%	0,60%
celulose fibra longa branqueada	47,5%	45,5%	6,53%	0,01%
celulose fibra curta branqueada	26,7%	32,1%	91,74%	95,55%
celulose sulfito não branqueada	0,5%	0,3%	0,02%	0,00%
celulose sulfito branqueada	6,8%	3,9%	0,25%	0,00%
celulose semiquímica	5,3%	7,2%	0,01%	0,03%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: ONU

Elaboração própria

Tabela III.17

Produtos da Indústria de Celulose	Exportações da Indústria de Celulose	
	variação: 2000-2001 / 1993-1994	
	Mundo	Brasil
pasta mecânica	-15,5%	-97,8%
celulose dissolvente	20,6%	796,6%
celulose fibra longa não branqueada	30,4%	-100,0%
celulose fibra curta não branqueada	2,2%	82,5%
celulose fibra longa branqueada	30,9%	-99,8%
celulose fibra curta branqueada	64,5%	89,1%
celulose sulfito não branqueada	-23,3%	-100,0%
celulose sulfito branqueada	-22,0%	-99,6%
celulose semiquímica	86,2%	523,2%
Total	36,8%	81,6%

Fonte: ONU

Elaboração própria

Tabela III.18

Produtos da Indústria de Celulose	Exportações da Indústria de Celulose: Participação Brasileira no Mundo		
	93-94	00-01	variação 00-01 / 93-94
pasta mecânica	0,18%	0,00%	-97,4%
celulose dissolvente	0,69%	5,10%	643,1%
celulose fibra longa não branqueada	0,01%	0,00%	-100,0%
celulose fibra curta não branqueada	21,30%	38,02%	78,5%
celulose fibra longa branqueada	0,86%	0,00%	-99,9%

¹⁴² Poder-se-ia argumentar que não é de todo correto observar o desempenho da indústria de celulose separadamente ao setor de papel, dado que a celulose exportada poderia ser utilizada na fabricação e exportação de papelaria a partir do mercado interno, adicionando mais valor ao processo descrito. Entretanto, optou-se ao menos neste trabalho desconsiderar esta questão, focando especificamente a indústria celulósica.

celulose fibra curta branqueada	21,48%	24,69%	14,9%
celulose sulfito não branqueada	0,22%	0,00%	-100,0%
celulose sulfito branqueada	0,23%	0,00%	-99,4%
celulose semi química	0,01%	0,04%	234,6%
Total	6,3%	8,3%	32,8%

Fonte: ONU

Elaboração própria

Inicialmente, cabe destacar que 95,5% das exportações brasileiras de celulose estão concentradas em um único produto, celulose fibra curta branqueada. Em consequência, as alterações sofridas pelos demais produtos têm pouco impacto na pauta setorial. Também de acordo com a mesma tabela, é possível observar que este produto ganhou participação no total das exportações brasileiras, assim como nas exportações mundiais. Portanto, a indústria celulósica brasileira ao longo dos anos noventa se especializou em um produto que apresentou crescimento no comércio mundial; mais que isto: dada a elevada participação brasileira nas exportações deste produto (tabela III.18), parte importante deste crescimento mundial foi impulsionada pelo desempenho nacional.

A tabela III.17 apresenta este movimento mais detalhadamente. Em geral, as tendências observadas para o caso brasileiro são similares às verificadas para o mundo, entretanto mais intensas. Os dois produtos que cresceram acima da média das exportações mundiais – celulose semiquímica e fibra-curta branqueada – também estão entre os que apresentaram maior elevação nacionalmente. Similarmente, os produtos ‘retrógrados’, cujo valor no total mundial variou negativamente no período considerado – celulose sulfito e pasta mecânica – decresceu ainda mais significativamente no caso nacional. A exceção a este comportamento está representada pela celulose dissolvente e fibra curta não branqueada, que apresentaram baixo dinamismo internacional, mas cujas exportações brasileiras cresceram acima da média nacional.

Os resultados se confirmam ao observarmos a tabela III.18, que apresenta a participação das exportações de produtos celulósicos nacionais no total mundial: o percentual brasileiro cresce em celulose química e fibra curta branqueada e decresce em celulose sulfito e pasta mecânica, de acordo com o movimento internacional, mas também apresenta elevação em celulose dissolvente e fibra curta não branqueada. Em geral, o padrão de especialização comercial do setor pode ser considerado dinâmico, dado que os produtos que cresceram mundialmente acima da média do setor também se fortaleceram significativamente nas exportações brasileiras. Entretanto, a concentração ainda mais intensiva nestes produtos – por exemplo a substituição de exportações de celulose fibra curta não branqueada por branqueada – poderia incrementar ainda mais o padrão observado.

IV. CONCLUSÕES

Esta seção visa apresentar as principais conclusões obtidas ao longo do texto. Inicialmente, é importante enfatizar a validade da utilização da taxonomia de Dosi *et al.* (1990). Apesar das diferenças entre o grau de sofisticação produtiva e tecnológica dos países avançados e em desenvolvimento, verificado especialmente nos setores baseados em ciência, diversas características mencionadas na referida tipologia foram mantidas na análise dos setores brasileiros. Como exemplo, é possível citar que as indústrias intensivas em escala e dominadas por fornecedores realizam mais inovações de processo que de produto, valendo o oposto para os demais grupos; a taxa de inovação dos setores baseados em ciência é a mais elevada, dado que este grupo apresenta as maiores oportunidades tecnológicas; os baseados em ciência investem, em geral, proporcionalmente mais recursos em atividades de P&D, enquanto nos dominados por fornecedores e intensivos em escala a aquisição de máquinas e equipamentos ocorre com maior frequência etc.

Em segundo lugar, pôde-se perceber que apesar da concorrência ser considerada um mecanismo fundamental de estímulo ao desenvolvimento tecnológico de empresas no sistema capitalista, a abertura comercial não foi suficiente para promover um comportamento tecnologicamente inovador nas firmas atuantes no Brasil. Os setores que podem ser considerados inovadores, como petróleo, celulose e aeronaves, já tinham forte preocupação com a questão tecnológica antes das mudanças institucionais, voltadas ao aumento da concorrência, ocorridas no final dos anos oitenta. Em setores tecnologicamente intensivos, houve um retrocesso na preocupação com a inovação tecnológica: na indústria química, por exemplo, várias empresas eliminaram seus departamentos de P&D após a abertura comercial. Este é um indicador de que a concorrência, apesar de poder atuar como estímulo ao comportamento inovador, não é suficiente para que a inovação tecnológica se efetive.

Vale lembrar que parte significativa das empresas menciona entre as limitações a inovar o custo, o risco e a falta de fontes de financiamento relacionadas ao processo de inovação; por outro lado, a ‘fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos’ não é considerada uma justificativa relevante. Ou seja, segundo os dados observados da Pintec, os resultados da inovação – a resposta dos consumidores – são considerados interessantes, mas o processo é

limitado por falta de condições em ser efetivado. Em um ambiente cada vez mais globalizado, o estímulo concorrencial à inovação se fortalece, dado que o mercado de atuação das empresas e setores torna-se crescentemente mundial. Deste modo, a não realização de esforços inovadores parece estar significativamente relacionada a fatores econômico-institucionais que vão muito além da questão da concorrência. Para aumentar a capacidade de inovar, não basta expor as indústrias brasileiras à concorrência internacional: será necessário a implementação de estímulos efetivos, baseados em políticas públicas que incentivem o esforço tecnológico das empresas, minimizando os custos e riscos de uma atividade caracterizada pela incerteza, similarmente ao realizado pelos países desenvolvidos e por aqueles que vêm superando o subdesenvolvimento.

As estatísticas apresentadas neste trabalho mostraram que no Brasil ocorrem poucas inovações efetivas, ou seja, é rara a implementação de produtos ou processos inéditos para o mercado nacional. A maior parte das inovações adotadas no país já havia sido implementada por outras empresas. Em resumo, no atual ambiente econômico nacional, em que predomina um grau de abertura comercial mais elevado do que o observado durante as décadas de vigência do processo de substituição de importações, observa-se, no máximo, processos de difusão e modernização tecnológicas. Mas o fortalecimento destes processos, assim como a expansão da realização de inovações inéditas ao mercado nacional, não deve ocorrer apenas pela elevação da concorrência: é necessário que haja condições econômico-institucionais para que a inovação tecnológica se efetive.

Entre as principais atividades realizadas pelas empresas que atuam nacionalmente, cabe destacar a aquisição de máquinas, equipamentos e atividades relacionadas e as mudanças estratégicas e organizacionais, em detrimento de atividades internas de P&D e, principalmente, da aquisição de conhecimentos externos. Países que superaram o atraso tecnológico o fizeram através de uma combinação entre a aquisição de tecnologias já desenvolvidas e o desenvolvimento tecnológico próprio. Neste contexto, a compra de licenças, patentes, *know-how* teve um papel fundamental que não vem sendo explorado nacionalmente.

A modernização tecnológica, através da compra de bens de capital, e a implementação de aprimoramentos não tecnológicos (estratégicos e organizacionais), não são suficientes para superar o subdesenvolvimento tecnológico nacional na maior parte dos setores. Vale lembrar que grande parte das máquinas adquiridas, especialmente as mais sofisticadas, são importadas. Portanto, parcela considerável da inovação implementada pela indústria brasileira é desenvolvida no exterior, sendo apenas adquirida e utilizada internamente. Mesmo nos

dominados por fornecedores, apesar da importância da tecnologia embutida nos bens de capital, as demais atividades, como a realização de P&D e aquisição de conhecimentos externos, também têm um papel diferencial que necessita ser explorado para a geração de competitividade. Análise similar pode ser feita para as inovações não tecnológicas, que apesar de terem proporcionado aumento de produtividade, também não são mecanismos por si suficientes para aprimorar a capacidade competitiva e a inserção internacional das empresas brasileiras.

O Brasil também possui, diferentemente do observado em nações econômica e tecnologicamente bem-sucedidas, pouca mão-de-obra direcionada a atividades de P&D atuando nas empresas. Historicamente, o Brasil se caracterizou por desenvolver um sistema de ciência e tecnologia de qualidade, pautado no estabelecimento de uma rede de pós-graduação que permitiu uma ampla formação de recursos humanos. Entretanto, estes pesquisadores mantiveram-se nas universidades, não passando a atuar no âmbito das empresas, organização na qual as inovações são efetivamente realizadas. Como resultado, o investimento em sua formação não impulsionou a ampla geração de inovações tecnológicas. O indicador observado neste trabalho mostra que esta situação não foi significativamente alterada, dada a baixa atuação de profissionais graduados que se dedicam à pesquisa dentro das empresas.

Em relação às medidas de esforço tecnológico utilizadas, cabe destacar que o esforço na aquisição de máquinas e equipamentos e atividades correlatas (dispêndios direcionados a estas atividades em relação ao valor da produção industrial) foi similar para todos os grupos setoriais, com destaque para produtos siderúrgicos, veículos, produtos de madeira, reciclagem e celulose, que apresentaram proporcionalmente dispêndios mais elevados na aquisição de bens de capital. No esforço relacionado a atividades de P&D, ressalta-se o desempenho dos setores baseados em ciência e fornecedores especializados, fruto das maiores oportunidades tecnológicas presentes nestas indústrias, que estimulam um direcionamento de recursos proporcionalmente mais elevado a esta atividade.

O esforço tecnológico (dispêndios em P&D / valor da produção industrial) da indústria de transformação brasileira pode ser considerado baixo, representando apenas 37,1% do realizado pela média de 19 países da OCDE selecionados como referência. Estes países foram divididos em três grupos e, mesmo em relação ao grupo tecnologicamente menos dinâmico, o esforço brasileiro continua sendo inferior.

Em relação à média da OCDE, todos os setores brasileiros realizaram um esforço tecnológico menor, com exceção de petróleo, aeronaves e celulose e papel. Nestes casos, como

mentionado ao longo do texto, as atividades de pesquisa e desenvolvimento não se tornaram prioridade recentemente, mas fazem parte do desenvolvimento histórico destas indústrias no Brasil. Os setores de aeronaves e celulose, em especial, destacam-se não somente por diversos indicadores positivos relacionados ao desempenho inovador, mas também pelos elevados saldos comerciais gerados. Por outro lado, os esforços tecnológicos relativamente mais baixos foram obtidos pelos setores baseados em ciência (com exceção de aeronaves). As indústrias de material eletrônico, informática e produtos químicos são caracterizadas, no caso brasileiro, pela produção padronizada de bens, elevados déficits comerciais e forte presença do controle estrangeiro na receita operacional líquida. Entretanto, cabe destacar a diferença existente entre os setores eletrônico/informática, de um lado, e farmacêutico, de outro. Embora todos apresentem esforço tecnológico relativo limitado, este resultado é significativamente mais prejudicado na indústria farmacêutica, que sofreu com o amplo processo de abertura às importações e desregulamentação nos anos noventa. Por outro lado, as indústrias eletrônica e informática, que vêm sendo apoiadas pela Lei de Informática, apresenta diversos indicadores tecnológicos melhores que os observados no setor farmacêutico.

Quanto à indústria siderúrgica, que juntamente com celulose, aeronaves, química, eletrônica/informática e bens de capital, também foi analisada mais detalhadamente no capítulo II, pode-se constatar que possui elevada participação nas exportações mundiais e direcionou proporcionalmente recursos significativos para a aquisição de máquinas e equipamentos. Entretanto, sua competitividade se destaca nos segmentos de produtos tecnologicamente menos sofisticados, que exigem menor direcionamento de recursos para P&D. Como resultado, o esforço tecnológico brasileiro alcança 67,8% do observado, em média, nos países da OCDE.

O trabalho também buscou verificar o papel desempenhado pela estrutura produtiva no fraco esforço tecnológico realizado pela indústria de transformação. Ou seja, se os setores baseados em ciência e fornecedores especializados - nos quais, proporcionalmente aos demais grupos, o esforço tecnológico é mais elevado – apresentassem uma participação na estrutura produtiva nacional inferior à observada internacionalmente, este fator estaria limitando o esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira. Concluiu-se que este diferencial existe, mas ele não é o principal responsável pela frágil relação entre dispêndios em P&D e valor da produção da indústria brasileira. Se adotássemos a estrutura produtiva apresentada pela média dos países da OCDE, mantendo o esforço realizado por todos os setores nacionais, o esforço observado na indústria de transformação brasileira passaria de 0,67% para 0,71%; o

percentual alcançado seria 0,76% considerando o padrão produtivo dos países de referência classificados no grupo um. Por outro lado, se mantivéssemos a atual estrutura produtiva brasileira, mas adotássemos o esforço tecnológico setorial realizado pela média dos países da OCDE, o esforço da indústria de transformação brasileira alcançaria 1,7%; se adotássemos o esforço realizado pelos países do grupo um, este percentual chegaria a 2,7%.

Em resumo, é possível concluir que o esforço tecnológico da indústria brasileira, em relação aos países utilizados como referência, é baixo; que este diferencial é válido para a maioria dos setores industriais; que a diferença é ampliada ao observarmos as indústrias baseadas em ciência; e que a estrutura produtiva também tem sua parcela de responsabilidade neste diferencial, apesar de não ser tão relevante. Certamente, vale mencionar que se o diferencial entre o esforço brasileiro e o internacional estivesse primordialmente concentrado em setores com limitada participação na estrutura produtiva (por exemplo, instrumentação, fumo e reciclagem), o desempenho nacional perante os países selecionados seria aprimorado; entretanto, como o diferencial é observado em setores de peso na economia, como químicos e veículos, o impacto sobre a indústria de transformação torna-se mais elevado.

Por último, a relação entre o esforço tecnológico setorial brasileiro e o da média dos países de referência (esforço tecnológico relativo) foi associada a duas outras variáveis: controle estrangeiro na receita operacional setorial e desempenho no comércio exterior. No primeiro caso, observou-se uma correlação de $-0,57$ (coeficiente de Spearman), significativa a 5%. No segundo, duas medidas de performance comercial foram utilizadas: a participação das exportações brasileiras nas exportações mundiais e o saldo comercial em relação ao total comercializado no exterior (soma do valor das exportações e importações). Os dois critérios apresentaram uma relação positiva e significativa, com coeficiente de Spearman de respectivamente $0,61$ e $0,70$. Apesar de, por falta de dados adequados, não ter sido realizada uma análise de causalidade entre esforço tecnológico e desempenho no comércio exterior, a correlação observada, associada ao discutido na parte teórica, permite sugerir que o incremento da capacidade competitiva, via performance exportadora, somente será alcançada se investimentos em inovação tecnológica forem realizados. Caso contrário, as exportações nacionais continuarão concentradas em setores e/ou produtos de menor valor adicionado, enquanto importamos bens mais sofisticados e de valor mais elevado.

REFERÊNCIAS

- ALÁRIO Jr., D. & OLIVEIRA, N.B. (2000). A inovação tecnológica e a indústria nacional. *Parcerias Estratégicas*, n. 8, maio.
- ALBUQUERQUE, E. M. (1996). Notas Sobre a Contribuição de Kenneth Arrow para a Fundamentação Teórica dos Sistemas Nacionais de Inovações. *Revista Brasileira de Economia*. Abr./jun.
- _____ (1996b). Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. *Revista de Economia Política*, vol. 16, n.3 (63), jul./set..
- ALÉM, A. C. (1999) As novas políticas de competitividade na OCDE: lições para o Brasil e atuação do BNDES. *Revista do BNDES*, vol.6, n. 12, pp. 87-122, Rio de Janeiro, dezembro.
- _____ (2000) Promoção às exportações: o que tem sido feito nos países da OCDE? *Revista do BNDES*, vol.7, n. 14, pp. 229-252, Rio de Janeiro, dezembro.
- _____ (2003). A vulnerabilidade externa da economia brasileira: diagnósticos e setores mais atingidos. *Revista do BNDES*, V.10, N. 20, P.3-40, Rio de Janeiro, dezembro.
- _____ ; BARROS, J.R.M. & GIAMBIABI, F. (2002). Bases para uma política industrial moderna. *XIV Fórum Nacional*, Estudos e pesquisas n.22, Rio de Janeiro, maio.
- ALTENBURG, T., HILLEBRAND, W. & MEYER-STAMER, J. (1998). *Building Systemic Competitiveness - Concept and Case Studies from Mexico, Brazil, Paraguay, Korea and Thailand*. Reports and working papers 3/1998, German Development Institute, Berlim.
- ANDRADE, M.L.A. & CUNHA, L. M. S. (2002). O setor siderúrgico. *BNDES 50 anos – Histórias Setoriais*. BNDES, Rio de Janeiro.
- ANPEI (Associação Nacional de P, D & E das Empresas Inovadoras) – estatísticas diversas.
- ARCHIBUGI, D. & MICHIE, J. (1997). Technological globalisation or national systems of innovation. *Futures*, vol. 29, n.2, pp. 121-137.
- AVERBUG, A. (1999). Abertura e integração comercial brasileira na década de noventa. In: *A economia brasileira nos anos noventa*. Livro do BNDES, Rio de Janeiro, outubro.
- BARROS, J.R.M. & GOLDENSTEIN, L. (1998). Reestruturação industrial: três anos de debate. Fórum Nacional, *Brasil - Desafios de um país em transformação*.
- BELL, M. & PAVITT, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and corporate change*, vol 2, n 2, Oxford University Press, pp. 157-210.

- BERENSON, M.L. & LEVINE, D.M. (1983). *Basic Business Statistics – concepts and applications*. 2ª edição. Prentice Hall.
- BERNARDES, R. (2000). O caso Embraer - privatização e transformação da gestão empresarial: dos imperativos tecnológicos à focalização no mercado. In: *Cadernos de Gestão Tecnológica*, n. 46, www.fia.usp.br/pgtusp/.
- BRESCHI, S. & HELG, R. (1996). Technological change and international competitiveness: the case of Switzerland. *Liuc Papers* n. 31, serie Economia e Impresa 7, junho.
- BNDES 50 anos – Histórias Setoriais. BNDES, Rio de Janeiro.
- CAMERON, G. (1996), Innovation and Economic Growth. *Center for Economic Performance*. Discussion Paper No. 277. London School of Economic and Political Science, fevereiro.
- CASSIOLATO, J.E. (1992). *The role of user-producer relations in innovation and diffusion of new technologies: lessons from Brazil*. Tese de Doutorado, capítulo 4, julho.
- _____ & SZAPIRO, M. (2000) Novos objetivos e instrumentos de política de desenvolvimento industrial e inovativo em países selecionados. *Arranjos e sistemas produtivos locais e as novas políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico*. Estudos Temáticos, Nota Técnica 13, IE/UFRJ, Rio de Janeiro, dezembro.
- CHIARELLO, M. (2000). As plataformas tecnológicas e a promoção de parcerias para a inovação. *Parcerias Estratégicas*, n. 8, maio.
- COHEN, W. & LEVINTHAL, D. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal*, pp. 569-596, setembro.
- COSTA, I. (2003). *Empresas multinacionais e capacitação tecnológica na indústria brasileira*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica. Unicamp, Campinas, abril.
- DOSI, G.; PAVITT, K. & SOETE, L. (1990) *The economics of technical change and international trade*. London: Harvester Wheatsheaf.
- DOSI, G; FREEMAN, C. & FABIANI, S. (1994). The process of economic development: introducing some stylized facts and theories on technologies, firms and institutions. *Industrial and corporate change*, vol 3, n.1.
- ERBER, F. (2000) Perspectivas da América Latina em ciência e tecnologia. *Parcerias estratégicas*, n.8, maio.
- _____ (2001). o padrão de desenvolvimento industrial e tecnológico e o futuro da indústria brasileira. *Revista de economia contemporânea*, vol. 5, edição especial: o futuro da indústria, Rio de Janeiro.

-
- (2002). desenvolvimento econômico – o recorte setorial. *BNDES 50 anos – histórias setoriais*. bndes, Rio de Janeiro.
- FAJNZYLBBER, F. (1990). Industrialização na América Latina: da “caixa-preta” ao “conjunto vazio”. *Textos selecionados – cinqüenta anos de pensamento na Cepal*. Santiago do Chile.
- FAJNZYBERG, F. (1991). Inserción Internacional y Innovación Institucional. *Revista de la Cepal*, n. 44, agosto.
- FAPESP (2001). Balanço de pagamentos tecnológico e propriedade intelectual. *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo*. Capítulo 7.
- FERRAZ, J.C. (1989). A heterogeneidade tecnológica da indústria brasileira: perspectivas e implicações para política. IE-UFRJ, *texto para discussão* 185, Rio de Janeiro, janeiro.
- FONSECA, M.G.D. (2003). Cadeia: papel e celulose. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, fevereiro.
- FREEMAN, C. (1995). The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, pp. 5-24.
- FRENKEL, J. (2002). Cadeia: petroquímica. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, dezembro.
- FURTADO, J. (2003). Cadeia: petroquímica. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, fevereiro.
- GIAMBIAGI, F. (2002). Restrições ao crescimento da economia brasileira: uma visão de longo prazo. TD 94, BNDES, Rio de Janeiro, maio.
- GIAMBIAGI, F. & RIGOLON, F. J. Z. (1999). A economia brasileira: panorama geral. BNDES, Rio de Janeiro, junho.
- GONÇALVES, R.R. (1998) A política industrial em uma perspectiva de longo prazo. *IPEA*, TD 590, Rio de Janeiro, setembro.
- GROSSMAN, G. & HELPMAN, E. (1994) Technology and Trade. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 4926, Cambridge, novembro.
- GUIMARAES, E.P. (1997). *Competitividade internacional: conceitos e medidas*. Página da UFRJ na internet: www.ie.ufrj.br.
- GUTIERREZ, R.M.V. & ALEXANDRE, P.V.M (2003). Complexo eletrônico brasileiro e competitividade. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 18, pp. 165-192, setembro.

- HALL, P. (1994). *Innovation, economics and evolution – theoretical perspectives on changing technology in economic systems*. New York: Harvester Wheatsheaf, capítulo 2.
- HAGUENAUER, L. (1989). *Competitividade: conceitos e medidas – uma resenha da bibliografia com ênfase no caso brasileiro*. IE – UFRJ, texto para discussão n. 211, agosto.
- HAGUENAUER, L. *et alli* (2001). Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de noventa. TD 786, IPEA, Rio de Janeiro, abril.
- HASENCLEVER, L. & CASSIOLATO, J.E. (1998). Capacidad tecnológica empresarial brasileña y transferencia de tecnología. *Revista de Economía y Empresa* n. 34, vol. XII.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2002). *Pesquisa Industrial - Inovação Tecnológica 2000* (PINTEC 2000). Rio de Janeiro.
- _____. *Classificação Nacional de Atividades Econômicas* (CNAE). www.ibge.gov.br/concla
- Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial – IEDI (2000) *A pauta de exportação brasileira e os objetivos da política de exportação*. Versão preliminar, março.
- _____. (2000b) *Abertura, política cambial e comércio exterior brasileiro – lições dos anos noventa e pontos de uma agenda para a próxima década (sumário)*. Versão preliminar, agosto.
- _____. (2001) *Desafios estratégicos em ciência, tecnologia e inovação*. Setembro.
- _____. (2003) *Radiografia das exportações brasileiras*. Abril.
- IGLIORI, D. C. (2000) *Economia dos clusters industriais e desenvolvimento*. Tese de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- INE – Instituto Nacional de Estatística. Estatísticas e informações de inovação tecnológica na Espanha. Página na internet: www.ine.es
- JUVENAL, T. & MATTOS, R. (2002). O setor de papel e celulose. *BNDES 50 anos – Histórias Setoriais*. BNDES, Rio de Janeiro.
- KELLER, W. (1997) Trade and transmission of technology. *NBER WP 6113*, julho.
- KRUGMAN, P. (1991) *Geography and Trade*. MIT Press, Cambridge.
- _____. (1995) *Development, Geography and Economic Theory*. MIT Press, Cambridge.

- KUPFER, D. (1996). *Uma abordagem neo-schumpetariana da competitividade industrial*. Página do IE-UFRJ na internet: www.ie.ufrj.br.
- _____. *Competitividade da indústria brasileira: visão de conjunto e tendências de alguns setores*. Página do IE- UFRJ na internet: www.ie.ufrj.br.
- LALL, S. (1994) Industrial policy: the role of government in promoting industrial and technological development. *UNCTAD Review*.
- LAURSEN, K. (1996). The impact of technological opportunity on the dynamics of trade performance. *DRUID working paper* n. 96-12, setembro.
- MATESCO, V. (1993). *Inovação Tecnológica das empresas brasileiras: a diferenciação competitiva e a motivação para inovar*. Tese de doutorado. IE – UFRJ, Rio de Janeiro.
- MATESCO, V. & HASENCLEVER, L. (1996). Indicadores de esforço tecnológico: comparações e implicações. *Pesquisa e planejamento econômico*, vol. 26, n. 3, pp. 457-482, Rio de Janeiro, dezembro.
- MARKWALD, R. & PUGA, F. (2002) *Focando a política de promoção de exportações*. Versão preliminar, abril.
- MDIC. AÇÕES SETORIAIS. WWW.MDIC.GOV.BR
- MELO, L.M. (1995). *Inovação e financiamento*. Anais do encontro dos economistas de língua portuguesa. IE-UFRJ, Rio de Janeiro.
- MELO, P.R.S., RIOS, E.C.D. & GUTIERREZ, R.M.V. (2001). Componentes eletrônicos: perspectivas para o Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 13, pp. 3-64, março.
- MEYER-STAMER, J. (1995). New departures for technology in Brazil. *Science and Public Policy*, vol. 22, N. 5, pp. 295-304, outubro.
- MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2001). Livro Verde. Ciência, tecnologia e inovação – desafio para a sociedade brasileira. Brasília, julho.
- _____. (2002). Livro Branco – ciência, tecnologia e inovação. Resultado da conferência nacional de ciência, tecnologia e inovação, junho.
- _____. (2002b). Relatório MCT – 2001. Brasília, janeiro.
- MOREIRA, M. M. (1999). A indústria brasileira nos anos noventa. O que já se pode dizer? In: GIAMBIAGI, F. MOREIRA, M. (org.) *A economia brasileira nos anos noventa*. Livro do BNDES, Rio de Janeiro, outubro.
- _____. (1999b). Estrangeiros em uma economia aberta: impactos recentes sobre a produtividade, a concentração e o comércio exterior. In: GIAMBIAGI, F. MOREIRA, M. (org.) *A economia brasileira nos anos noventa*. Livro do BNDES, Rio de Janeiro, outubro.

- MOST - Ministério de Ciência e Tecnologia da Coréia do Sul. Estatísticas de P&D sul-coreanas.
www.most.kr
- NASSIF, A.L. (2002) Política industrial após a liberalização do comércio exterior: o debate teórico contemporâneo. *Revista do BNDES*, vol.9, n. 17, pp. 23-74, Rio de Janeiro, junho.
- NASSIF, A. (2002b). O complexo eletrônico brasileiro. *BNDES 50 anos – Histórias Setoriais*. BNDES, Rio de Janeiro.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF). Estatísticas de P&D dos Estados Unidos.
www.nsf.gov.
- NELSON, R. & WINTER, S. (Ed) (1993) *National Innovation Systems: a Comparative analysis*. Oxford: Oxford University.
- OCDE (1991). *Basic science and technology statistics*.
- _____. (1997). *Diffusing technology to industry: government policies and programmes*. OCDE/GD(97)60, Paris.
- _____. (1997b). *National Innovation Systems*, Paris.
- _____. (2002). “*Research & Development expenditures in industry 1987-2000*”. OCDE, Paris.
- _____. *Structural statistics for industry and services-production data*. OCDE, Paris.
- OLIVA, R. Cadeia: teleequipamentos. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, dezembro.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (1999). Interaction between the public sector and technological innovation: government policy towards research and development. *Technical Paper*, New York.
- _____. Base de dados sobre exportação mundial
COMTRADE / PC-TAS.
- OSLO MANUAL. *The measurement of scientific and technological activities - proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. Eurostat, OCDE.
- PAULA, G.M. (2002). Cadeia: siderurgia. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, dezembro.
- PAVITT, K. (1984). Sectors Patterns of Technical Change: toward a taxonomy and theory. *Research Policy*, vol 13, n.6, pp 343-373.

- _____ (2002). Knowledge about knowledge since Nelson & Winter: a mixed record. *Electronic Working Paper Series*, paper n. 83, Science and Technology Policy Research (SPRU), junho.
- PICCININI, M. & PUGA, F. (2001). A balança comercial brasileira: desempenho no período 1997-2000. *TD 90*, BNDES, Rio de Janeiro, setembro.
- PINHEIRO, A. C. & MOREIRA, M.M. (2000) O perfil dos exportadores de manufaturados nos anos 90: quais as implicações de política? Texto para discussão n. 80, *BNDES*, Rio de Janeiro, junho.
- PINHEIRO, A. C.; GIAMBIAGI, F. & MOREIRA, M. M. (2001). O Brasil na década de 90: uma transição bem-sucedida? *TD 91*, BNDES, Rio de Janeiro, novembro.
- PORTER, M. (1998). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, nov / dez.
- POSNER, M.V. (1961). International Trade and Technical Change. *Oxford Economic Papers*, vol.13, pp. 323-341, outubro.
- SÁ, M.T.V. (2002) Cadeia: bens eletrônicos de consumo. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. et alli (orgs). Campinas, dezembro.
- SCIENCE & ENGINEERING INDICATORS (2002, 2000). Estatísticas de P&D da União Européia.
- SOETE, L. (1987). The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered. *Research Policy*, vol.16, n.3-5, pp 101-130, Julho.
- _____ & WEEL, B. (1999). *Schumpeter and the knowledge-based economy: on technology and competition policy*.
- _____ (1999b). *Innovation, knowledge creation and technology policy in Europe*.
- TEECE, D.J. (1986). Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy* 15, pp. 285-305, junho.
- TIGRE, P.B. (2002) *Papel da política tecnológica na promoção de exportações*. IE/UFRJ, março.
- _____. *Paradigmas Tecnológicos*. IE/UFRJ. www.ie.ufrj.br
- UNCTAD (2002). *The relationship between competition, competitiveness and development*. TD/B/COM.2/CLP/30, maio.
- VERMULM, R. (1996). Estratégias empresariais nos anos noventa: o setor de máquinas-ferramenta. In: *Cadernos de Gestão Tecnológica*, n. 30, www.fia.usp.br/pgtusp/.

& ERBER, F. (2002). Cadeia: bens de capital. In: *Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio*. COUTINHO, L. *et alli* (orgs). Campinas, dezembro.